

SISTEM PENDETEKSI DINI BANJIR BERBASIS RASPBERRY PI PICO W DENGAN SENSOR KETINGGIAN AIR DAN NOTIFIKASI SMS

EARLY FLOOD DETECTION SYSTEM BASED ON RASPBERRY PI PICO W WITH WATER LEVEL SENSOR AND SMS NOTIFICATION

Ahmad Adi Putra¹, Denny Irawan²

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik^{1,2}

adia73474@gmail.com¹, den2mas@umg.ac.id²

ABSTRACT

Floods are frequent disasters in Indonesia requiring responsive and accurate early warning systems. This study aims to design and test an early flood detection system based on Raspberry Pi Pico W integrated with ultrasonic sensors, float switches, proximity sensors, and flowmeters, along with SMS notification using SIM800L module and IoT-based monitoring. Measurements were conducted at five flood-prone locations in Gresik and Surabaya, namely Kali Surabaya/Kalimas, Gresik Port, Kali Manyar, Kali Wiyung, and Kali Morowudi. Tested parameters included flow discharge (Q), water level changes (Δh), and flood movement velocity. Results showed the highest discharge occurred in Kali Surabaya at $125.46 \text{ m}^3/\text{s}$ with a water level rise of 1.1 m within 3 hours and a flood velocity of 0.83 m/s , categorized as a hazardous condition. The system successfully detected minimum water level changes of 1 cm with a response time of less than 2 seconds, and sent SMS notifications within an average of 9–14 seconds after status change. Multi-sensor integration improved the reliability of water condition classification compared to single-parameter approaches. The designed system proved capable of providing real-time monitoring and effective early warnings to support flood mitigation in the tested areas.

Keywords: Raspberry Pi Pico W, Early Warning System, Ultrasonic Sensor, Flowmeter, SIM800L, Flood Monitoring

ABSTRAK

Banjir merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia dan memerlukan sistem peringatan dini yang responsif dan akurat. Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji sistem pendeteksi dini banjir berbasis Raspberry Pi Pico W dengan integrasi sensor ultrasonik, float switch, proximity, dan flowmeter, serta notifikasi SMS menggunakan modul SIM800L dan monitoring berbasis IoT. Pengukuran dilakukan pada lima lokasi rawan banjir di wilayah Gresik dan Surabaya, yaitu Kali Surabaya/Kalimas, Pelabuhan Gresik, Kali Manyar, Kali Wiyung, dan Kali Morowudi. Parameter yang diuji meliputi debit aliran (Q), perubahan muka air (Δh), dan kecepatan pergerakan banjir. Hasil pengujian menunjukkan debit tertinggi terjadi di Kali Surabaya sebesar $125,46 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan kenaikan muka air $1,1 \text{ m}$ dalam 3 jam serta kecepatan pergerakan banjir $0,83 \text{ m/s}$ yang dikategorikan sebagai kondisi bahaya. Sistem mampu mendeteksi perubahan ketinggian minimum 1 cm dengan waktu respons kurang dari 2 detik, serta mengirim notifikasi SMS dalam rata-rata 9–14 detik setelah status berubah. Integrasi multi-sensor meningkatkan keandalan klasifikasi kondisi air dibandingkan penggunaan satu parameter saja. Sistem yang dirancang terbukti mampu memberikan pemantauan real-time dan peringatan dini yang efektif untuk mendukung mitigasi banjir di wilayah pengujian.

Kata Kunci: Raspberry Pi Pico W, Sistem Peringatan Dini, Sensor Ultrasonik, Flowmeter, SIM800L, Monitoring Banjir

PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia. Setiap musim hujan, banyak daerah mengalami genangan air yang menimbulkan kerugian material maupun non-material. Permasalahan utama adalah kurangnya sistem peringatan dini yang dapat memberikan informasi secara *real-time* kepada masyarakat, sehingga

seringkali penanganan banjir terlambat dilakukan (Sitepu & Azmi, 2025).

