

SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR MENGGUNAKAN SENSOR MICRO LIDAR VL53L1X BERBASIS ESP32 DENGAN NOTIFIKASI WHATSAPP GATEWAY**Zahwa Tri Riyanto¹, M. Azhar Irwansyah², Hafiz Muhardi³**^{1,2,3} Universitas Tanjungpura;

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawari Pontianak 78124; 0561740185

zahwatri.riyanto@student.untan.ac.id**Abstract (English)**

Floods are among the most damaging natural disasters, significantly affecting communities. This study aims to develop an Early Flood Warning System (EFWS) by integrating Micro LiDAR technology and a WhatsApp Gateway to improve the speed and accuracy of disaster alerts. The system is designed using the System Development Life Cycle (SDLC) with a waterfall model, covering stages of analysis, design, implementation, and testing. A Micro LiDAR sensor, specifically the VL53L1X model, is used to measure real-time water levels with high accuracy of up to four meters, based on Time-of-Flight (ToF) technology. This enables fast and precise distance measurements in various conditions. Meanwhile, the WhatsApp Gateway serves as a direct communication medium for delivering alerts to the public. The testing results indicate that the system can detect potential flooding promptly and disseminate warnings effectively. These findings suggest that the integration of sensor technology and popular communication platforms offers an efficient solution for enhancing community preparedness. The proposed system presents a promising approach to leveraging technology in flood risk mitigation, especially in vulnerable areas.

Article History

Submitted: 21 Juli 2025

Accepted: 24 Juli 2025

Published: 25 Juli 2025

Key Wordsmicro LiDAR;
VL53L1X; early warning
system; ESP32;
WhatsApp gateway.**Abstrak (Indonesia)**

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang memiliki dampak signifikan terhadap kehidupan masyarakat. Penelitian ini bertujuan mengembangkan Sistem Peringatan Dini Banjir (SPDB) berbasis teknologi Micro Lidar dan WhatsApp Gateway untuk meningkatkan efektivitas penyampaian informasi secara cepat dan akurat. Sistem dirancang menggunakan pendekatan *System Development Life Cycle* (SDLC) model *waterfall*, yang meliputi tahap analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian. Micro Lidar tipe VL53L1X digunakan sebagai sensor pengukur tinggi muka air secara real-time dengan akurasi tinggi hingga empat meter, berbasis teknologi *Time-of-Flight* (ToF). Sensor ini memungkinkan pengukuran jarak dengan cepat dan presisi pada berbagai kondisi lingkungan. Sementara itu, WhatsApp Gateway dimanfaatkan sebagai media penyampaian peringatan secara langsung kepada masyarakat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi potensi banjir secara tepat waktu dan menyebarkan peringatan dengan baik. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi antara teknologi sensor dan media komunikasi populer dapat menjadi solusi efektif dalam peningkatan kesiapsiagaan masyarakat menghadapi bencana banjir. Implementasi sistem ini berpotensi mendukung upaya mitigasi risiko bencana berbasis teknologi di wilayah rawan banjir.

Sejarah Artikel

Submitted: 21 Juli 2025

Accepted: 24 Juli 2025

Published: 25 Juli 2025

Kata Kuncimicro LiDAR;
VL53L1X; sistem
peringatan dini; ESP32;
whatsapp gateway.**PENDAHULUAN**

Banjir merupakan salah satu bencana yang paling sering terjadi di wilayah Indonesia, yang berdampak besar pada kehidupan masyarakat baik secara ekonomi, sosial, maupun keselamatan jiwa. Salah satu kendala utama yang dihadapi dalam penanganan banjir adalah keterbatasan sistem peringatan dini yang akurat dan mudah diakses. Keterlambatan dalam memperoleh informasi sering kali membuat masyarakat tidak siap menghadapi risiko yang ditimbulkan. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan sistem yang mampu memberikan informasi secara cepat, tepat, dan efisien, khususnya di daerah rawan seperti Kalimantan Barat.

Berbagai pendekatan telah dilakukan dalam penelitian sistem peringatan banjir. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi tinggi permukaan air, tetapi performanya dapat

terganggu oleh kondisi lingkungan tertentu [1]. Selain itu, sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) telah dikembangkan untuk memantau aliran air secara berkala, namun penyampaian informasinya masih bergantung pada layanan SMS yang memiliki keterbatasan dalam jangkauan dan efektivitas [2].

