

Perancangan *Prototype* Alat Pendeteksi Ketinggian Air sebagai Mitigasi Risiko Dampak Banjir Berbasis *Internet of Things* (Studi Kasus: Kota Padang)

Deri Kurniadi¹, Vina Lestari Riyandini²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang,
Jl. Prof. Dr. Hamka No. 121, Padang, Indonesia
Email: deri.kurniadi@gmail.com, vinalestariird@gmail.com

ABSTRAK

Padang merupakan salah satu Kota yang berada pada pesisir pulau Sumatera. Kota Padang dialiri oleh 5 sungai besar dan 16 sungai kecil. Sungai yang ada sering terjadi luapan air ketika musim hujan. Luapan air yang tidak terduga dan tanpa adanya pemberitahuan membuat terjadinya kerugian materi yang dirasakan oleh masyarakat yang diakibatkan dari banjir. Permasalahan tidak adanya alat pendeteksi ketinggian air menjadi dasar permasalahan yang penting untuk dilakukan penelitian lebih lanjut. Sehingga tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan *prototype* alat pendeteksi ketinggian air pada musim hujan sebagai langkah mitigasi risiko berbasis *Internet of Things* (IoT). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, Sensor Ultrasonic untuk mengukur ketinggian air dan Sensor DT22 untuk mendeteksi awal hujan turun. Adapun luaran wajib yang ditargetkan dari penelitian ini adalah publikasi jurnal nasional terakreditasi dan draft seminar internasional. Tingkat kesiapan teknologi saat ini fokus pada perancangan sistem dengan target akhir yang ingin dicapai adalah *prototype* alat pendeteksi ketinggian air.

Kata Kunci: Banjir, Mikrokontroler, Sensor Ultrasonic, Sensor DT22

ABSTRACT

Padang is a city located on the coast of the island of Sumatra. The city of Padang is fed by 5 major rivers and 16 small rivers. The rivers often overflow during the rainy season. Unexpected and unannounced overflows of water cause material losses to be felt by the community as a result of flooding. The problem of the absence of a water level detector is the basis of an important problem for further research. So the purpose of this research is to produce a prototype of a water level detector in the rainy season as an IoT-based risk mitigation measure. This research was conducted using Arduino Uno microcontroller, Ultrasonic Sensor to measure water level and DT22 Sensor to detect the onset of rain. The targeted outputs of this research are the publication of accredited national journals and drafts of international seminars. The current level of technological readiness focuses on system design with the final target to be achieved is a prototype of a water level detector.

Keywords: Flood, Microcontroller, Ultrasonic Sensor, Sensor DT22

Pendahuluan

Banjir merupakan kondisi debit air yang mengalir pada suatu aliran diatas kapasitas pengalirannya [1]. Padang merupakan salah satu kota rawan banjir. Tercatat pada tahun 2021 terdapat 16 titik banjir dengan kedalaman yang bervariasi. Banjir yang datang secara tiba-tiba dapat menyebabkan kerugian yang sangat besar baik secara moral maupun materi [2]. Namun, kerugian yang ditimbulkan akibat banjir pastinya dapat dihindari jika masyarakat di lingkungan tersebut mendapatkan peringatan jika datangnya bencana banjir. Dengan masyarakat mendapat peringatan dini akan bencana banjir maka masyarakat dapat melakukan evakuasi sebelum bencana banjir melanda. Peringatan banjir tersebut

bisa didapatkan dengan cara membuat alat pendeteksi banjir. Alat pendeteksi banjir ini dibuat agar bisa memantau pasang surut aliran air. Salah satu aplikasi yang bias kita terapkan adalah dengan menggunakan konsep *Internet of Things* (IoT) dimana alat ukur ketinggian permukaan air yang berbasis *web service* nantinya. Penelitian tentang pembuatan alat ukur ketinggian permukaan air sudah banyak dilakukan, salah satunya penelitian [2] tentang pembuatan *prototype* alat ukur ketinggian air laut dengan menggunakan sensor inframerah, sedangkan penelitian lainnya tentang pemantauan ketinggian air berbasis web dan notifikasi layanan pesan singkat atau sms [3].