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan sensor ketinggian air telah membuka peluang untuk menciptakan sistem peringatan dini yang lebih efektif. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan sensor ultrasonik mampu mendeteksi ketinggian air dengan akurasi tinggi, serta dapat

diintegrasikan dengan sistem notifikasi digital (Widayaka et al., 2022). Sistem ini dapat membantu masyarakat agar lebih siap dalam menghadapi bencana banjir.

Dalam penelitian Prayoga et al. (2024), dirancang prototipe sistem pendeteksi banjir menggunakan sensor ultrasonik A02YYUW yang terhubung dengan platform Telegram dan web. Sistem tersebut mampu memberikan notifikasi secara cepat ketika ketinggian air melewati batas tertentu. Penelitian lain (Rahardi et al., 2024) menambahkan pendekatan *fuzzy logic control* untuk memperbaiki akurasi dalam menentukan status siaga banjir berdasarkan data sensor.

Selain itu, komparasi berbagai sensor ketinggian air yang dilakukan oleh Widayaka et al. (2022) menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memiliki performa paling stabil untuk pengukuran level air dibandingkan dengan sensor lainnya. Hal ini memperkuat dasar pemilihan sensor dalam sistem pendeteksi banjir.

Implementasi sistem IoT pada monitoring ketinggian air bendungan juga telah diteliti oleh Said et al. (2024), yang menekankan pentingnya integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan sistem notifikasi untuk memberikan informasi yang akurat. Lebih lanjut, Sitepu dan Azmi (2025) menunjukkan aplikasi nyata monitoring ketinggian air Sungai Deli menggunakan kombinasi sensor ultrasonik, *water flow*, dan *raindrop sensor*, yang hasilnya dapat diakses secara *real-time* melalui *smartphone*.

Penelitian yang dilakukan oleh Tamara (2024) menunjukkan bahwa sistem berbasis Wemos D1 Mini dapat mengukur ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik dan mengirimkan notifikasi melalui WhatsApp dan Telegram, sehingga mempercepat penyampaian informasi kepada pengguna. Selanjutnya, Wandu dan Ashari (2023) mengembangkan sistem berbasis IoT menggunakan sensor ketinggian air dan curah hujan dengan komunikasi MQTT, yang mampu mengirim notifikasi dengan waktu tunda

yang sangat kecil, sehingga terbukti cepat dan andal. Penelitian lain (Hermawanto et al., 2024) memanfaatkan NodeMCU dan platform Blynk untuk menampilkan data ketinggian air secara *real-time* pada *smartphone*, menunjukkan bahwa sistem monitoring dapat dibuat sederhana namun tetap efektif. Selain itu, Ponggawa et al. (2022) menyatakan bahwa sistem monitoring berbasis IoT memiliki keunggulan dalam efisiensi biaya, kemudahan instalasi, dan skalabilitas sehingga dapat diterapkan di berbagai lokasi rawan banjir.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini mengusulkan sistem pendeteksi dini banjir berbasis Raspberry Pi Pico W dengan sensor ketinggian air, yang dilengkapi fitur notifikasi SMS dan Telegram. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif dan terjangkau untuk membantu masyarakat maupun instansi terkait dalam mitigasi bencana banjir.

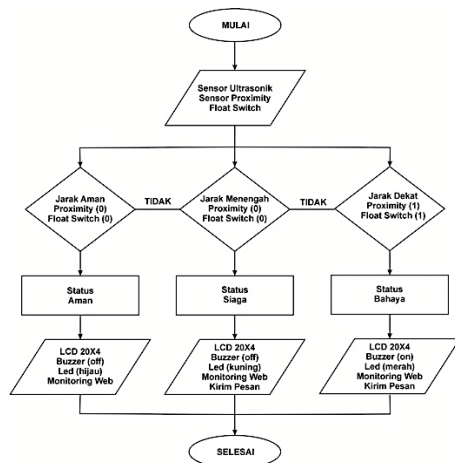
METODE

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) untuk merancang sistem pendeteksi dini banjir berbasis Raspberry Pi Pico W. Pendekatan yang digunakan bersifat eksperimental dengan mengimplementasikan berbagai sensor untuk memantau parameter ketinggian air, debit aliran, dan kecepatan pergerakan banjir. Sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan dini melalui notifikasi SMS dan monitoring berbasis web.