Seiring berkembangnya teknologi komunikasi, WhatsApp mulai dimanfaatkan sebagai media pengiriman informasi peringatan karena kemudahan akses dan tingginya tingkat keterbacaan pesan dibandingkan SMS [3]. Selain media, teknologi sensor juga mengalami peningkatan signifikan. VL53L1X, sensor berbasis Time-of-Flight (ToF), memiliki kemampuan mengukur jarak hingga 4 meter dengan akurasi tinggi dan dapat digunakan di berbagai kondisi pencahayaan [4]. Meski umum digunakan di bidang otomasi, pemanfaatannya dalam sistem pemantauan banjir masih jarang ditemukan.

Tenda et al. mengembangkan sistem peringatan banjir berbasis IoT yang mengirimkan informasi melalui platform Twitter secara real-time [5]. Studi ini menjadi salah satu dasar penting yang menunjukkan potensi integrasi antara sensor dan media komunikasi modern dalam mendukung mitigasi bencana.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem peringatan dini banjir yang memanfaatkan sensor VL53L1X dan WhatsApp Gateway sebagai media penyampaian informasi. Dengan sistem yang mampu beroperasi secara otomatis dan *real-time*, diharapkan dapat meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dan meminimalkan dampak bencana banjir secara efektif.

TINJAUAN PUSTAKA

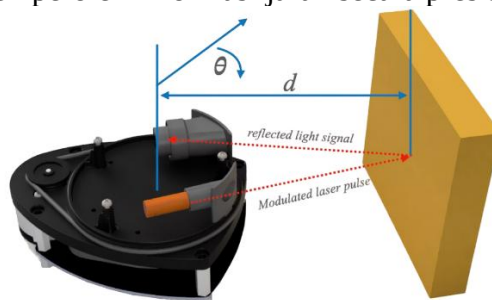
2.1 Sistem Peringatan Dini

Sistem Peringatan Dini (*Early Warning System*) merupakan salah satu usaha pengendali bencana yang juga salah satu elemen utama dalam mengurangi resiko bencana alam. Sistem Peringatan Dini ialah serangkaian sistem guna memberitahukan kapan akan timbulnya kejadian alam [6].

Sistem peringatan banjir yang efektif harus mampu menyampaikan informasi secara real-time kepada masyarakat. Sistem yang mereka kembangkan mampu mendeteksi perubahan ketinggian air dan mengirimkan peringatan melalui antarmuka *mobile* secara otomatis. Fitur ini memungkinkan pengguna menerima peringatan secara cepat dan akurat, sehingga dapat meningkatkan kewaspadaan terhadap potensi banjir [7].

2.2 Micro LiDAR

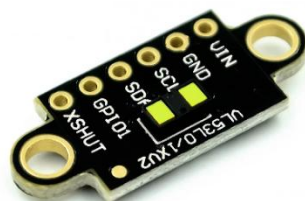
LiDAR (*Light detection and ranging*) adalah sebuah teknologi sensor jarak jauh menggunakan properti cahaya yang tersebar untuk menemukan jarak dan informasi suatu objek dari target yang dituju. *Micro LiDAR* ialah teknologi mini dimana cara kerjanya dengan memancarkan sinar laser terhadap objek dan kemudian pantulan dari sinar tersebut akan diterima oleh *receiver*. Menurut Nikmah et al., sistem LiDAR menentukan jarak dengan cara mengukur waktu yang dibutuhkan cahaya untuk mencapai objek dan dipantulkan kembali ke sensor. Hasil waktu tempuh tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan bersama dengan kecepatan cahaya untuk memperoleh informasi jarak secara presisi [8].



