

PERANCANGAN PEMANTAUAN BANJIR REALTIME BERBASIS INTERNET OF THING MENGGUNAKAN ESP 32 TERINTERGRASI THINGSPEAK DAN NOTIFIKASI BOT TELEGRAM PADA BENDUNGAN KRAMAT JATI

Bagas Fadillah, Nuroji*

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika,
Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka
Jl. Tanah Merdeka No.6, RT.10/RW.5, Rambutan, Kec. Ciracas,
Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta
nuroji@uhamka.ac.id

ABSTRAK

Banjir sering terjadi di wilayah Kramat Jati, Jakarta Timur, akibat kurangnya sistem deteksi dini. Penelitian ini merancang sistem pemantauan banjir berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 dan platform ThingSpeak. Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik dan water level untuk memantau ketinggian air secara real-time, dengan data disimpan di database dan ditampilkan melalui dashboard ThingSpeak. Metode prototyping digunakan dalam perancangan dan pengujian sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan peringatan status aman, waspada, dan banjir dengan akurasi 80%. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi mitigasi risiko banjir.

Kata kunci : *IoT, ESP32, ThingSpeak, Pemantauan Banjir, Sistem Deteksi Dini.*

1. PENDAHULUAN

Banjir adalah permasalahan yang sering terjadi pemerintah melakukan banyak sekali cara untuk mencegah banjir di mulai dari penggalian dan pengerukan sungai sampah serta membentuk bendungan. Akan tetapi permasalahan tersebut masih belum teratasi dengan baik. Seperti pada kecamatan Kramat jati kota Jakarta timur provinsi Daerah Khusus Jakarta. Kecamatan ini memiliki bendungan yang setiap turun hujan selalu terjadi banjir yang menyebabkan mengganggu jalur perlintasan kendaraan.

Menurut wawancara pada Suku Dinas Air Kramat Jati permasalahan yang sering terjadi pada bendungan kramat jati adalah banjir yang tidak dapat dideteksi. Salah satu penyebab terjadi hal tersebut dapat terjadi adalah dikarenakan sistem yang ada saat ini belum memadai, mengingat ketika hujan turun dan meningkatnya volume air petugas seringkali telat untuk membuka aliran pada bendungan tersebut.

Untuk itu diperlukan teknologi sebagai alat bantu untuk mengatasi permasalahan tersebut, penggunaan IoT dapat di implementasikan pada berbagai hal salah satunya pada bidang tata kelola air. Dengan penggunaan komunikasi dalam bidang tata kelola, pengawasan dan pendeteksi volume air secara konvensional sudah tidak efektif lagi di era sekarang ini.

Penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang pembuatan sistem pendeteksi banjir berbasis *Internet of Things* (IoT) di bendungan Kramat Jati, karena adanya sistem ini dapat meningkatkan efisiensi, mencegah banjir, dan membuat inovasi di bidang tata kelola. Selanjutnya, sistem ini akan terhubung ke internet dan ThingSpeak, yang akan memungkinkan

penulis untuk mengontrol dan memantau banjir secara *real-time*.

Secara konseptual, *Internet of Things* (IoT) adalah teknologi canggih yang bertujuan untuk meningkatkan dan memperluas manfaat dari konektivitas internet [1] yang terus-menerus, yang menghubungkan setiap benda di sekitar Anda untuk membuat aktivitas sehari-hari lebih mudah dan efisien [2].

Internet of Things, atau IoT, adalah teknologi canggih yang menghubungkan internet terus menerus. Idanya memungkinkan benda-benda di sekitar kita untuk menghubungkan satu sama lain, yang membuat aktivitas sehari-hari lebih mudah dan efektif, yang sangat membantu pekerjaan manusia [3].