Tahapan Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu: (1) analisis kebutuhan sistem, (2) perancangan *hardware* dan *software*, (3) implementasi sistem, (4) pengujian fungsionalitas sensor dan modul komunikasi, serta (5) evaluasi kinerja sistem di lapangan. Alur kerja sistem secara keseluruhan digambarkan dalam flowchart pada Gambar 1.



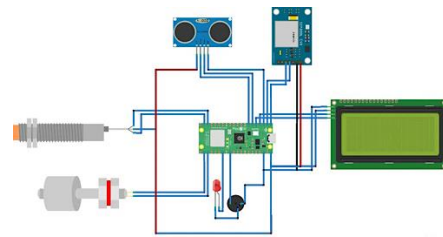
Gambar 1. Flowchart Sistem

Flowchart pada Gambar 1 menggambarkan alur kerja sistem pendeteksi dini banjir yang dimulai dari proses inialisasi, di mana mikrokontroler membaca data dari sensor ultrasonik, *proximity*, dan *float switch*. Sensor *proximity* dan *float switch* menghasilkan sinyal digital, yaitu logika 0 (*LOW*) saat belum terendam air dan logika 1 (*HIGH*) saat mendeteksi air. Berdasarkan pembacaan tersebut, sistem menentukan tiga kondisi. Jika seluruh sensor masih *LOW* dan ketinggian air dalam batas aman, maka status Aman, LED hijau menyala, *buzzer* mati, dan data ditampilkan pada LCD serta dimonitor melalui web. Jika ketinggian air mulai meningkat namun sensor masih *LOW*, sistem masuk status Siaga, LED kuning menyala, dan notifikasi SMS dikirim melalui modul SIM800L sebagai peringatan dini. Apabila sensor mendeteksi air (*HIGH*) dan ketinggian melewati batas bahaya, sistem menetapkan status Bahaya, LED merah dan *buzzer* aktif, serta SMS peringatan darurat dikirim ke pengguna. Setelah itu, sistem kembali melakukan pemantauan secara berulang untuk mendeteksi perubahan kondisi air secara *real-time*.

Desain Hardware

Perancangan *hardware* sistem dilakukan dengan mengintegrasikan berbagai komponen elektronik yang saling terhubung. Raspberry Pi Pico W berfungsi sebagai mikrokontroler pusat yang

memproses data dari sensor dan mengendalikan modul output. Schematic diagram sistem ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Schematic Diagram

Schematic pada Gambar 2 menunjukkan sistem pendeteksi dini banjir berbasis Raspberry Pi Pico W sebagai pusat kendali yang terhubung dengan sensor ultrasonik, *proximity*, *float switch*, dan *flowmeter*. Raspberry Pi Pico W merupakan mikrokontroler berbasis chip RP2040 dengan prosesor *dual-core* hingga 133 MHz, dilengkapi RAM 264 KB dan modul Wi-Fi terintegrasi. Perangkat ini mendukung berbagai komunikasi seperti UART, SPI, dan I2C sehingga cocok digunakan untuk sistem IoT dan penghubung berbagai sensor (Fornika Sari et al., 2024). Sensor ultrasonik mengukur ketinggian air secara *real-time* memanfaatkan gelombang suara berfrekuensi tinggi sekitar 40 kHz (Akbar Rizki Priadi et al., 2025). *Float switch* berfungsi sebagai batas level mekanis; pergerakan tersebut mengaktifkan sakelar di dalam sensor (Syafuruddin et al., 2021). Sedangkan *proximity* sebagai pendeteksi tambahan saat air mendekati batas tertentu; prinsip kerjanya dapat berupa induksi elektromagnetik, kapasitansi, atau pantulan cahaya (Rezaputra & Cahyono, 2021). *Flowmeter* mengukur debit aliran air dengan menghitung pulsa dari turbin internal. Seluruh data diproses oleh Pico W untuk menentukan status aman, siaga, atau bahaya, lalu ditampilkan pada LCD 20x4 berbasis I2C. Cara kerja LCD adalah dengan mengatur orientasi molekul kristal cair menggunakan sinyal listrik sehingga cahaya dapat ditampilkan dalam bentuk karakter (Bhaidhowi Marchsyah, 2021).

