RISTEK : Jurnal Riset, Inovasi dan Teknologi Kabupaten Batang

Vol. 10 No. 2 (2026) 76 – 82 | ISSN: 2549-6948 (Media Online)

Evaluasi Sistem Informasi Pemantauan Banjir Berbasis IoT Menggunakan Metode PISCES

Widiyono[1], Ari Putra Wibowo[2*], Hari Agung Budjiyanto[3]
[1,2,3]Teknik Informatika, Teknologi Informasi, Institut Widya Pratama
ariputra.stmikwp@gmail.com[*]

ABSTRAK

Banjir merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang paling sering terjadi di Indonesia dan menimbulkan dampak signifikan terhadap masyarakat, infrastruktur, dan aktivitas ekonomi. Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan implementasi sistem pemantauan banjir secara real-time melalui integrasi sensor, mikrokontroler, jaringan komunikasi, dan platform cloud. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi Sistem Informasi Pemantauan Banjir Berbasis IoT menggunakan metode PISCES (*Performance*, *Information*, *Economics*, *Control*, *Efficiency*, dan *Service*). Sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pengukur ketinggian air, Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan *cloud*, dan *Firebase Hosting* sebagai *platform dashboard* monitoring. Sebelum evaluasi PISCES dilakukan, sistem diuji melalui pengujian fungsional, validitas, dan reliabilitas instrumen penelitian. Hasil pengujian menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan dengan baik dengan tingkat akurasi sensor yang memadai. Uji validitas menunjukkan seluruh item kuesioner valid dengan nilai r-hitung lebih besar dari r-tabel, sedangkan uji reliabilitas menghasilkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,872 yang menunjukkan reliabilitas tinggi. Hasil analisis PISCES menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang baik dalam monitoring real-time, efisiensi operasional, dan kualitas layanan pengguna. Namun demikian, masih diperlukan peningkatan pada aspek keamanan data dan ketergantungan terhadap konektivitas internet.

Kata Kunci : *Internet of Things*, ESP32, HC-SR04, Firebase, Monitoring Banjir, PISCES

ABSTRACT

Flooding is one of the most frequent hydrometeorological disasters in Indonesia, causing significant impacts on communities, infrastructure, and economic activities. Advances in Internet of Things (IoT) technology have enabled the implementation of real-time flood monitoring systems through the integration of sensors, microcontrollers, communication networks, and cloud platforms. This study aims to evaluate an IoT-Based Flood Monitoring Information System using the PISCES framework, which consists of Performance, Information, Economics, Control, Efficiency, and Service dimensions. The developed system utilizes an ESP32 microcontroller, an HC-SR04 ultrasonic sensor for water level measurement, Firebase Realtime Database as a cloud-based data storage medium, and Firebase Hosting as the monitoring dashboard platform. Prior to the PISCES evaluation, the system was subjected to functional testing as well as validity and reliability assessments of the research instruments. The testing results indicate that all system functions operated properly, with an adequate level of sensor accuracy. The validity test demonstrated that all questionnaire items were valid, as evidenced by calculated correlation coefficients (r-count) exceeding the critical values (r-table). Meanwhile, the reliability test produced a Cronbach's Alpha value of 0.872, indicating a high level of reliability. The results of the PISCES analysis reveal that the system performs well in terms of real-time monitoring capabilities, operational efficiency, and user service quality. Nevertheless, improvements are still required in the areas of data security and the system's dependence on internet connectivity.

Keywords: Internet of Things, ESP32, HC-SR04, Firebase, Flood Monitoring, PISCES

Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

1. Pendahuluan

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia akibat tingginya curah hujan, perubahan tata guna lahan, serta keterbatasan sistem peringatan dini. Dampak yang ditimbulkan meliputi kerusakan infrastruktur, kerugian ekonomi, gangguan aktivitas masyarakat, hingga korban jiwa. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan yang mampu memberikan informasi kondisi banjir secara cepat, akurat, dan berkelanjutan guna mendukung proses mitigasi bencana [1].