Dengan teknologi *Internet of Things* ini, pengguna dapat melakukan pekerjaan dengan lebih cepat dan lebih efisien. Ini dapat membantu kita dalam banyak hal, salah satunya adalah tata kelola air.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak atau lingkungan pemrograman yang dirancang untuk memudahkan pengembangan program untuk Arduino. Kode dapat dikelola, di kompilasi, dan diunggah oleh pengguna, termasuk pemula yang belum familiar dengan pemrograman. Metode pemrograman yang diterapkan menggabungkan elemen dari dialek Java dan C++, sehingga pembuatan program dapat dipermudah. Berbagai kerangka kerja sistem operasi dapat digunakan untuk mengenali Arduino, memberikan fleksibilitas tinggi dalam penggunaannya. Antarmuka sederhana disediakan untuk mendukung berbagai *board* Arduino, mulai dari model dasar hingga yang lebih kompleks, sehingga

aplikasi sederhana maupun proyek tingkat lanjut dapat diakomodasi [4].

Perangkat lunak Arduino IDE digunakan untuk mengembangkan *sketch* pemrograman, yang dikenal juga sebagai platform pemrograman pada *board*. Kemampuan untuk mengubah, membuat, mengunggah, dan menulis kode program yang disesuaikan dengan kebutuhan diberikan kepada pengguna [5].

2.2. ESP32

ESP32 dikenal sebagai chip *Smart on Chip* (SoC) kecil yang dilengkapi dengan berbagai fitur, termasuk frekuensi Wi-Fi 802.11 b/g/n, prosesor 32-bit, ADC 12-bit, stack protokol TCP/IP, switch TR, LNA, SRAM, penguat daya Bluetooth, dan dukungan jaringan. Kemampuan komunikasi melalui jaringan Wi-Fi disediakan oleh chip ini menggunakan protokol seperti IPv4, TCP/IP, dan HTTP yang diterapkan melalui rangkaian eksternal [6].

Selain itu, dukungan untuk aplikasi IoT telah dirancang pada chip ini agar efisiensi tinggi dan konektivitas yang andal dapat dicapai. Berbagai perangkat dapat diintegrasikan melalui jaringan dengan chip ini, menjadikannya solusi fleksibel untuk proyek IoT. Pengelolaan daya yang efisien juga didukung, memungkinkan penggunaan pada perangkat dengan kebutuhan daya rendah. Kinerja chip ini telah dioptimalkan untuk memastikan data dapat diproses secara cepat, sehingga sistem berbasis *real-time* dapat dikembangkan secara efektif.

2.3. Sensor Ultrasonik

Sinyal fisik atau suara dapat dikonversi menjadi sinyal listrik, atau sebaliknya, oleh sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik, yang terdiri dari dua bagian, pendeteksi dan pembangkit gelombang ultrasonik, digunakan untuk mengukur jarak antara pemancar dan penerima dengan menggunakan pantulan gelombang suara [7].

Ketika gelombang ultrasonik dipancarkan dan diterima kembali, gelombang tersebut diubah menjadi unit yang diprogram pengguna, seperti volume atau jarak. Pengukuran ini kemudian dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi, seperti pendeteksian objek atau pengukuran tingkat cairan, yang memberikan data yang akurat dan *real-time*.

2.4. Sensor Water Level

Sensor tingkat air dapat digunakan dalam berbagai aplikasi sehari-hari untuk mendeteksi apakah hujan turun. Prinsip kerja sensor ini adalah sebagai berikut: ketika air hujan menyentuh panel sensor, proses elektrolisis terjadi [8].

IC komparator yang ada pada sensor ini dapat menghasilkan sinyal logika tinggi atau rendah, yang menunjukkan status hidup atau mati. Selain itu, sumber daya listrik dihasilkan oleh modul sensor ini. Tipe pengukur ini digunakan untuk mendeteksi adanya hujan. Air hujan mengaktifkan sakelar ini, yang

bekerja dengan cara air hujan mengenai panel sensor dan menghasilkan elektrolisis. Hal ini disebabkan oleh sifat air hujan sebagai elektrolit yang dapat menghantarkan arus Listrik [9].

Berdasarkan tingkat hujan, tingkat air mengatur kerja sensor. Sensor ini dibuat dengan plat PCB yang diformat secara khusus, seperti sisir, yang digunakan untuk membuat alat ini.