Rangkaian elektronika sistem ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Elektronika

Sistem juga dilengkapi modul GSM SIM800L untuk mengirim notifikasi SMS ketika ketinggian air melewati ambang batas. Modul ini beroperasi menggunakan perintah AT Command dan mendukung jaringan *quad-band* (Wijaya et al., 2020). Sebagai peringatan lokal, LED indikator dan *buzzer* akan aktif sesuai kondisi yang terdeteksi. Setiap komponen mendapat suplai tegangan sesuai kebutuhan, yaitu Pico W 3,3 V, LCD 5 V, dan SIM800L sekitar 4 V. Dengan rancangan ini, sistem mampu memberikan peringatan dini secara visual, audio, dan jarak jauh melalui SMS agar respons terhadap potensi banjir dapat dilakukan lebih cepat.

Desain Layout Prototype

Untuk menguji kinerja sistem, dibuatlah purwarupa (*prototype*) yang mengintegrasikan seluruh komponen dalam satu kesatuan sistem. Desain skema prototipe ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Skema Prototipe

Sistem deteksi banjir ini dirancang dengan memanfaatkan tiga jenis sensor, yaitu *float switch*, sensor ultrasonik, dan sensor *proximity*. *Float switch* digunakan untuk mendeteksi secara langsung perubahan level air pada titik tertentu dengan cara mekanis. Ketika permukaan air

naik hingga menyentuh batas yang telah ditentukan, pelampung akan memicu sinyal digital ke mikrokontroler. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mengukur ketinggian air secara kontinu menggunakan pantulan gelombang ultrasonik, sehingga dapat memberikan data lebih detail terkait variasi kenaikan debit air. Sedangkan sensor *proximity* digunakan sebagai sensor tambahan untuk mendeteksi keberadaan objek atau kondisi lingkungan tertentu yang bisa memengaruhi ketinggian air, seperti sampah atau benda padat yang menyumbat aliran sungai. Ketiga sensor ini diintegrasikan dengan Raspberry Pi Pico W sebagai pusat pengolahan data.

Hasil pengolahan dari Raspberry Pi Pico W kemudian diteruskan ke berbagai *output device*. Data ketinggian air dan status sistem ditampilkan secara lokal melalui LCD 20x4, sedangkan indikator visual dan audio menggunakan lampu indikator dan alarm untuk memberikan peringatan dini kepada masyarakat sekitar. Selain itu, sistem dilengkapi modul SIM800L yang digunakan untuk mengirimkan notifikasi SMS ke nomor pengguna ketika kondisi air berada pada level siaga atau bahaya. Dengan adanya modul ini, informasi tidak hanya tersedia di lokasi alat, tetapi juga bisa segera diterima oleh pihak-pihak terkait meskipun berada jauh dari lokasi kejadian. Data sensor juga dapat dikirimkan ke *cloud* sehingga dapat diakses secara *online* melalui platform berbasis IoT untuk monitoring jangka panjang. Implementasi prototipe alat ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Prototipe Alat

Metode Pengukuran Debit, Perubahan Muka Air, dan Kecepatan Banjir

1. Pengukuran Debit Air (Q)

Debit air menunjukkan banyaknya volume air yang mengalir melewati suatu penampang dalam satuan waktu. Rumus yang digunakan adalah:

$$Q = A \times v$$

Keterangan:

Q = debit air (m^3/s)

A = luas penampang sungai (m^2)

v = kecepatan aliran air (m/s)

2. Pengukuran Naik Turunnya Muka Air

Perubahan tinggi muka air diukur menggunakan alat ukur ketinggian air yang dipasang di tepi sungai. Pengamatan dilakukan setiap 30 menit untuk melihat perubahan permukaan air. Rumus yang digunakan:

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1}$$

3. Pengukuran Kecepatan Datangnya Banjir

Kecepatan datangnya banjir dihitung berdasarkan selisih waktu kenaikan muka air antara dua titik pengamatan (hulu dan hilir) (He, 2020). Rumus yang digunakan adalah:

$$v_{front} = \frac{D}{\Delta t}$$

Keterangan:

v_{front} = kecepatan pergerakan banjir (m/s)