Sistem monitoring pada saat ini sudah semakin maju seiring dengan berkembangnya teknologi. Salah satunya penggunaan mikrokontroler yang semakin kompleks untuk

pengaplikasiannya dalam memonitoring [4]. Dari hasil penelitian diatas masih ditemukan kekurangan dari fungsi – fungsi alat seperti hasil pantauan tidak tercatat secara *realtime* dan penelitian yang masih dalam skala laboratorium sehingga alat yang ada tidak bisa di aplikasikan secara langsung untuk pemantauan pasang surut air laut maupun sungai. Sehingga pada penelitian ini dirancang sebuah *prototype* yang dapat diterapkan untuk melakukan pendeteksian ketinggian permukaan air pada aliran sungai. Teknologi yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino Uno sebagai papan kontrol yang mudah di operasikan dengan tambahan sensor DT22 untuk mengetahui daerah yang sedang dilanda hujan sehingga memudahkan sensor ultrasonic untuk melakukan pengukuran tinggi permukaan air pada aliran sungai secara otomatis pada musim hujan.

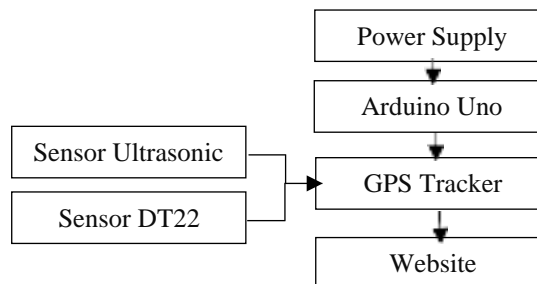
Dengan adanya penelitian ini diharapkan mampu menjadi pendeteksi dini pasang surut air secara otomatis pada musim hujan sehingga mempermudah pengukuran ketinggian air secara real time berbasis Mikrokontroler Arduino Uno dengan sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Sensor DT22.

Metode Penelitian

Desain Arsitektur Sistem

Desain Arsitektur Sistem Sistem deteksi dini tanah longsor berbasis *Internet of Things* (IoT) harus memenuhi beberapa persyaratan agar dapat berfungsi dengan baik seperti monitoring kemiringan tanah dan curah hujan, pemrosesan data, dan dapat mengontrol peralatan-peralatan pendukung lainnya (contoh lampu sirine) [5]. Melalui penelitian ini akan digunakan sensor kemiringan dan sensor hujan yang terhubung dengan mikrokontroler ESP8266.

Pada perancangan sistem kontrol, akan lebih mudah dan efisien jika menggunakan mikrokontroler ESP32 [6]. Mikrokontroler ESP32 telah mendukung koneksi wi-fi yang cepat, *bluetooth*, pin input output yang lebih banyak dibandingkan dengan mikrokontroler ESP8266 dan hemat daya [7], [8]. Maka pada penelitian ini akan digunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama rangkaian sensor ultrasonik. Selain itu, mikrokontroler ESP32 banyak digunakan untuk koneksi *Internet of Things* [9], [10]. Mikrokontroler ini telah tertanam di dalam Node MCU dan dapat terhubung dengan jaringan internet karena memiliki perangkat wifi. Perangkat wifi yang dimiliki dapat dimanfaatkan sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan webserver thinger.io.



Gambar 1. Blok diagram rangkaian sistem keseluruhan

Running Penelitian

Alat ini dirancang dengan prinsip kerja sensor ultrasonic membaca ketinggian permukaan air dan ketika permukaan air dalam keadaan aman berkisar 0-5 cm. Maka LCD akan menyala sebagai tanda awal bahwa ketinggian air masih aman, kemudian apabila ketinggian air naik lebih dari 3 cm dan ketinggian air melebihi 7 cm maka alat akan memberikan peringatan berupa bunyi buzzer dan lampu andon akan menyala berkedip sebagai tanda waspada banjir.