Gambar 1. Cara Kerja LiDAR

2.3. Sensor VL53L1X

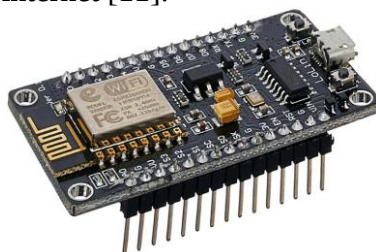
VL53L1X merupakan sensor jarak berbasis ToF (*Time-of-Flight*) yang dikembangkan oleh STMicroelectronics. Sensor VL53L1X mampu mengukur jarak hingga 4-meter dengan resolusi tinggi (± 1 mm) dan frekuensi pembacaan maksimum 50 Hz, menjadikannya sangat cocok untuk pengukuran level air secara real-time [9]. Sensor ini memiliki performa lebih baik dibandingkan sensor ultrasonik dalam hal akurasi dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan, serta mampu memberikan pembacaan yang lebih stabil dan konsisten dalam sistem monitoring berbasis IoT [10]. Teknologi ini lebih unggul dibanding sensor ultrasonik dalam hal kecepatan respon dan ketahanan lingkungan.



Gambar 2. Sensor VL53L1X

2.4 ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler dengan fitur komunikasi nirkabel seperti Wi-Fi dan Bluetooth, yang memungkinkannya berfungsi sebagai pengendali utama dalam sistem IoT. Keunggulan perangkat ini terletak pada efisiensi daya serta kemudahannya dalam pemrograman dan integrasi sensor, sehingga sangat mendukung penerapan sistem pemantauan dan notifikasi bencana berbasis internet [11].



Gambar 3. ESP32

2.5 Arduino IDE

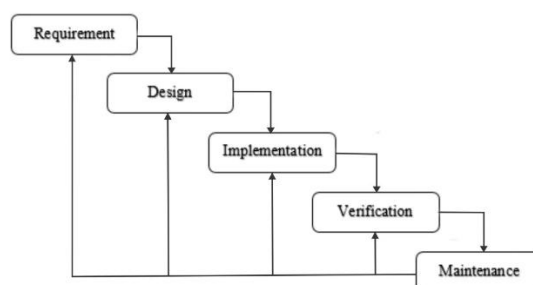
Arduino IDE merupakan perangkat lunak open-source yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah kode ke mikrokontroler berbasis Arduino maupun mikrokontroler lain seperti ESP32. Lingkungan pemrograman ini mendukung bahasa pemrograman C/C++ yang disederhanakan, sehingga memudahkan pengembangan sistem tertanam bagi pemula maupun profesional. Arduino IDE juga mendukung berbagai pustaka dan antarmuka serial yang mendukung proses debugging dan pengujian perangkat lunak secara langsung [12].

2.6 WhatsApp Gateway

WhatsApp Gateway merupakan layanan yang memungkinkan sistem terhubung dengan aplikasi WhatsApp melalui API tertentu. Teknologi ini memungkinkan sistem untuk mengirimkan pesan secara otomatis dan real-time ke banyak pengguna sekaligus, tanpa perlu interaksi manual, sehingga mendukung sistem notifikasi darurat yang efisien [13].

METODE PENELITIAN

Penulis menggunakan pendekatan model pengembangan sistem waterfall dalam merancang dan membangun sistem peringatan dini banjir berbasis IoT ini. Model ini dipilih karena memberikan alur kerja yang terstruktur dan sistematis, dimulai dari tahap analisis kebutuhan hingga pengujian sistem [14]. Tahapan-tahapan yang dilakukan meliputi, tahap (1) *Requirement* tahap ini dilakukan pengumpulan dan identifikasi kebutuhan sistem secara menyeluruh guna mendapatkan spesifikasi sistem yang akan dikembangkan. Kemudian, pada tahap (2) *Design* dilakukan perancangan arsitektur sistem, serta perancangan perangkat keras yang akan dikembangkan. Selanjutnya, pada tahap (3) *Implementation* adalah tahapan untuk melakukan implementasi (coding) dari sistem yang sudah dirancang sebelumnya. Setelah itu, pada tahap (4) *Verification* dilakukan pengujian terhadap fungsi-fungsi yang sudah diimplementasikan. Pada tahap Deployment dilakukan setelah pengujian fungsional dan non-fungsional telah selesai dilakukan, dimana sistem yang telah dikembangkan selanjutnya dapat diterapkan sesuai dengan yang diinginkan. (5) *Maintenance* difokuskan pada pengidentifikasian kesalahan yang mungkin muncul, perbaikan sistem jika ditemukan kendala teknis, serta pengembangan lebih lanjut sesuai dengan kebutuhan pengguna.