D = jarak antara dua titik pengamatan (m)

Δt = selisih waktu saat permukaan air naik di kedua titik (s)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sistem di Lokasi Penelitian

Pengujian sistem dilakukan pada lima lokasi berbeda yang memiliki karakteristik hidrologi berbeda, yaitu Kali Surabaya/Kalimas, Pelabuhan Gresik (wilayah pesisir), Kali Manyar, Kali Wiyung (Surabaya Barat–Selatan), dan Kali Morowudi (Gresik). Pengujian dilakukan pada periode musim hujan dengan intensitas curah hujan sedang–

tinggi (± 70 – 110 mm/hari). Parameter yang diuji meliputi debit aliran (Q), perubahan muka air (Δh), serta kecepatan pergerakan banjir. Pengambilan data dilakukan selama 3 jam pengamatan kontinu dengan interval pencatatan setiap 30 menit.

Hasil Pengukuran Debit Air

Pengukuran debit air dilakukan dengan menghitung luas penampang sungai dan kecepatan aliran pada setiap lokasi penelitian. Data geometri sungai dan kecepatan aliran disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Geometri dan Kecepatan Aliran

Lokasi	Lebar (m)	Kedalaman (m)	Luas Penampang A (m^2)	Kecepatan v (m/s)
Kali Surabaya	45	3,4	153	0,82
Pelabuhan Gresik	60	2,6	156	0,45
Kali Manyar	32	2,1	67,2	0,68
Kali Wiyung	38	2,9	110,2	0,74
Kali Morowudi	27	1,9	51,3	0,57

Berdasarkan data geometri dan kecepatan aliran tersebut, debit air pada setiap lokasi dihitung menggunakan persamaan $Q = A \times v$. Hasil perhitungan debit air disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Debit Air dan Kategori Sistem

Lokasi	Debit (m^3/s)	Debit (L/detik)	Kategori Sistem
Kali Surabaya	125,46	125.460	Bahaya
Pelabuhan Gresik	70,20	70.200	Waspada
Kali Manyar	45,70	45.700	Waspada
Kali Wiyung	81,55	81.550	Waspada
Kali Morowudi	29,24	29.240	Aman

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa Kali Surabaya memiliki debit tertinggi sebesar $125,46$ m^3/s yang termasuk dalam kategori bahaya karena melebihi ambang batas 100 m^3/s . Kondisi ini dipengaruhi oleh luas Daerah Aliran Sungai (DAS) yang besar dan tingginya limpasan permukaan dari kawasan perkotaan. Kali Wiyung dan Pelabuhan Gresik menunjukkan debit sedang dengan kategori waspada, sementara Kali Morowudi memiliki debit relatif lebih kecil ($29,24$ m^3/s) dengan kategori aman karena

penampang sungai yang sempit dan kecepatan aliran yang lebih lambat.

Hasil dan pembahasan memaparkan hasil penelitian ataupun analisis yang diperoleh. Berbagai fakta serta fenomena yang dianggap penting dapat dijabarkan lebih lanjut pada bagian ini. Setelah itu, dilanjutkan dengan pembahasan secara mendalam dengan menyebutkan temuan atau kepioniran gagasan beserta signifikansinya.

Hasil Pengukuran Perubahan Muka Air

Pengamatan kenaikan muka air dilakukan selama 3 jam pada saat hujan dengan intensitas tinggi. Hasil pengukuran perubahan muka air pada setiap lokasi penelitian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perubahan Muka Air Selama Pengamatan

Lokasi	Tinggi Awal (m)	Tinggi 1,5 Jam (m)	Tinggi 3 Jam (m)	Δh Total (m)
Kali Surabaya	2,2	2,8	3,3	1,1
Pelabuhan Gresik	1,9	2,3	2,6	0,7
Kali Manyar	1,6	1,9	2,2	0,6
Kali Wiyung	2,0	2,5	2,9	0,9
Kali Morowudi	1,3	1,5	1,7	0,4

Kenaikan muka air tercepat terjadi di Kali Surabaya dengan peningkatan sebesar 1,1 meter dalam waktu 3 jam. Hal ini menunjukkan respons yang cepat terhadap curah hujan di wilayah hulu. Kali Morowudi menunjukkan kenaikan paling kecil (0,4 m) karena kapasitas aliran yang relatif stabil dan luas DAS yang lebih kecil. Sensor ultrasonik pada sistem mampu mendeteksi perubahan kenaikan minimum 1 cm dengan waktu respons kurang dari 2 detik, yang menunjukkan sensitivitas tinggi sistem dalam memantau perubahan muka air.