2.5. ThingSpeak

ThingSpeak adalah platform web yang berfungsi sebagai basis data untuk berbagai aplikasi *Internet of Things*. Penyimpanan dan pengambilan data dari berbagai perangkat dilakukan melalui jaringan internet menggunakan protokol HTTP dengan memanfaatkan aplikasi dan API open source yang disediakan oleh layanan ini [10].

Selama Anda terhubung ke jaringan internet, histori data akan terbaharui secara terus menerus. ThingSpeak dapat digunakan sebagai database *real-time* untuk sistem peringatan dini banjir karena kemampuan memperbaharui data secara konsisten.

2.6. Telegram

Telegram Messenger salah satu Social Mesenger yang penuh dengan fitur-fitur uniknya. Salah satunya adalah fitur bot-nya (Telegram Bot), dan dengan fitur *open source* dari Telegram Mesengger jadi kita serasa bebas melakukan apapun terhadap Telegram Messenger [11].

Telegram Bot API menawarkan platform untuk pengembang yang memungkinkan mereka untuk dengan mudah menangkap data sensor dan mengubahnya menjadi informasi yang berguna. Menggunakan platform Telegram Bot API untuk mengirim data ke awan dari perangkat berkemampuan Internet [12].

2.7. Penelitian Relavan

Beberapa penelitian sebelumnya memiliki relevansi dengan penelitian ini, khususnya dalam perancangan sistem pemantauan banjir secara *real-time* berbasis IoT, di antaranya sebagai berikut.

Penelitian yang dilakukan oleh Kamiliatul Husnah, Akhlis Munazilin, dan Farihin Lazim pada tahun 2024 berjudul “Rancang Bangun Alat Monitoring Ketinggian Air dan Peringatan Dini Banjir Berbasis Internet of Things (IoT)”. Penelitian ini mengembangkan sistem berbasis website untuk memantau kenaikan tinggi air sungai secara *real-time*. Sistem ini membantu lembaga terkait dan masyarakat dalam melakukan pengawasan ketinggian air dari jarak jauh tanpa harus pergi ke lokasi [13].

Penelitian yang dilakukan oleh Divi Adiffia Freza Alana dan Franciskus Antonius Alijoyo pada tahun 2021 berjudul “Sistem Pemantauan dan Pengendalian Level Air Waduk Berbasis IoT”. Metode yang digunakan adalah prototype dengan basis sistem berbasis aplikasi Bylink. Sistem ini menyediakan informasi *real-time* tentang level air waduk dengan

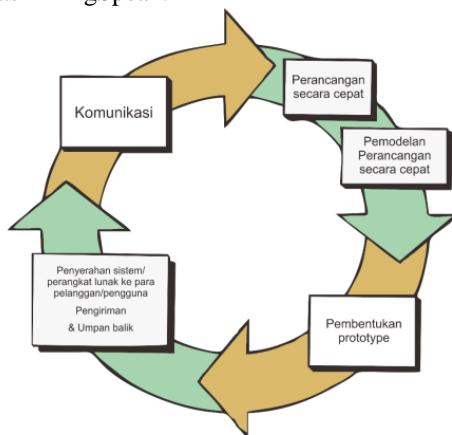
kategorisasi rendah, sedang, dan tinggi serta memungkinkan pengendalian buka-tutup solenoid ketika air mencapai level tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik dalam menampilkan informasi ketinggian air serta mengontrol solenoid sesuai kondisi waduk [1].

Penelitian yang dilakukan oleh Nurul Fauziah, Akhlis Munazilin, dan Firman Santoso pada tahun 2024 berjudul "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Uno". Penelitian ini menggunakan metode R&D dengan aplikasi Blynk sebagai platform utama. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik untuk pemantauan real-time ketinggian air dan memberikan peringatan dini melalui buzzer dan LED. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi Blynk memungkinkan pemantauan ketinggian air secara efektif serta dapat dikembangkan lebih lanjut untuk membandingkan performa berbagai jenis sensor ultrasonik [3].