Gambar 4. Metode Waterfall

HASIL DAN PEMBAHASAN

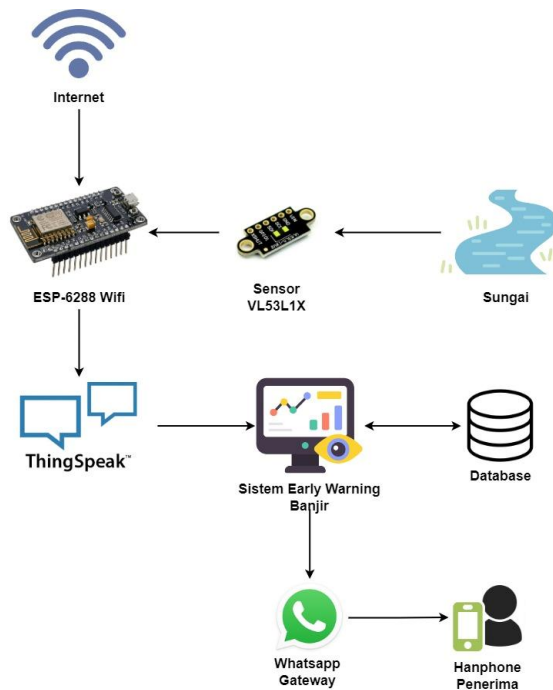
4.1 Requirement (Analisis)

Penulis menentukan komponen utama yang diperlukan untuk membangun sistem, yaitu sensor VL53L1X, mikrokontroler ESP32, koneksi Wi-Fi, dan perangkat lunak pemrograman Arduino IDE. Sensor VL53L1X berperan dalam mengukur ketinggian permukaan air menggunakan prinsip Time-of-Flight. Data hasil pengukuran dikirim ke ESP32, yang kemudian memproses informasi tersebut dan mengambil keputusan berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan. ESP32 bertugas sebagai pusat kendali, menangani pemrosesan data sensor dan pengiriman pesan peringatan ke WhatsApp Gateway.

Untuk menyusun dan mengunggah program ke ESP32, penulis menggunakan Arduino IDE karena kemudahannya dalam pengkodean serta dukungan pustaka yang luas untuk sensor dan komunikasi jaringan. Seluruh rangkaian sistem ini dirancang agar dapat bekerja secara otomatis, sehingga ketika ketinggian air terdeteksi melebihi batas aman, sistem akan secara langsung mengirimkan notifikasi peringatan ke beberapa nomor yang telah terdaftar melalui layanan WhatsApp Gateway.

4.2 Design (Perancangan)

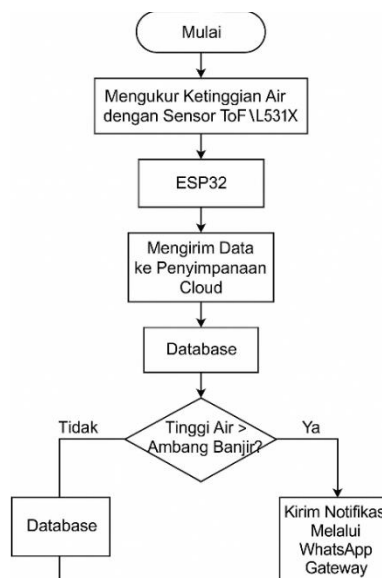
Fase perancangan bertujuan untuk menyusun arsitektur sistem dalam bentuk diagram blok dan alur logika proses kerja sistem. Perancangan ini mencakup antarmuka komunikasi antara komponen serta logika pengolahan data dan pengiriman notifikasi otomatis.



Gambar 5. Arsitektur Sistem

Gambar 5 menggambarkan struktur dan logika kerja sistem secara visual. Berikut adalah penjelasan alur kerja dari sistem berdasarkan gambar arsitektur:

- Sensor VL53L1X yang dipasang di atas aliran sungai berfungsi sebagai pengukur ketinggian permukaan air menggunakan teknologi Time-of-Flight.
- Data hasil pengukuran dari sensor dikirimkan secara real-time ke mikrokontroler ESP32, yang kemudian meneruskannya melalui koneksi internet ke layanan cloud seperti ThingSpeak dan juga ke server database.
- Sistem peringatan dini yang terintegrasi akan membaca data dari cloud dan database, lalu menentukan apakah ambang batas air telah terlampaui.
- Jika terjadi potensi banjir, sistem secara otomatis mengirimkan pesan peringatan melalui WhatsApp Gateway ke nomor ponsel yang telah didaftarkan, seperti petugas BPD atau pihak terkait.