Kemudian alat akan mengirim pemberitahuan ke pemilik rumah bahwa keadaan rumah sedang waspada banjir. Dan apabila ketinggian air melebihi 10 cm maka buzzer akan berbunyi dan andon menyala serta mematikan aliran listrik rumah sebagai langkah perlindungan bagi penghuni rumah sekaligus lingkungan sekitar. Pemberitahuan akan disampaikan agar pemilik mengetahui bahwa sedang terjadi banjir dan listrik rumah dimatikan. Data pengukuran ketinggian dapat dibaca oleh pemilik rumah maupun masyarakat umum.

Proses Pengumpulan Data dan Tahapan Analisis

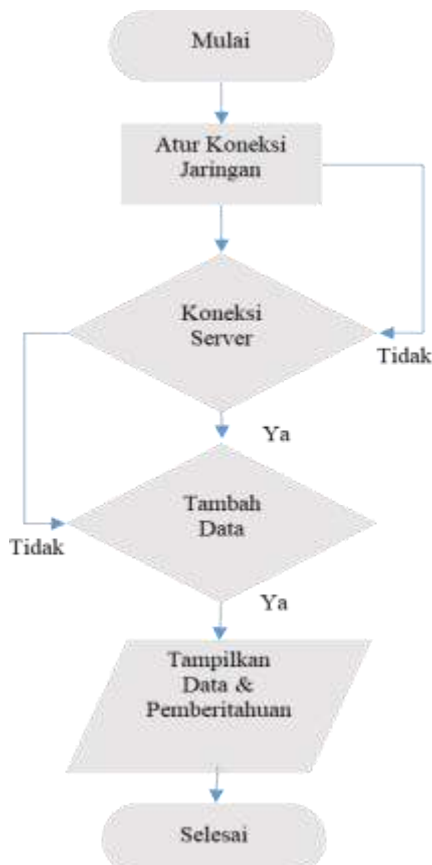
Pengumpulan data yang dilakukan berlangsung saat pengujian, diharapkan pada tahap pengujian ini ditemukan sebuah gagasan baru dalam mengurangi kesalahan pada langkah-langkah tahapan sebelum Analisa Data

Hasil dan Pembahasan

Pemrograman



Gambar 2. Alur Pemrograman 1



Gambar 3. Alur Pemrograman 2

Selanjutnya membuat kode pemrograman untuk mengatur tingkatan ketinggian air dalam kondisi aman dan bahaya.

```

if (JAR_AIR == 50) {
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("KONDISI : ");
  lcd.print("BAHAYA");
  lcd.print("Humidity: ");
  lcd.print(hum);
  lcd.print("%");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Temp: ");
  lcd.print(temp);
  lcd.println("Celcius");
  delay(2000); //Delay 2 sec between temperature/humidity check.
  digitalWrite(REL_ALARM,LOW);
  digitalWrite(REL_BUZZER,HIGH);
  kondisi = 1;
}
    
```

Gambar 4. Kondisi 1 kode pemrograman

Berdasarkan kondisi 1 pemrograman diketahui bahwa jika ketinggian air melebihi 50 cm maka akan timbul tanda bahaya dan menunjukkan suhu pada daerah sekitar secara langsung.

```

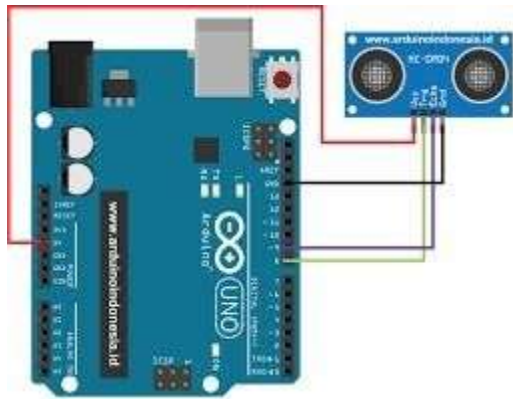
else if (JAR_AIR <= 50) {
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("KONDISI : ");
  lcd.print("AMAN ");
  lcd.print("Humidity: ");
  lcd.print(hum);
  lcd.print("%");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Temp: ");
  lcd.print(temp);
  lcd.println("Celcius");
  delay(2000); //Delay 2 sec between temperature/humidity check.
  digitalWrite(REL_ALARM,HIGH);
  digitalWrite(REL_BUZZER,LOW);
  kondisi = 0;
}
    
```