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode prototype. Metode ini mencakup langkah-langkah seperti desain alat, perancangan model, pembuatan prototype, penyerahan sistem ke user, dan diskusi [14].

Data yang dihasilkan oleh setiap sensor water level dan ultrasonik dikumpulkan, disimpan dalam basis data, dan ditampilkan kepada pengguna melalui aplikasi ThingSpeak.



Gambar 1. Metode Prototype

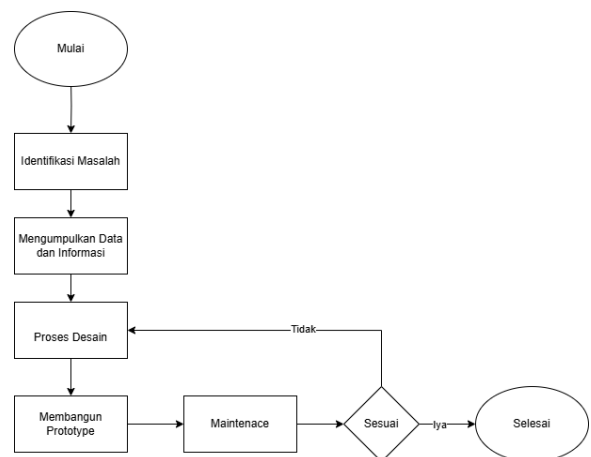
Metode prototipe menggambarkan aplikasi yang akan dibangun melalui perancangan prototipe, yang kemudian dievaluasi oleh pengguna untuk memastikan kesesuaiannya dengan kebutuhan. Tanpa menunggu penyelesaian sistem secara keseluruhan, hasil analisis komponen sistem diterapkan segera ke model, sehingga memungkinkan pengujian fitur lebih awal [15].

Prototype digunakan sebagai alat pembelajaran agar ide atau pengetahuan dapat diterapkan pada objek dunia nyata secara praktis. Sebagai representasi awal fisik dari objek sebenarnya, prototipe juga membantu pengguna memahami cara kerja sistem sebelum tahap akhir pengembangan. *Prototyping*, atau *Rapid*

Application Design (RAD), tidak hanya mempercepat proses desain sistem tetapi juga meminimalkan risiko kesalahan dengan memberikan ruang untuk revisi dan perbaikan berdasarkan masukan langsung dari pengguna [16].

Pendekatan ini memberikan fleksibilitas lebih dalam pengembangan, terutama pada proyek yang membutuhkan respon cepat terhadap perubahan kebutuhan.

Metode prototyping akan digunakan untuk membantu pengembang dan pengguna berpartisipasi dalam proses pengembangan sistem. Alur prototype dapat dilihat pada Gambar 2 [17] berikut:



Gambar 2. Alur Prototype

Seperti gambar 2 pada alur model pengembangan prototype biasanya terdiri dari beberapa tahapan utama. Berikut adalah cara pembuatan prototypenya:

3.1. Mengumpulkan Data dan Informasi

a. Observasi

Peneliti melakukan pengamatan langsung dengan melihat fenomena banjir yang sering terjadi di beberapa wilayah dan mencari informasi yang relevan khususnya pada Kramat Jati, Jakarta Timur.

b. Studi Literatur

Melakukan studi literatur dari berbagai sumber terkait seperti jurnal, artikel dan buku sebagai referensi yang dibutuhkan untuk penelitian [13].

c. Wawancara

Peneliti melakukan wawancara terhadap petugas SuDin bendungan di wilayah kramat jati untuk mengumpulkan informasi dan perhitungan mengenai banjir.

3.2. Identifikasi Kebutuhan

Peneliti mengidentifikasi apa yang diperlukan untuk sistem yang berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk memantau ketinggian air dan peringatan dini banjir. Untuk mengetahui tujuan sistem secara keseluruhan, peneliti harus melakukan observasi langsung di lapangan pada tahap ini.

