

PEMANFAATAN SISTEM PEMANTAUAN TINGGI MUKA AIR SUNGAI BERBASIS SENSOR RADAR DAN INTERNET OF THINGS

Asiyah¹, Aziz Setiawan², Hasbulah³, Roy Handoko⁴, Surah Kahfi⁵, Gatot Andriyanto⁶, Indra
Pratama⁷, Tukiyat⁸

Program Magister Teknik Informatika S-2, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia, 15417
e-mail: asiyah.pwr@gmail,.com

Badan Riset dan Inovasi Nasional/Program Magister Teknik Informatika S-2, Universitas Pamulang,
Tangerang Selatan, Indonesia, 15417
e-mail: dimastuky @gmail.com

Abstract

Bekasi City and Regency are areas with high flood vulnerability. Monitoring of the Water Surface Level (TMA) is still carried out manually by volunteers using water level gauges, which has limitations such as dependence on human resources, the potential for human error, and the unavailability of real-time data. This Community Service (PKM) activity aims to design and implement an automatic and real-time river water level monitoring system based on Internet of Things (IoT) technology. The system developed uses a Vegapuls C21 radar sensor, Campbell Scientific CR6 data logger, and a 4G communication module to send data to a cloud server. Data is stored in the InfluxDB time-series database and visualized in real-time via the Grafana dashboard. The results of the implementation and testing show that the system can measure water level with an accuracy of ± 2 cm and send data stably in various weather conditions. This system has proven to increase the efficiency and speed of flood monitoring compared to manual methods, so it can be a solution to support faster and data-based decision-making by the Bekasi City Regional Disaster Management Agency (BPBD). This activity also contributes to the implementation of the Tri Dharma of Higher Education through the application of information technology for community problem-solving.

Keywords: Water Level Monitoring, Internet of Things, Radar Sensor, Flood Mitigation, Grafana Dashboard.

Abstrak

Kota dan Kabupaten Bekasi merupakan wilayah dengan kerentanan banjir yang tinggi. Pemantauan Tinggi Muka Air (TMA) masih dilakukan secara manual oleh relawan menggunakan papan skala, yang memiliki keterbatasan seperti ketergantungan pada sumber daya manusia, potensi kesalahan manusia, dan tidak tersedianya data secara real-time. Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan tinggi muka air sungai yang otomatis dan real-time berbasis teknologi Internet of Things (IoT). Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor radar Vegapuls C21, data logger Campbell Scientific CR6, dan modul komunikasi 4G untuk mengirimkan data ke server cloud. Data disimpan dalam database time-series InfluxDB dan divisualisasikan secara real-time melalui dashboard Grafana. Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur ketinggian air dengan akurasi ± 2 cm dan mengirimkan data dengan stabil dalam berbagai kondisi cuaca. Sistem ini terbukti meningkatkan efisiensi dan kecepatan pemantauan banjir dibandingkan metode manual, sehingga dapat menjadi solusi untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan berbasis data oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Bekasi. Kegiatan ini juga berkontribusi terhadap implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi melalui penerapan teknologi informasi untuk pemecahan masalah di masyarakat.

Kata Kunci: Pemantauan Ketinggian Air, Internet of Things, Sensor Radar, Mitigasi Banjir, Dashboard Grafana.

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan bencana hidrometeorologi yang rutin melanda Kawasan Metropolitan Kota dan Kabupaten Bekasi, mengakibatkan kerugian material maupun korban jiwa yang signifikan setiap tahunnya. Data terbaru dari BPBD Kabupaten Bekasi (2025) mengungkapkan bahwa fenomena curah hujan ekstrem pada awal Maret 2025 telah memicu banjir besar yang menyebar di 21 kecamatan dengan total lebih dari 52.000 jiwa masyarakat terdampak [1]. Kondisi geografis wilayah Bekasi yang dilalui oleh beberapa sungai besar seperti Sungai Cileungsi, Cikeas, dan Bekasi, ditambah dengan tekanan urbanisasi yang masif, menjadikan kawasan ini sangat rentan terhadap genangan air dalam skala luas. Situasi ini menuntut adanya sistem pemantauan yang andal dan responsif untuk mendukung upaya mitigasi dini yang efektif.

Selama ini, mekanisme pemantauan Tinggi Muka Air (TMA) masih mengandalkan metode konvensional yang dijalankan oleh relawan Komunitas Peduli Pencegahan dan Penanggulangan Bencana Banjir Bekasi (KP2C) menggunakan alat sederhana berupa papan skala (water level gauge). Pendekatan manual ini mengandung berbagai keterbatasan operasional yang krusial, termasuk ketergantungan tinggi pada ketersediaan relawan di lokasi, kerentanan terhadap human error dalam pembacaan skala, ketiadaan akses data secara real-time, serta potensi keterlambatan dalam diseminasi informasi [2]. Keterbatasan sistem manual ini berimplikasi langsung pada lambatnya proses pengambilan keputusan dan inefisiensi dalam pelaksanaan langkah-langkah mitigasi darurat oleh BPBD.