Kecepatan Pergerakan Banjir

Kecepatan pergerakan banjir dihitung berdasarkan selisih waktu kenaikan muka air antara dua titik pengamatan yang berjarak 1.000 meter. Hasil perhitungan

kecepatan pergerakan gelombang banjir disajikan pada Tabel 4.

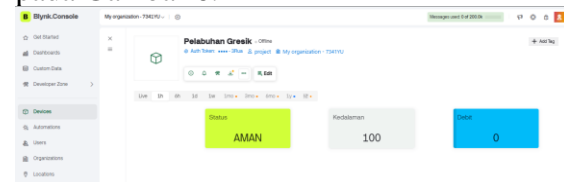
Tabel 4. Kecepatan Pergerakan Gelombang Banjir

Lokasi	Jarak (m)	Δt (menit)	Δt (detik)	Kecepatan (m/s)
Kali Surabaya	1.000	20	1.200	0,83
Pelabuhan Gresik	1.000	33	1.980	0,51
Kali Manyar	1.000	26	1.560	0,64
Kali Wiyung	1.000	23	1.380	0,72
Kali Morowudi	1.000	38	2.280	0,44

Secara keseluruhan, lokasi dengan risiko tertinggi selama pengujian adalah Kali Surabaya, yang ditunjukkan oleh debit $>100 \text{ m}^3/\text{s}$, kenaikan muka air >1 meter, dan kecepatan pergerakan banjir $>0,8 \text{ m/s}$. Kali Wiyung dan Pelabuhan Gresik berada pada kategori waspada, sedangkan Kali Morowudi relatif aman selama periode pengamatan. Kombinasi pengukuran debit, perubahan muka air, dan kecepatan pergerakan banjir memberikan analisis yang lebih komprehensif dibandingkan hanya menggunakan satu parameter saja. Integrasi sensor ultrasonik dan *flowmeter* meningkatkan keandalan sistem dalam menentukan status aman, siaga, dan bahaya secara lebih akurat dan responsif.

Pengolahan dan Visualisasi Data Monitoring Berbasis IoT melalui Dashboard Blynk Web

Data yang diperoleh dari sensor diproses oleh Raspberry Pi Pico W dan dikirimkan ke platform IoT Blynk untuk monitoring *real-time*. Tampilan dashboard monitoring pada Blynk Web ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Dashboard Monitoring Blynk Web

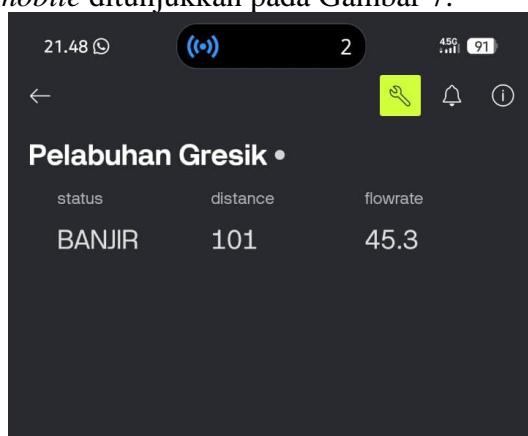
Tampilan indikator monitoring pada dashboard Blynk menunjukkan sistem pemantauan banjir yang terintegrasi secara *real-time* melalui platform IoT. Pada bagian atas ditampilkan nama lokasi

pemantauan, yaitu "Pelabuhan Gresik", beserta status koneksi perangkat (*offline/online*). Terdapat tiga parameter utama yang dimonitor, yaitu Status, Kedalaman, dan Debit. Indikator Status ditampilkan dalam bentuk panel berwarna hijau untuk kondisi aman yang merupakan hasil klasifikasi berdasarkan pembacaan sensor ultrasonik, *float switch*, *proximity*, serta *flowmeter*. Indikator Kedalaman menunjukkan nilai jarak permukaan air yang terbaca sensor ultrasonik, sedangkan indikator Debit menampilkan laju aliran air hasil pengukuran *flowmeter*.