3.3. Proses Desain

Proses ini dimulai berdasarkan hasil analisis dan akan menghasilkan model kerangka pemeriksaan ketinggian air dan peringatan dini banjir. Para ilmuwan mengubah perangkat sesuai dengan kebutuhan klien, seperti informasi, interaksi, dan desain hasil.

3.4. Membangun Prototype

Pada tahap ini, hasil dari rencana yang telah diselesaikan pada tahap sebelumnya digunakan untuk membuat alat pengecekan ketinggian air dan peringatan dini banjir. Rencana sementara dibuat berdasarkan kebutuhan dan desain yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. serta melakukan testing dengan metode Blackbox [18].

3.5. Maintenance

Perbaikan dilakukan untuk menguji efektivitas dan produktivitas prototype. Hasil evaluasi memungkinkan pembangun prototype untuk

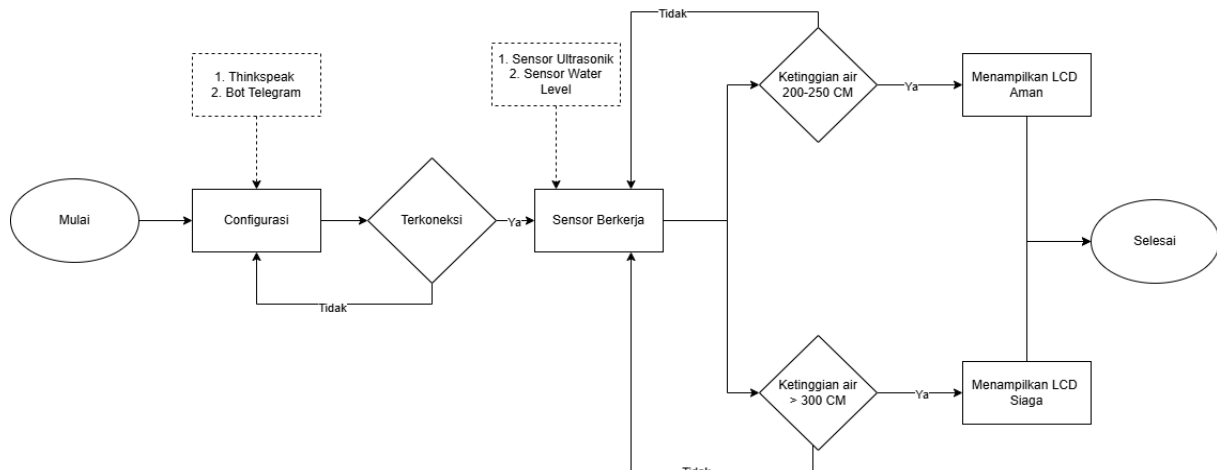
melakukan perbaikan selama proses desain atau pembangunan sistem.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengembangan sistem adalah pengembangan alat untuk melacak ketinggian air dan peringatan dini banjir berbasis *Internet of Things* yang menggunakan grafik ketinggian air secara *real-time* dan mengintegrasikan aplikasi ThingSpeak. Hasil akhir dari pengembangan sistem dapat digunakan untuk memonitor dan memberitahu petugas SuDin Air tentang peringatan dini banjir melalui grafik ketinggian air secara *real-time*.

4.1. Flowchart Sistem

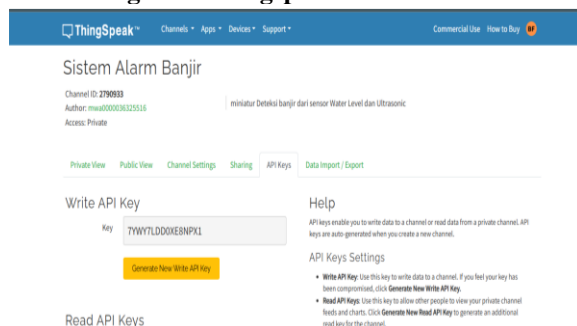
Flowchart ini merupakan langkah awal dalam pembuatan program dari prototype monitoring banjir berbasis IoT. Dengan adanya flowchart, ini akan membantu proses pengerjaan alat.