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan integrasi sensor, mikrokontroler, jaringan internet, dan *cloud computing* untuk menghasilkan sistem monitoring yang dapat diakses secara real-time. Pada sistem pemantauan banjir, sensor ultrasonik HC-SR04 banyak digunakan untuk mengukur perubahan ketinggian air, sedangkan ESP32 berfungsi sebagai unit pemrosesan dan komunikasi data melalui jaringan Wi-Fi. Data hasil pengukuran dapat dikirimkan secara otomatis menuju platform cloud sehingga memungkinkan pengguna melakukan pemantauan dari berbagai lokasi [2].

Firebase Realtime Database merupakan salah satu layanan *cloud* yang banyak digunakan pada implementasi IoT karena mendukung sinkronisasi data secara *real-time*, sedangkan *Firebase Hosting* memungkinkan pengembangan *dashboard* monitoring berbasis web tanpa memerlukan server fisik yang kompleks. Integrasi ESP32, HC-SR04, dan *Firebase* menghasilkan sistem monitoring yang relatif murah, mudah dikembangkan, dan mampu mendukung kebutuhan pemantauan lingkungan secara berkelanjutan [3].

Meskipun teknologi IoT telah banyak diterapkan pada sistem pemantauan banjir, evaluasi terhadap kualitas sistem informasi yang dihasilkan masih diperlukan. Evaluasi tidak hanya mencakup aspek teknis, tetapi juga aspek kualitas informasi, efisiensi, keamanan, biaya operasional, dan layanan kepada pengguna. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi sistem informasi secara komprehensif adalah metode PISCES yang terdiri dari aspek *Performance*, *Information*, *Economics*, *Control*, *Efficiency*, dan *Service*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi Sistem Informasi Pemantauan Banjir Berbasis IoT menggunakan metode PISCES sebagai dasar pengembangan sistem yang lebih efektif dan handal [4].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode evaluatif untuk menilai kualitas Sistem Informasi Pemantauan Banjir Berbasis *Internet of Things* (IoT). Arsitektur sistem terdiri atas empat lapisan, *Cloud Layer*, dan *Application Layer*. Tahapan penelitian meliputi perancangan dan implementasi sistem, pengujian fungsional perangkat IoT, pengujian akurasi sistem dengan pengujian validitas dan reliabilitas. Selanjutnya, evaluasi kualitas sistem dilakukan menggunakan metode PISCES (*Performance*, *Information*, *Economics*, *Control*, *Efficiency*, dan *Service*).

2.1 Arsitektur Sistem

Sistem informasi pemantauan banjir berbasis *Internet of Things* (IoT) dirancang menggunakan arsitektur berlapis (*layered architecture*) untuk mempermudah proses akuisisi data, pemrosesan, penyimpanan, dan penyajian informasi secara real-time. Arsitektur ini terdiri atas empat lapisan utama, yaitu *Sensing Layer*, *Processing Layer*, *Cloud Layer*, dan *Application Layer*. Pendekatan berlapis memungkinkan sistem menjadi lebih modular, mudah dikembangkan, serta meningkatkan interoperabilitas antar komponen dalam lingkungan IoT modern [5].

2.1.1. *Sensing Layer*

Sensing Layer merupakan lapisan pertama yang bertugas melakukan akuisisi data dari lingkungan fisik. Pada penelitian ini digunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur jarak antara sensor dan permukaan air. Sensor bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang ultrasonik (*echo ranging*), di mana gelombang suara dipancarkan menuju permukaan air dan waktu pantulannya digunakan untuk menghitung jarak objek terhadap sensor. Data jarak yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi informasi ketinggian muka air sebagai indikator potensi banjir. Penggunaan sensor HC-SR04 pada sistem pemantauan banjir telah banyak diterapkan karena memiliki biaya yang relatif rendah, kemudahan integrasi dengan mikrokontroler, dan tingkat akurasi yang memadai untuk pemantauan ketinggian air secara real-time [6].