Dashboard ini berfungsi sebagai antarmuka visual untuk memudahkan pengguna atau operator dalam memantau kondisi lapangan tanpa harus berada di lokasi. Perubahan warna pada indikator status memberikan peringatan visual yang cepat terhadap potensi kenaikan air, sementara data numerik kedalaman dan debit memberikan informasi kuantitatif untuk analisis lebih lanjut. Dengan integrasi Blynk, sistem memungkinkan pemantauan jarak jauh secara efisien, mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dalam upaya mitigasi banjir.

Monitoring Melalui Dashboard Blynk Mobile

Selain akses melalui web, sistem juga dapat dipantau melalui aplikasi mobile Blynk. Tampilan dashboard pada perangkat *mobile* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Dashboard Monitoring Blynk Mobile

Data yang telah diterima oleh server Blynk selanjutnya disimpan dan

ditampilkan secara terpusat dalam bentuk dashboard monitoring. Melalui Blynk Console, pengguna dapat memantau kondisi setiap lokasi secara *real-time*, melihat status koneksi perangkat, serta mengelola banyak perangkat dalam satu sistem. Selain itu, Blynk juga mendukung pengelompokan data berdasarkan lokasi dan waktu, sehingga memudahkan proses analisis, evaluasi kondisi sungai, dan pengambilan keputusan sebagai bagian dari sistem peringatan dini banjir.

Notifikasi SMS Peringatan Dini

Sebagai sistem peringatan tambahan yang tidak bergantung pada koneksi internet, sistem dilengkapi dengan modul SIM800L yang mengirimkan notifikasi SMS kepada pengguna ketika terdeteksi kondisi waspada atau bahaya. Contoh tampilan notifikasi SMS ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Notifikasi SMS dari Modul SIM800L

Gambar tersebut menunjukkan simulasi tampilan pesan SMS notifikasi peringatan banjir pada *smartphone* Android yang dikirim secara otomatis oleh modul SIM800L yang terintegrasi dengan sistem monitoring berbasis Raspberry Pi Pico W. Pesan berisi informasi kondisi lingkungan secara *real-time* meliputi status keadaan air (aman, waspada, atau banjir), nilai kedalaman atau tinggi muka air dalam satuan sentimeter, serta debit aliran air dalam liter per menit. Informasi tersebut dikirim dalam format teks sederhana

sehingga mudah dipahami oleh pengguna tanpa memerlukan aplikasi tambahan atau koneksi internet.

Fitur notifikasi SMS ini berfungsi sebagai sistem peringatan dini jarak jauh yang tetap dapat bekerja melalui jaringan GSM ketika koneksi WiFi atau platform IoT tidak tersedia. Dengan demikian, pengguna atau petugas dapat menerima informasi kondisi banjir secara cepat dan langsung, sehingga proses mitigasi dan penanganan darurat dapat dilakukan lebih efektif dan tepat waktu.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pendeteksi dini banjir berbasis Raspberry Pi Pico W pada lima lokasi, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa lokasi dengan risiko tertinggi adalah Kali Surabaya dengan debit mencapai 125,46 m³/s, kenaikan muka air sebesar 1,1 meter dalam 3 jam, dan kecepatan pergerakan banjir 0,83 m/s yang dikategorikan sebagai kondisi bahaya.
2. Kali Wiyung dan Pelabuhan Gresik berada pada kategori waspada dengan debit antara 70–81 m³/s, sedangkan Kali Morowudi berada pada kategori aman dengan debit 29,24 m³/s selama periode pengamatan.
3. Modul GSM SIM800L berhasil mengirimkan notifikasi SMS secara otomatis dalam rata-rata waktu 9–14 detik setelah perubahan status terdeteksi.
4. Integrasi dashboard monitoring berbasis IoT (Blynk) memungkinkan pemantauan jarak jauh secara efektif dan mendukung pengambilan keputusan secara cepat.
5. Kombinasi multi-parameter (debit, kenaikan muka air, dan kecepatan banjir) terbukti memberikan analisis yang lebih komprehensif dibandingkan sistem yang hanya menggunakan satu sensor ketinggian air.
6. Secara keseluruhan, sistem ini dapat menjadi solusi peringatan dini banjir