Gambar 3. Alur Sistem

Dalam gambar 3 terdapat beberapa konfigurasi sistem ke ThingSpeak agar dapat monitoring sistem banjir tersebut oleh pengguna.

4.2. Konfigurasi Thingspeak



Gambar 4. Konfigurasi Thingspeak

Pada tahap ini peneliti melakukan *register* pada halaman ThingSpeak agar dapat menggunakan sistem ThingSpeak dengan baik, selanjutnya membuat

channel baru pada ThingSpeak dengan dua *field* yaitu “Ketinggian Air” dan “Curah Hujan”. Setelah itu, peneliti juga melakukan konfigurasi sistem pada arduino IDE agar data yang diberikan dari alat terhubung dengan ThingSpeak dengan baik, dapat dilihat pada gambar 4.

Selanjutnya peneliti menyimpan *link* API yang telah terintegrasi dengan sistem halaman ThingSpeak yang akan digunakan untuk memonitoring banjir pada Bendungan Kramat Jati jakarta timur.

4.3. Konfigurasi Telegram

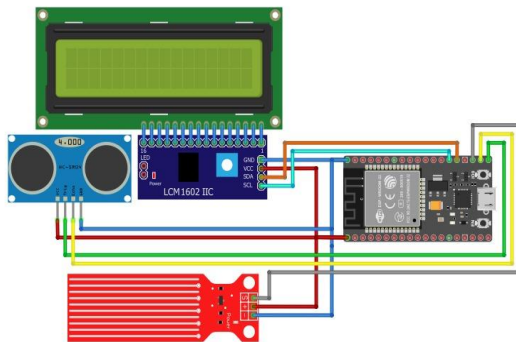
Pada tahap ini Peneliti melakukan konfigurasi pada Telegram agar memudahkan *user* dalam penyebaran informasi yang masih dan tidak hanya dimiliki admin, pada awalnya peneliti mendaftarkan telegram dan membuat bot yang nantinya akan terhubung pada Ketinggian air dan Curah hujan, yang mana ini juga menjadi acuan dasar dari Sistem deteksi banjir.



Gambar 5. Notifikasi Telegram

Selanjutnya peneliti menyimpan data tersebut pada aplikasi Telegram dan mengintegrasikan halaman telegram pada *link* Id Bot agar membantu mempercepat proses integrasi sistem. seperti pada gambar 5 Bot Telegram menampilkan notifikasi kepada user yang mengikuti bot yang telah di rancang.

4.4. Perancangan Alat



Gambar 6. Rangkaian Perancangan Alat

Pada Gambar 6 diatas menampilkan rangkaian Alat Monitoring ketinggian Air dan Peringatan dini Banjir berbasis *internet of things* dimana thingspeak menghubungkan kemampuan untuk menghubungkan satu bagian dengan bagian lainnya, ESP32 sebagai mikrokontroler atau otak yang mengatur rangkaian alat, resistor 5 ohm untuk LCD agar tidak terbakar dan menyala dengan aman, sensor Ultrasonik untuk mendeteksi air naik, sensor Water Level untuk mendeteksi hujan serta menjadi parameter air naik , kabel USB sebagai penghubung antara ESP32 dengan PC agar coding/program dapat masuk melalui ESP32, input data pin analog 1 menerima data yang sudah dibaca oleh sensor, VCC daya 3 Volt, lampu LED dihubungkan dengan pin D2, D4, D5 sensor ultrasonik dan sensor water level dihubungkan dengan D18,

kaknya dihubungkan dengan ground dan dihubungkan dengan resistor.