2.1.2. *Processing Layer*

Processing Layer berfungsi sebagai pusat pengolahan data yang diperoleh dari sensor. Pada penelitian ini digunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan utama. ESP32 dipilih karena memiliki prosesor dual-core, konsumsi daya rendah, serta modul Wi-Fi terintegrasi yang mendukung komunikasi data secara langsung ke *platform cloud* tanpa memerlukan perangkat tambahan. ESP32 melakukan pembacaan data sensor HC-SR04, menghitung nilai ketinggian air, menentukan status kondisi banjir berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan, dan mengirimkan hasil pengukuran ke cloud melalui jaringan internet. Penggunaan ESP32 pada sistem monitoring banjir terbukti mampu mendukung transmisi data real-time dengan keandalan yang baik dan biaya implementasi yang relatif rendah [7].

2.1.3. *Cloud Layer*

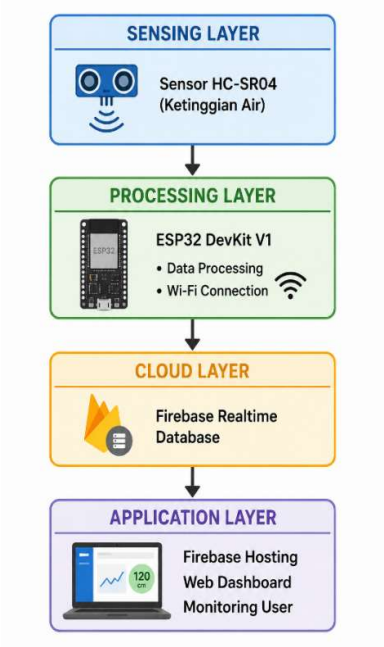
Cloud Layer berfungsi sebagai media penyimpanan, sinkronisasi, dan distribusi data secara real-time. Penelitian ini menggunakan Firebase Realtime Database yang dikembangkan oleh Google sebagai platform cloud utama. Firebase Realtime Database memungkinkan data sensor yang dikirim oleh ESP32 tersimpan dalam format JSON dan dapat disinkronkan secara otomatis ke seluruh perangkat yang terhubung. Mekanisme sinkronisasi real-time ini memungkinkan perubahan data pada sisi perangkat lapangan dapat langsung ditampilkan pada aplikasi pengguna tanpa memerlukan proses refresh secara manual. Selain itu, Firebase menyediakan infrastruktur cloud yang mudah diimplementasikan dan tidak memerlukan pengelolaan server secara mandiri sehingga cocok digunakan pada pengembangan sistem IoT skala kecil hingga menengah [8].

2.1.4. Application Layer

Application Layer merupakan lapisan yang berinteraksi langsung dengan pengguna. Pada penelitian ini dikembangkan dashboard monitoring berbasis web menggunakan Firebase Hosting sebagai *platform hosting* aplikasi. *Dashboard* dirancang menggunakan teknologi HTML, CSS, dan JavaScript yang terintegrasi dengan *Firebase Realtime Database* untuk menampilkan data ketinggian air secara *real-time*. Informasi yang ditampilkan meliputi nilai ketinggian air, status kondisi banjir (aman, siaga, atau bahaya), waktu pembaruan data, serta grafik historis perubahan tinggi muka air. Dengan memanfaatkan *Firebase Hosting*, aplikasi dapat diakses melalui berbagai perangkat seperti komputer, tablet, maupun smartphone tanpa memerlukan instalasi aplikasi tambahan. Pendekatan ini meningkatkan kemudahan akses informasi dan mendukung implementasi sistem peringatan dini banjir berbasis web [9].

Secara keseluruhan, alur kerja sistem dimulai ketika sensor HC-SR04 melakukan pengukuran jarak permukaan air secara periodik. Data hasil pengukuran kemudian diproses oleh ESP32 untuk menghitung nilai

ketinggian air dan menentukan status kondisi banjir. Selanjutnya data dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi menuju *Firebase Realtime Database* untuk disimpan dan disinkronkan secara real-time. *Dashboard* monitoring yang dihosting pada Firebase Hosting akan mengambil data terbaru dari database dan menampilkan informasi kondisi banjir kepada pengguna secara langsung melalui browser web. Arsitektur ini memungkinkan proses pemantauan berlangsung secara kontinu, real-time, dan dapat diakses dari lokasi yang berbeda sehingga mendukung efektivitas mitigasi bencana banjir. Gambar 1. Menggambarkan arsitektur sistem IoT pemantauan banjir.