Gambar 6. Diagram Alur

4.3 Implementation (Implementasi)

Tahap implementasi dilakukan dengan merakit komponen elektronik dan mengembangkan kode program pada ESP32 untuk mengolah data dari sensor dan mengirimkan peringatan melalui WhatsApp Gateway. Komunikasi antara perangkat keras dan perangkat lunak diuji secara bertahap untuk memastikan integrasi berjalan optimal.

```
// Connect or reconnect to Wifi
if(WiFi.status() != WL_CONNECTED){
  waitMillis = currentMillis;
  Serial.print("Attempting to connect to SSID: ");
  Serial.println(SECRET_SSID);
  while(WiFi.status() != WL_CONNECTED){
    WiFi.begin(ssid, password); // Connect to WPA/WPA2 network.
    if(currentMillis - waitMillis >= timeout) break;
    Serial.print(".");
    delay(5000);
  }
  Serial.println("\nConnected.");
}
```

Gambar 7. Kode Koneksi Wifi

```
void readDistance() {
  VL53L0X_RangefinderData t_distance;
  Serial.print("Reading a measurement... ");
  t_distance.rangingStart(t_distance, false);

  if (t_distance.RangeStatus != 4) {
    Serial.print("Distance (cm): "); Serial.println(t_distance.RangeMilliMeter * 0.1);
    dataLocan = t_distance.RangeMilliMeter * 0.1;
    delay(100);
  } else {
    Serial.println(" out of range ");
    delay(100);
    return;
  }
}
```

Gambar 8. Kode Sensor VL53L1X

4.4 Verification (Pengujian)

Pengujian dilakukan dalam dua aspek: akurasi pengukuran sensor dan kecepatan pengiriman pesan WhatsApp.



Gambar 9. Prototype Sensor

No.	Pengujian	Test Case	Hasil
1	ESP32	Upload sketch program	Upload berhasil
2	ESP32	Memperoleh data sensor dari LiDAR VL53L1X	Menampilkan data sensor yang terbaca
3	ESP	Menghubungkan ke jaringan internet	Terhubung ke jaringan internet
4	ESP32	Upload data hasil sensor ke Thingspeak	Data masuk ke bagan Thingspeak
5	Sensor micro LiDAR VL53L1X	Mengukur jarak	Dapat mengukur jarak akurat
6	LED Display	Menampilkan hasil sensor	Tampil hasil sensor real time

Tabel 1. Hasil Pengujian Perangkat

Berdasarkan dari hasil pengujian rangkaian perangkat keras sistem yang telah dibangun seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 di atas bahwa dapat dianalisis hasilnya bahwa rangkaian perangkat keras dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsionalitas yang dibutuhkan.

4.5 Maintenance (Pemeliharaan)

Pada tahap ini, penulis melakukan evaluasi terhadap kinerja sistem setelah implementasi untuk memastikan bahwa fungsionalitas berjalan sesuai harapan. Pemeliharaan difokuskan pada pengidentifikasian kesalahan yang mungkin muncul, perbaikan sistem jika ditemukan kendala teknis, serta pengembangan lebih lanjut sesuai dengan kebutuhan pengguna atau kondisi lingkungan yang berubah. Beberapa langkah pemeliharaan yang dapat dilakukan terhadap sistem peringatan dini banjir ini antara lain:

1. Melakukan penggantian pada komponen yang mengalami kerusakan, seperti sensor VL53L1X yang kehilangan akurasi atau mikrokontroler ESP32 yang tidak merespons.
2. Melakukan debugging atau revisi pada program jika ditemukan kesalahan logika yang mengganggu jalannya sistem.
3. Membersihkan komponen secara berkala, terutama sensor, agar terbebas dari debu atau kotoran yang dapat mempengaruhi akurasi pengukuran.
4. Mendesain ulang casing atau penempatan perangkat keras agar lebih tahan terhadap air, panas, dan debu, serta mempertimbangkan aspek ergonomis dan kemudahan perawatan.