Gambar 5. Kondisi 0 kode pemrograman

Berdasarkan kondisi 0 pemrograman diketahui bahwa jika ketinggian air tidak melebihi dari 50 cm maka tidak akan menimbulkan tanda bahaya dan menunjukkan suhu pada daerah sekitar secara langsung.

Perancangan Rangkaian Sensor Ultrasonik

Pada Perancangan rangkaian Sensor Ultrasonik, hasil pembacaan dari sensor ultrasonic akan diatur dalam mikrokontroler. Sensor ini mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ultrasonic ini berdasarkan prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat digunakan untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu [5]. Keluaran dari sensor ini berupa analog dan juga digital, namun pada penelitian ini yang digunakan hanya keluaran analog untuk membaca hasil sensor ini.



Gambar 6. Rangkaian sensor ultrasonic

Tabel 1. Konfigurasi pin I/O antara Arduino uno dan sensor HC-SR04

Arduino Uno	Sensor HC-SR04
5V	VCC
GND	GND
D12	TRIG
D11	ECHO

Perancangan Rangkaian ESP8266

ESP 8266 merupakan chip yang didalamnya dilengkapi dengan processor, memori, dan akses ke GPIO, selain itu ESP 6288 ini dapat mensupport koneksi wifi secara langsung [11], [12]. Berdasarkan hasil pembacaan dari sensor ESP 8266 akan masuk dihubungkan dengan mikrokontroler. Keluaran dari sensor ini berupa keluaran analog dan sensor ini memiliki 6 PIN. PIN VCC disambungkan pada PIN 3V Arduino, PIN CH_PD disambungkan pada PIN GND Arduino, PIN GND disambungkan pada PIN GND pada Arduino, PIN GP100 disambungkan pada PIN GND, PIN URXD disambungkan pada PIN RXD Arduino dan terakhir PIN UTXD disambungkan pada PIN TXD Arduino.



Gambar 7. Rangkaian pembacaan ESP8266

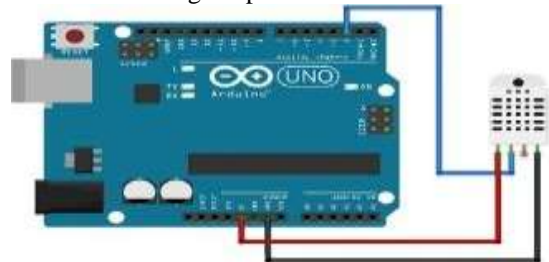
Tabel 2. Konfigurasi pin I/O antara Arduino uno dan ESP8266

Arduino Uno	Sensor ESP8266
Pin 3V	Pin VCC
Pin 3V	Pin CH_PD
Pin GND	Pin GND
Pin GND	Pin GP100