Gambar 1. Arsitektur Sistem

Sepesifikasi *system hardware* dan software yang digunakan pada penelitian seperti pada tabal 1. berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Sistem IoT

No	Komponen	Fungsi
1	ESP32 DevKit V1	Mikrokontroler utama
2	HC-SR4	Sensor ketinggian air
3	Wi-Fi	Komunikasi data
4	Firebase Realtime Database	Penyimpanan cloud
5	Firebase Hosting	Dashboard monitoring

Arsitektur system penelitian ini menghasilkan informasi ketinggian air bendungan yang berpotensi terjadi banjir. Data ketinggian air akan dapat dipantau secara real-time dan mendapatkan informasi dari data yang diperoleh sensor IoT.

2.2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang terstruktur untuk memastikan sistem yang dikembangkan dapat berfungsi dengan baik dan dievaluasi secara komprehensif. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

2.2.1. Perancangan Sistem IoT

Tahap ini dilakukan untuk menentukan kebutuhan sistem serta merancang arsitektur perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan mencakup penentuan komponen utama seperti sensor HC-SR04 sebagai pengukur ketinggian air, ESP32 sebagai mikrokontroler, Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan data, serta Firebase Hosting sebagai platform dashboard monitoring berbasis web.

2.2.2. Implementasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Pada tahap ini dilakukan perakitan perangkat keras dan pengembangan perangkat lunak sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Sensor HC-SR04 dihubungkan dengan ESP32 untuk memperoleh data ketinggian air, sedangkan perangkat lunak dikembangkan untuk mengelola proses akuisisi data, komunikasi dengan cloud, serta visualisasi data pada dashboard monitoring. Gambar 2. Merupakan tampilan sistem pemantuan banjir dri hasil pembacaan sensor ditempatkan Hardware IoT dipasang.



Gambar. 2. Tampilan halaman web sistem pemantauan banjir

2.2.3. Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian fungsional dilakukan untuk memastikan seluruh komponen sistem bekerja sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengujian meliputi pembacaan data sensor, konektivitas ESP32 ke jaringan internet, pengiriman data ke Firebase Realtime Database, serta tampilan data secara real-time pada dashboard monitoring.

2.2.4. Uji Validitas Instrumen

Uji validitas dilakukan terhadap instrumen kuesioner yang digunakan dalam evaluasi sistem. Tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan setiap butir pertanyaan mampu mengukur aspek yang sesuai dengan variabel penelitian berdasarkan metode PISCES. Pengujian dilakukan menggunakan analisis korelasi antara skor item dengan skor total.

2.2.5. Uji Reliabilitas Instrumen

Setelah instrumen dinyatakan valid, dilakukan uji reliabilitas untuk mengetahui tingkat konsistensi jawaban responden. Pengujian reliabilitas menggunakan metode Cronbach's Alpha sehingga dapat diketahui apakah instrumen memiliki tingkat keandalan yang baik untuk digunakan dalam proses evaluasi sistem.

2.2.6. Analisis PISCES

Tahap analisis dilakukan menggunakan metode PISCES yang terdiri atas enam aspek evaluasi, yaitu Performance, Information, Economics, Control, Efficiency, dan Service. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelebihan, kekurangan, serta peluang pengembangan sistem informasi pemantauan banjir berbasis IoT dari sudut pandang pengguna dan kinerja sistem.