yang sederhana, ekonomis, dan aplikatif untuk mendukung mitigasi bencana di wilayah rawan banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Hermawanto, F., Mohidin, I., & Mayang, I. (2024). Monitoring ketinggian air di bendungan Alale berbasis sensor ultrasonik dan web sebagai pendeteksi dini banjir. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 9(1), 63–69.
- Ponggawa, V. V., Makal, J. F., & Ramschie, A. (2022). Sistem pendeteksi dan penginformasi potensi terjadinya banjir berbasis IoT. *Jurnal Elektrik*, 1(1), 12–22. <https://jurnal.polimdo.ac.id/index.php/elektrik/article/view/331>
- Prayoga, A., Dalimunthe, E. R., Putri, N. U., & Zain, A. (2024). Perancangan prototipe pendeteksi banjir menggunakan sensor ultrasonik A02YYUW berbasis Telegram dan web. *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 16(2), 143. <https://doi.org/10.28989/angkasa.v16i2.2437>
- Rahardi, G. A., Muldayani, W., Sumardi, S., & Wijaya, M. D. A. (2024). Perancangan *early warning system* bencana banjir menggunakan metode *fuzzy logic control* berbasis IoT. *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 10(1), 12. <https://doi.org/10.19184/jaei.v10i1.33242>
- Said, S., Samsumar, L. D., Suryadi, E., Akbar, A., & Zaenudin. (2024). Sistem monitoring pengukur jarak ketinggian air pada bendungan berbasis Internet of Things. *Jurnal Rekayasa Sistem Informasi dan Teknologi*, 2(1), 568–578. <https://doi.org/10.70248/jrsit.v2i1.1192>
- Sari, A. F., Panjaitan, S. D., Sanjaya, B. W., Saleh, M., & Priyatman, H. (2024). Development of advanced monitoring system for IoT-based raw

water quality prediction. *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology*, 12(2), 376–384.

<https://doi.org/10.26418/j3eit.v12i2.77221>

<https://doi.org/10.36040/jati.v4i2.2658>

Sitepu, M. J., & Azmi, F. (2025). Rancang bangun monitoring ketinggian air berbasis IoT untuk deteksi dini banjir pada bendungan Sungai Deli. *10*, 1–8.

Syafruddin, R., Permana, D. S., Liklikwatil, Y., & Ramady, G. D. (2021). Rancang bangun sistem monitoring kapasitas dan kadar pH air pada toren berbasis Arduino Nano. *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*, 16(2), 59–65.

Tamara, N. V. (2024). Sistem ketinggian air dan pendeteksi dini banjir menggunakan Wemos D1 Mini berbasis ESP8266 dengan notifikasi Telegram dan WhatsApp. *Explorasi: Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*, 15(1), 39. <https://doi.org/10.36448/jsit.v15i1.3417>

Wandi, I. A., & Ashari, A. (2023). Monitoring ketinggian air dan curah hujan dalam *early warning system* bencana banjir berbasis IoT. *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems*, 13(1). <https://doi.org/10.22146/ijeis.83569>

Widayaka, P. D., Hadi, S., Labib, R. P. M. D., & Marzuki, K. (2022). Komparasi performansi sensor sebagai perangkat pengukuran ketinggian air pada sistem notifikasi banjir. *Jurnal Bumigora Information Technology*, 4(1), 37–48. <https://doi.org/10.30812/bite.v4i1.1997>

Wijaya, F. N. A., Noertjahjono, S., & Pranoto, Y. A. (2020). Rancang bangun sistem keamanan pada sepeda motor menggunakan SMS gateway berbasis mikrokontroler. *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 4(2), 113–119.