Pin RXD	Pin URXD
Pin TXD	Pin UTXD

Perancangan Rangkaian Pembacaan Suhu dan Kelembaban

DHT22 merupakan salah satu sensor digital dalam pembacaan suhu relative dan kelembaban. Sensor ini berdasarkan termistor dan kapasitor untuk menghitung udara disekitarnya dan keluar sinyal pada pin data [13]. Berdasarkan penelitian [14], bahwa DHT22 mempunyai akurasi yang lebih baik daripada DHT11. Sensor jenis ini cukup banyak dipilih karena data keluaran yang dihasilkan sudah dalam bentuk digital sehingga tidak memerlukan lagi proses konversi dari sinyal analog [15], [16]. Selain perbedaan dalam hal resolusi (DHT22 mampu menampilkan nilai hingga satu angka dibelakang koma [17]. Beberapa sensor suhu dan kelembaban lain yang juga sering digunakan adalah sensor BME280 [18], SHT31[19], dan DSB1280 [20]. Hasil pengukuran pada sensor DHT22 akan masuk kedalam mikrokontroler. Hasil dari sensor ini berupa keluaran analog dan sensor ini memiliki 3 PIN. PIN Analog output dihubungkan pada pin A2 Arduino. PIN VCC dihubungkan pada PIN 5V Arduino dan PIN Ground dihubungkan pada PIN Ground Arduino.



Gambar 8. Rangkaian pembacaan suhu dan kelembaban

Tabel 3. Konfigurasi pin I/O antara Arduino uno dan sensor DT22

Arduino Uno	Sensor DT22
Pin 2	Pin 2
Pin 5V	Pin VCC
Pin GND	Pin GND

Rangkaian Prototype Existing

Pada bagian ini proses yang dikerjakan adalah membuat *prototype* dan menyatukan beberapa komponen sensor dengan papan Arduino uno. Arduino uno adalah papan eletronik berbasis mikrokontroler ATmega yang memenuhi sistem minimum mikrokontroler supaya dapat bekerja secara mandiri (*standalone controller*) [21].



Gambar 9. Rangkaian *Prototype*

Running Penelitian

Uji Sensor Ketinggian Air

Pada Tahapan hasil uji kemudian akan dibandingkan dengan notifikasi yang muncul pada *Liquid Crystal Display* sebagai tanda yang terpasang pada rangkaian perangkat. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil uji sensor ketinggian air

Kondisi Ketinggian Air	Indikator Notifikasi LCD
Batas Bawah	Aman
Batas Atas	Bahaya dan Sirine

Berdasarkan pada tabel 4 diketahui bahwa ketinggian air pada batas bawah aka menunjukan notifikasi AMAN pada LCD dan saat ketinggian air pada batas maksimum notifikasi bahaya dan sirine akan menyala. Data ini dapat terbaca dengan baik seperti terlihat pada gambar 10.



Gambar 10. Pembacaan ketinggian air

Percobaan Pengujian *Prototype* Ketinggian Air

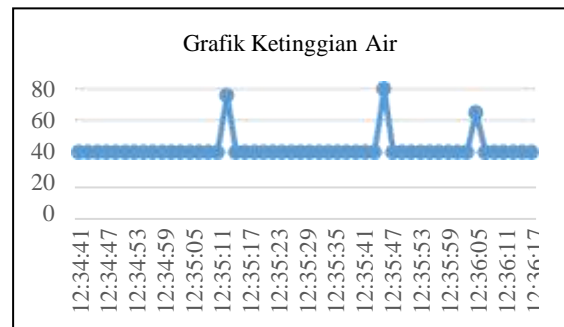
Tahapan selanjutnya adalah menguji kerja program yang telah dibuat. Dimana tampilan program diharapkan sama dengan kondisi aktual pada saat pengujian yang dapat diukur sesuai dengan Tabel 5. Saat ketinggian air tinggi sudah mencapai pada level yang ditentukan, program harus menampilkan notifikasi bahaya sebagai tanda bahwa ketinggian air pada batas atas.

Tabel 5. Pengujian ketinggian air di wadah penampungan air

Kategori Ketinggian Air	Jarak Ketinggian Air (cm)
AMAN	+/- 0-5
BAHAYA	+/- 10-20

Pengujian ini akan dilakukan dengan pengawasan langsung memakai platform layanan yaitu,

Thingspeak pada gawai. Hasil uji coba yang diperoleh melalui gawai pengguna dapat dilihat pada hasil pengumpulan data pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Ketinggian Air

Pada gambar 11. Dapat ditemukan ketika dilakukan simulasi penambahan jumlah ketinggian air, sensor dapat merespon perubahan ketinggian air, pada saat ini dilakukan pada 3 kali pengujian dan dapat terdeteksi secara langsung.