2.2.7. Penyusunan Rekomendasi Pengembangan Sistem

Berdasarkan hasil analisis PISCES, disusun rekomendasi pengembangan sistem untuk meningkatkan kualitas layanan, performa, keamanan, efisiensi, serta keandalan sistem pemantauan banjir. Rekomendasi yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya maupun implementasi di lapangan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Fungsional Sistem IoT

Tahap pengujian fungsional dilakukan guna memastikan bahwa seluruh modul sistem pemantauan banjir berbasis IoT berfungsi dengan baik. Pengujian melibatkan sensor HC-SR04, ESP32, konektivitas data ke *Firebase Realtime Database*, serta tampilan dashboard pada platform Firebase Hosting. Hasil pengujian system IoT pemantauan banjir dapat ditampilkan seperti Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian fungsional IoT

No	Komponen yang diuji	Skenario pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	Sensor HC-SR04	Mengukur jarak permukaan air	Nilai jarak terbaca sesuai kondisi aktual	Berhasil
2	ESP32	Membaca sensor data	Data sensor diterima ESP32	Berhasil
3	Wi-Fi	Koneksi internet	Terhubung ke internet	Barhasil
4	Firebase Realtime Database	Pengiriman data	Data tersimpan pada database cloud	Berhasil
5	Firebase hosting	Menampilkan data monitoring	Dashboard menampilkan data terbaru	Berhasil
6	Status banjir	Klasifikasi aman-siap-siaga	Status berubah sesuai tiggi air	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan seluruh fungsi utama sistem berjalan dengan baik. Data yang dihasilkan sensor HC-SR04 berhasil dikirimkan oleh ESP32 ke Firebase Realtime Database dan ditampilkan secara real-time pada dashboard monitoring.

3.2 Pengujian Akurasi Sensor HC-SR04

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor HC-SR04 terhadap pengukuran manual menggunakan mistar ukur atau pengukuran aktual.

Pendekatan yang digunakan dalam pengujian akurasi sensor dengan menghitung rerata error pembacaan data yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Error = \frac{\sum Error_i}{n} \quad (1)$$

Hasil perhitungan rata rata error dari hasil analisa data seperti table 3 berikut:

Tabel 3. Pengujian akurasi sensor

No	Pengukuran aktuan (cm)	Sensor HC-SR04 (cm)	Error (%)
1	20	20.3	1.50
2	30	29.8	0.67
3	40	40.5	1.25
4	50	49.6	0.80
5	60	60.4	0.67

Hasil perhitungan dari data table 3 diperoleh sebagai berikut:

$$Error = \frac{1.50 + 0.67 + 1.25 + 0.80 + 0.67}{n5}$$

$$Error = 0.98\%$$

Nilai rata-rata error sebesar 0,98% menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 memiliki tingkat akurasi yang baik untuk digunakan dalam sistem pemantauan banjir [10].

3.3. Uji Validitas Instrumen

Evaluasi validitas dilakukan terhadap kuesioner yang digunakan sebagai instrumen penelitian guna memastikan kesesuaian setiap item pertanyaan dalam mengukur konstruk yang ditetapkan pada dimensi PISCES. Pengujian validitas dilakukan dengan menghitung korelasi antara skor masing-masing item dengan skor total responden sehingga dapat diketahui tingkat keterwakilan setiap butir pertanyaan terhadap variabel yang diukur.

Instrumen penelitian terdiri dari 20 pertanyaan berdasarkan enam dimensi metode PISCES. Tabel 4 merupakan hasil uji validitas Analisa metode PISCES.

Tabel 4. Hasil Uji Validitas

Item	r-hitung	r-tabel	keterangan
P1	0.721	0.361	Valid
P2	0.684	0.361	Valid
P3	0.743	0.361	Valid
P4	0.701	0.361	Valid
I1	0.769	0.361	Valid
I2	0.754	0.361	Valid
E1	0.733	0.361	Valid
C1	0.705	0.361	Valid
EF1	0.742	0.361	Valid
S1	0.789	0.361	Valid

Seluruh item memiliki nilai r-hitung lebih besar dibandingkan r-tabel sehingga instrumen dinyatakan valid.