Gambar 7. Rangkaian Alat

Selanjutnya, rangkaian alat di pada gambar 7 diatas akan mengumpulkan data dari sensor ultrasonik. Jika jarak ketinggian air lebih dari 200-250 cm, sensor akan menunjukkan status Aman; jika jarak ketinggian air 250-300 cm, sensor akan menunjukkan status Waspada; dan jika jarak ketinggian air kurang dari > 300 cm, sensor akan menunjukkan status BANJIR. Berikut adalah penjelasan untuk setiap status ketinggian air:

- Aman**
Pada ketinggian 200-250 cm dianggap sebagai status WASPADA, apabila sistem mendeteksi jika Sensor ultrasonik dalam taraf ≥ 200 cm.
- Waspada**
Pada ketinggian air 250-300 cm dianggap sebagai status SIAGA, apabila sistem mendeteksi jika Sensor ultrasonik dalam taraf ≥ 250 cm.
- Bahaya**
Pada ketinggian air > 300 cm ini dianggap sebagai status BAHAYA/BANJIR. Banjir dianggap sudah akan terjadi dan ada resiko bahaya bagi lingkungan sekitar. Apabila sistem mendeteksi jika Sensor ultrasonik dalam taraf > 300 cm yang sudah menyentuh taraf Bahaya dan sensor water terdeteksi.

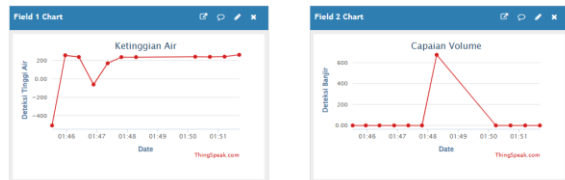
4.5. Testing

Untuk meminimalkan kesalahan, program harus diuji coba terlebih dahulu. Hasil pengujian metode Black box testing untuk sistem peringatan dini bencana banjir ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Testing Black Box

Frekuensi Air	Output					Keterangan
	Sensor Ultrasonik	Sensor Water Level	LCD Grafik	Jam Notifikasi Telegram	Selisih Waktu Notifikasi	
100 Cm	Aman	Aman	Aman	18.33	30 menit	Berhasil
160 Cm	Aman	Aman	Aman	18.56	30 menit	Berhasil
257 Cm	Waspada	Bahaya	Waspada	19.28	30 menit	Berhasil
365 Cm	Bahaya	Bahaya	Waspada	19.56	30 menit	Tidak Berhasil
474 Cm	Bahaya	Bahaya	Bahaya	20.33	30 menit	Berhasil

Hasil pengujian black box di Tabel 1 menunjukkan bahwa ia menghasilkan lima status berhasil. Dengan demikian, persentase keberhasilan pengujian seratus persen telah memenuhi kebutuhan fungsional.