Hasil Uji Suhu

Setelah dilakukan tahapan pengujian diatas, alat dan perangkat dapat bekerja dengan yang direncanakan pada semula. Alat merespon yang diberikan aplikasi pada keadaan sebenarnya kurang dari 1 detik. Pengujian berikutnya adalah uji kerja program yang telah dibuat. Untuk melihat kinerja sensor suhu menampilkan notifikasi kondisi actual suhu pada daerah pengujian pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji suhu aktual

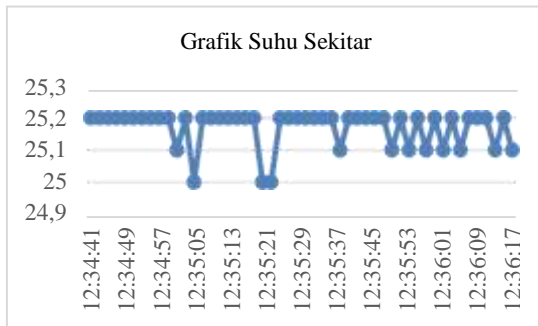
Kondisi Suhu	Indikator Notifikasi LCD
Suhu Aktual	Nilai Suhu

Didasarkan pada Tabel 6 dapat terlihat suhu pada LCD setelah menunjukkan data ketinggian air. Hal ini membuktikan bahwa data suhu dapat terbaca dengan baik seperti terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengujian suhu

Pengujian ini dilakukan dengan pengawasan langsung oleh peneliti. Hasil uji coba yang diperoleh melalui gawai pengguna dapat dilihat pada hasil pengumpulan data pada Gambar 12.



Gambar 13. Grafik suhu

Pada Gambar 13. Dapat ditemukan ketika dilakukan simulasi penambahan jumlah ketinggian air, sensor dapat merespon perubahan ketinggian air, pada saat ini dilakukan pada 3 kali pengujian dan dapat terdeteksi secara langsung.

Kesimpulan

Berdasarkan data pengujian dapat terlihat bahwa alat dapat mengirim notifikasi seperti yang sudah dirancang. Oleh sebab itu hasil pada penelitian ini membuktikan bahwa data ketinggian air dapat terbaca dengan baik. Setelah melakukan uji coba alat, ketika dilakukan simulasi penambahan jumlah ketinggian air, sensor dapat merespon perubahan ketinggian air, pada saat ini dilakukan pada 3 kali pengujian dan dapat terdeteksi secara langsung. Pada tahap pengujian *prototype* sudah dapat mendeteksi perubahan permukaan air yang disimulasikan apabila hujan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Sekolah Tinggi Teknologi Padang, terutama yang telah membantu diberbagai aspek untuk melakukan penelitian ini dan terima kasih juga disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan untuk menyediakan dana penelitian sesuai dengan kontrak penelitian tanggal 8 Juni 2022 nomor: 033/LL10/PG-AK/2022.