3.4. Uji Reliabilitas

Tahap berikutnya setelah validasi instrumen adalah pengujian reliabilitas yang bertujuan untuk mengetahui konsistensi data yang dihasilkan dari jawaban responden. Analisis reliabilitas dilakukan menggunakan Cronbach's Alpha sebagai indikator tingkat keandalan instrumen, sehingga dapat dipastikan bahwa instrumen layak digunakan dalam evaluasi sistem secara berkelanjutan. Tabel 5. Merupakan hasil uji reliabilitas metode PISCES.

Tabel 5. Hasil Uji Reliabilitas

Variabel	Cronbach Alpha
Performance	0.856
Information	0.881
Economics	0.824
Control	0.842
Efficiency	0.866
Service	0.894
Total	**0.872**

Nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,872 menunjukkan instrumen memiliki reliabilitas tinggi [11].

Tahap analisis dilakukan menggunakan metode PISCES yang terdiri atas enam aspek evaluasi, yaitu Performance, Information, Economics, Control, Efficiency, dan Service. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelebihan, kekurangan, serta peluang pengembangan sistem informasi pemantauan banjir berbasis IoT dari sudut pandang pengguna dan kinerja sistem.

Berdasarkan hasil analisis PISCES, disusun rekomendasi pengembangan sistem untuk meningkatkan kualitas layanan, performa, keamanan, efisiensi, serta keandalan sistem pemantauan banjir. Rekomendasi yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya maupun implementasi di lapangan.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sistem Informasi Pemantauan Banjir Berbasis IoT menggunakan ESP32, sensor HC-SR04, *Firebase Realtime Database*, dan *Firebase Hosting* mampu melakukan monitoring ketinggian air secara real-time dengan tingkat akurasi yang baik. Pengujian validitas dan reliabilitas menunjukkan instrumen penelitian layak digunakan untuk evaluasi sistem. Berdasarkan analisis PISCES, sistem memiliki keunggulan pada aspek Performance, Information, Efficiency, dan Service. Sedangkan aspek Control masih memerlukan peningkatan pada keamanan data dan ketahanan komunikasi. Penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan Edge Computing, Artificial Intelligence, LoRaWAN, serta notifikasi SMS atau WhatsApp untuk meningkatkan keandalan sistem peringatan dini banjir.

Daftar Pustaka

[1] Fauzi, L. R., & Suharjo, I. (2025). *Prototipe Alat Deteksi Banjir Berbasis ESP32, TinyML, dan Notifikasi Telegram*. Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi.

[2] Adan, M. A., & Alias, A. (2025). *Design and Development of an Early Warning System for Monitoring Rising Water Levels*. Enhanced Knowledge in Sciences and Technology.

[3] Chew, J. X., & Alduais, N. A. M. (2024). *Web-Based IoT Flood Management System*. Applied Information Technology and Computer Science.

[4] Lias, J., & Kumaran, G. (2024). *IoT-Based Flood Monitoring System using ESP32*. Evolution in Electrical and Electronic Engineering.

[5] Rahman, T. R., et al. (2025). Design and Construction of an Internet of Things (IoT)-Based Water Level Monitoring System Using ESP32 for Early Flood Prevention.

[6] Arante, H. R. C., et al. (2025). Development of a Secured IoT-Based Flood Monitoring and Forecasting System.

[7] Basir, Y., Pratama, M. R., & Aminullah, M. W. (2023). Perancangan Sistem Pendeteksi dan Penanggulangan Banjir Menggunakan ESP32 Berbasis IoT.

[8] Fauzi, L. R., & Suharjo, I. (2025). Prototipe Alat Deteksi Banjir Berbasis ESP32, TinyML, dan Notifikasi Telegram.

[9] Hasib, A., & Akib, A. S. M. A. (2026). Cloud-Enabled IoT System for Real-Time Environmental Monitoring and Remote Device Control Using Firebase.

[10] Nofita Alfiani et.al. (2020) Instalasi dan Evaluasi Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Internet of Things (IoT).

[11] Sujono, et.al. (2026) Implementasi Sistem Peringatan Banjir Dini dengan Sensor HC-SR04 Berbasis ESP32 Internet of Things.