Gambar 8. Data Monitoring Thingspeak

Ditinjau dari gambar 8 bahwa data yang di kirim melalui sensor terhubung dengan baik pada Thingspeak.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi Thingspeak dan alat ESP32 dapat digunakan untuk membuat alat pemantauan ketinggian air berbasis Internet of Things (IoT), pemantauan curah hujan, dan indikator hasil LCD. Kemudian, aplikasi Thingspeak digunakan untuk memprogram mikrokontroler agar dapat terhubung secara online serta dengan menggunakan notifikasi yang terkirim selama 30 menit sekali pada BotTelegram dapat memudahkan media informasi bagi masyarakat. Aplikasi ini memungkinkan pemantauan ketinggian air dengan sensor ultrasonik dan peringatan dini banjir secara real-time, dan hasil pengujian black box menunjukkan 80% keberhasilan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Adiffia, F. Alana, and F. A. Alijoyo, "SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN LEVEL AIR WADUK BERBASIS IOT," *J. Inform. DAN Teknol. Komput.*, vol. 02, no. 01, pp. 127–132, 2024.
- [2] M. Abdul Azis, I. Lammada, M. Ferdiansyah Perdana Putra, and M. I. Fadhilah, "Spend (Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Water Level Sensor Dengan Arduino Uno)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 4, pp. 4457–4464, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i4.9954.
- [3] N. Fauziah, A. Munazilin, and F. Santoso, "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 3, pp. 1464–1473, 2024, doi: 10.33379/gtech.v8i3.4343.
- [4] K. Kamal, U. M. Tyas, A. A. Buckhari, and P. Pattasang, "Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital," *J. Pendidik. dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2023.
- [5] C. L. Rohmat, O. Nurdian, I. Ali, A. Rinaldi Dikananda, A. Hafizha Luthfi, and E. Rohayati, "Implementasi Alat Pemantau Debit dan Ketinggian Air Sungai Berbasis Internet of Things Untuk Penanggulangan Banjir," *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 5, no. 1, pp. 136–143, 2023, doi: 10.47065/josyc.v5i1.4518.
- [6] N. T. Ujjianto, "Pintu Air Otomatis Pencegah Rob Berbasis Arduino," *J. Eng.*, vol. 14, no. 1, pp. 57–64, 2023, doi: 10.24905/jureng.v14i1.35.
- [7] I. P. Sari, A. H. Hazidar, M. Basri, F. Ramadhani, and A. A. Manurung, "Penerapan Palang Pintu Otomatis Jarak Jauh Berbasis RFID di Perumahan," *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–25, 2023, doi: 10.56211/blendsains.v2i1.246.
- [8] M. bahrul Ulum, "Sistem Monitoring Cuaca Dan Peringatan Banjir Berbasis Iot Dengan Menggunakan Aplikasi Mit App Inventor," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3, pp. 319–328, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3.3088.
- [9] Revida Iriana and Muh Ashley Mefgherry David, "Pembuatan Prototype Alat Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet of Things (Iot)," *J. Ilm. Tek.*, vol. 3, no. 2, pp. 92–102, 2024, doi: 10.56127/juit.v3i2.1502.
- [10] N. Aliyah *et al.*, "TANTANGAN DAN PELUANG PENGGUNAAN IOT PADA AGROKOMPLEKS : SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 9, no. 1, pp. 1216–1223, 2025.
- [11] H. A. Kusuma, S. B. Wijaya, and D. Nusyirwan, "Sistem Keamanan Rumah Berbasis Esp32-Cam Dan Telegram Sebagai Notifikasi," *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 8, no. 1, p. 30, 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.1.2291.
- [12] T. Penguasaan, K. Proses, and S. Dalam, "RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI ASAP DAN API BERBASIS IOT DAN TELEGRAM DI LABOR FTIK UNIVERSITAS ISLAM INDRAGIRI," *J. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 7, pp. 778–783, 2000.
- [13] K. Husnah, A. Munazilin, and F. Lazim, "Rancang Bangun Alat Monitoring Ketinggian Air dan Peringatan Dini Banjir Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 114–121, 2024.
- [14] H. Elisabeth, Wowor, V. P. Rantung, and K. Santa, "Sistem Kontrol Kualitas Air Berbasis Internet of Things Menggunakan Metode Prototype di Desa Pinapalangkow," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 4, no. 3, pp. 14529–14540, 2024.
- [15] T. Suhadi, Ramdani Rahmad and Yolanda, "Rancang Bangun Alat Ukur Pengisi Bahan Bakar Minyak (BBM) Berbasis Arduino Uno Menggunakan Liquid Crystal Display (LCD)," *J. Gerbang*, vol. 9, no. 1, pp. 61–68, 2019.
- [16] N. Andini, R. Taufiq, D. Y. Priyanggodo, and Y. Sugiyani, "Penggunaan Metode Prototype Pada Pengembangan Sistem Informasi Imunisasi Posyandu," *JIKA (Jurnal Inform.)*, vol. 7, no. 4, p.

- 431, 2023, doi: 10.31000/jika.v7i4.9329.
- [17] Muhamad Hilmansyah Susanta, "Prototype Penggunaan Empat Sensor Ultrasonik Pada Palang Parkir Otomatis Berbasis Arduino UNO," *J. Ilm. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 10, pp. 1–6, 2024.
- [18] Y. Mad Cani and A. Ali Ridha, "Pengujian Black Box Testing Pada Sistem Pendukung Keputusan Penerima Beasiswa di SMK Tarbiyatul Ulum Karawang," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 9, no. 9, pp. 754–760, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8084698>