Daftar Pustaka

- [1] A. Rosyidie, "Banjir: Fakta Dan Dampaknya, Serta Pengaruh Dan Perubahan Guna Lahan.," J. Wil. Dan Perenc. Kota, vol. 24, no. 3, p. 244., 2013.
- [2] Azhari, M. I. Jumarang, and A. Muid, "Pembuatan Prototipe Alat Ukur Ketinggian Air Laut Menggunakan Sensor Inframerah Berbasis Mikrokontroler Atmega328,"
- [3] POSITRON, vol. IV, no. 2, pp. 64–70, 2014.
- [4] A. Tenggono, Y. Wijaya, E. Kusuma, and Welly, "SISTEM MONITORING DAN PERINGATAN KETINGGIAN AIR BERBASIS WEB DAN SMS GATEWAY," J. Ilm. SIISFOTENIKA, vol. 5, no. 2, pp. 119–129, 2015.
- [5] M. Nazilus, R. Alfita, and R. V. Nahari, "PROTOTYPE SISTEM MONITORING DAN PENGENDALIAN PINTU AIR OTOMATIS SEBAGAI PERINGATAN DINI BAHAYA BANJIR," in Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya, 2017, pp. 377–385.
- [6] R. Fikri, B. P. Lapanporo, and I. Jumarang, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Permukaan Air Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA328P Berbasis Web Service ISSN : 2301-4970," POSITRON, vol. 5, no. 2, pp. 42–48, 2015.
- [7] A. Soni and A. Aman, "Distance Measurement of an Object by using Ultrasonic Sensors with Arduino and GSM Module," Int. J. Sci. Technol. Eng. |, vol. 4, no. 11, pp. 23–28, 2018.
- [8] M. Mehta, "ESP 8266 : A BREAKTHROUGH IN WIRELESS SENSOR NETWORKS AND," Int. J. Electron. Communacation Eng. Technol., vol. 6, no. 8, pp. 7–11, 2015.
- [9] A. Holovatyy, "Development of IoT Weather Monitoring System Based on Arduino and ESP8266 Wi-Fi Module Development of IoT Weather Monitoring System Based on Arduino and ESP8266 Wi-Fi Module," IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., vol. 1016, no. 012014, pp. 1–10, 2021.
- [10] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktiawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar," J. Fis. dan Apl., vol. 16, no. 1, pp. 1–6, 2020.
- [11] F. K. Palupi, S. Luthfiyah, I. D. Gede, H. Wisana, and M. Thaseen, "Baby Incubator Monitoring Center for Temperature and Humidity using WiFi

- Network,” *J. Electron. Electromed. Eng. Med. Informatics*, vol. 3, no. 1, pp. 8–13, 2021.
- [11] S. Ajie, *Mudah belajar Mikrokontroler dengan Arduino Uno*. Bandung: Widya Media, 2015.
- [12] E. Systems, *ESP32 Series: Datasheet*. 2022.
- [13] S. Sadi and I. S. Putra, “RANCANG BANGUN MONITORING KETINGGIAN AIR,” *J. Tek. Univ. Muhammadiyah Tangerang*, vol. 7, no.1, pp. 77–91, 2018.
- [14] A. H. Saptadi, “Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22 studi komparatif pada platform ATMEL AVR dan Ardiuno,” *J. Infotel*, vol. 6, no. 2, pp. 49–56, 2014.
- [15] Z. Budiarmo, “Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler,” *J. Teknol. Inf. Din.*, vol. 20, no. 2, pp. 171–177, 2015.
- [16] Aosong, “Temperature and humidity module DHT11 Product Manual.”
- [17] M. Dwiyanti, R. N. W, and Tohazen, “Desain Sistem Pemantauan Kualitas Air pada Perikanan Budidaya Berbasis Internet of Things dan Pengujiannya,” *J. MULTINETICS*, vol. 5, no. 2, pp. 57–61, 2019.
- [18] F. . Purnomo, N. . Yoseph, A. Yulianto, Y. . Royan, and M. . Safi’ie, “Development of wind monitoring systems with LoRA technology Development of wind monitoring systems with LoRA technology,” *IOPConf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol.989, no. 012011, pp. 1–5, 2022.
- [19] C. J.B., W. L.T, O. G.C, and H. J.k, “Applications of low-cost environmental monitoring systems for line-scale abiotic measurements in forest ecology,” *Agric. For. Meteorol.*, 2022.
- [20] A. Elyounsi and A. N. Kalashnikov, “Evaluating Suitability of a DS18B20 Temperature Sensor for Use in an Accurate Air Temperature Distribution Measurement Network,” in *Engineering Proceeding*, pp. 1–7.
- [21] Aosong, *Temperature and humidity*