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem peringatan dini banjir berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan mengintegrasikan sensor VL53L1X dan WhatsApp Gateway.
2. Sensor VL53L1X mampu mengukur tinggi muka air secara real-time.
3. WhatsApp Gateway memungkinkan penyampaian peringatan secara cepat, tepat, dan efisien ke banyak pengguna sekaligus.
4. Sistem bekerja secara otomatis tanpa intervensi manusia dan dapat diandalkan untuk skala komunitas.

5.2 Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan:

1. Menambahkan redundansi jaringan seperti SMS Gateway sebagai cadangan saat koneksi internet terputus.
2. Melengkapi sistem dengan fitur peta lokasi berbasis GPS untuk memperluas konteks informasi peringatan.
3. Mengintegrasikan sistem ini dengan platform pemantauan bencana skala nasional atau daerah agar lebih terkoordinasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Riyadi, H. Santoso, and D. Nugroho, "Perancangan sistem pemantauan banjir berbasis mikrokontroler dan sensor ultrasonik," *J. Teknol. dan Sistem Komputer*, vol. 8, no. 1, pp. 33–40, 2020.
- [2] E. Sutrisno and R. Mahardika, "Pengembangan sistem monitoring banjir berbasis IoT dan SMS Gateway," *J. Inform. dan Komputer*, vol. 12, no. 2, pp. 115–123, 2021.
- [3] D. Prasetyo and M. Yuliana, "Efektivitas WhatsApp dalam penyebaran informasi darurat kebencanaan," *J. Komun. Digital*, vol. 5, no. 1, pp. 44–51, 2019.

- [4] A. Kurniawan, S. Firmansyah, and R. Sari, "Penerapan Sensor VL53L1X untuk Deteksi Ketinggian Air Sungai Berbasis IoT," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 10, no. 2, pp. 124–130, 2021.
- [5] E. Tenda, A. V. Lengkong, and K. F. Pinontoan, "Sistem peringatan dini banjir berbasis IoT dan Twitter," *Cogito Smart J.*, vol. 7, no. 1, pp. 26–32, Jun. 2021.
- [6] I. N. Saputro, F. A. Wakid, dan S. S. Dewi, "Pembuatan sistem peringatan dini angin puting beliung di Desa Demakijo, Kecamatan Karangnongko, Kabupaten Klaten," *BEMAS: Jurnal Bermasyarakat*, vol. 4, no. 2, hlm. 351–356, Mar. 2024
- [7] M. B. Ulum and F. Badri, "Sistem monitoring cuaca dan peringatan banjir berbasis IoT dengan menggunakan aplikasi MIT App Inventor," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terapan (JITET)*, vol. 11, no. 3, pp. 319–328, Aug. 2023.
- [8] A. Nikmah, R. Ramadani, Dzulkiflih, M. Khoiro, and R. A. Firdaus, "Analisis kinerja sistem LiDAR dalam pengukuran jarak dengan pendekatan simulasi: Evaluasi ketepatan dan keandalan pengukuran," *J. Fisika Indonesia*, vol. 7, no. 5, pp. 1569–1576, May 2024.
- [9] STMicroelectronics, *VL53L1X Time-of-Flight Ranging Sensor Datasheet*, Rev. 8, Nov. 2019.
- [10] B. Hermawan and D. Ardi, "Studi Komparatif Sensor Jarak: VL53L1X vs Ultrasonik HC-SR04," *Jurnal Ilmu Komputer Terapan*, vol. 11, no. 2, pp. 90–97, 2023.
- [11] M. Yusuf and N. Ramadhan, "Penggunaan ESP32 dalam Pengembangan Sistem IoT Peringatan Banjir," *Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 7, no. 1, pp. 55–61, 2022.
- [12] Arduino, "Arduino IDE 2.0 Documentation," 2022. [Online]. Available: <https://docs.arduino.cc/software/ide-v2>
- [13] S. V. Yulianto, L. D. Setia, dan A. P. Atmaja, "The Use of WhatsApp Gateway for Automatic Notification System," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1845, no. 1, 2021, Art. no. 012014.
- [14] R. Wijaya et al., "Desain Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Platform IoT," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 8, no. 1, pp. 34–41, 2022.