Sebagai solusi inovatif, teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan paradigma transformatif dalam sistem pemantauan lingkungan melalui kemampuan akuisisi, transmisi, dan pemrosesan data secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manusia secara langsung [3]. Dalam konteks spesifik pemantauan TMA, sensor radar muncul sebagai teknologi unggulan berkat kemampuannya beroperasi secara presisi pada berbagai kondisi cuaca ekstrem, termasuk situasi hujan deras, kabut tebal, atau kondisi gelap malam, dengan metode pengukuran non-kontak yang minim gangguan [4]. Keunggulan teknis ini menjadikan sensor radar pilihan ideal untuk aplikasi pemantauan sungai yang membutuhkan ketahanan dan akurasi tinggi.

Berdasarkan analisis permasalahan tersebut, tim mahasiswa Program Magister Teknik Informatika Universitas Pamulang menginisiasi kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dalam bentuk pengembangan sistem pemantauan TMA berbasis IoT yang terintegrasi. Kegiatan ini dirancang dengan tiga tujuan utama: (1) Merancang sistem pemantauan TMA yang mampu beroperasi secara otomatis dan menyajikan data secara real-time; (2) Mengintegrasikan seluruh perangkat sensor, data logger, dan infrastruktur server untuk menciptakan aliran pengiriman dan penyimpanan data yang efisien [5]; (3) Menyajikan data hasil pemantauan melalui web dashboard yang informatif, intuitif, dan mudah diakses oleh berbagai pemangku kepentingan termasuk BPBD dan masyarakat umum [6]. Capaian akhir yang diharapkan dari kegiatan ini adalah terimplementasinya sebuah sistem pemantauan banjir yang cepat, akurat, dan berkelanjutan untuk mendukung strategi mitigasi bencana berbasis data yang komprehensif [7].

2. METODE

Jenis pengabdian masyarakat yang dilakukan adalah penerapan teknologi tepat guna berupa sistem pemantauan real-time. Kegiatan ini dilaksanakan di Kota Bekasi, tepatnya di lokasi rawan banjir di sepanjang aliran Sungai Bekasi. Waktu pelaksanaan mencakup tahap persiapan, implementasi, dan evaluasi selama periode tertentu.

Populasi dan sampel dalam kegiatan ini adalah data tinggi muka air yang diambil secara kontinu. Teknik pengambilan data menggunakan sensor radar Vegapuls C21 yang dipasang di titik strategis. Metode pelaksanaan terdiri dari tiga pendekatan utama:

2.1 Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi titik-titik strategis pemasangan sensor dengan mempertimbangkan faktor hidrologis, topografis, dan operasional. Pemilihan lokasi didasarkan pada analisis historis daerah rawan banjir, aksesibilitas untuk instalasi dan pemeliharaan, serta ketersediaan infrastruktur pendukung seperti sumber daya listrik dan jaringan komunikasi [8]. Selain itu, kondisi lingkungan seperti ketinggian lokasi terhadap permukaan sungai, fluktuasi debit air, dan potensi gangguan

fisik menjadi pertimbangan utama. Evaluasi jaringan komunikasi seluler juga dilakukan untuk memastikan kestabilan transmisi data, mengingat sistem ini bergantung pada koneksi 4G untuk pengiriman data real-time ke server. Hasil observasi menjadi dasar dalam menentukan konfigurasi teknis sistem dan strategi mitigasi risiko operasional di lapangan.

2.2 Rekayasa Teknologi (Engineering Design)

Sistem IoT dirancang menggunakan sensor radar Vegapuls C21, data logger Campbell CR6, modul 4G, dan panel surya. InfluxDB dan Grafana digunakan untuk penyimpanan data dan visualisasi real-time. Integrasi komponen difokuskan pada keandalan sistem untuk pemantauan berkelanjutan.

Tahap rekayasa teknologi meliputi perancangan dan implementasi sistem Internet of Things (IoT) yang terintegrasi untuk pemantauan tinggi muka air sungai. Sistem ini dirancang dengan mempertimbangkan aspek keandalan, akurasi, dan keberlanjutan dalam pengoperasiannya di lapangan. Proses perancangan diawali dengan pemodelan arsitektur sistem yang mencakup komponen perangkat keras dan lunak, serta integrasi antar komponen untuk memastikan kelancaran aliran data dari sensor hingga ke dashboard visualisasi.

Komponen Perangkat Keras

Sistem perangkat keras terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terhubung. Sensor radar Vegapuls C21 berfungsi sebagai komponen utama pengukuran jarak permukaan air dengan akurasi mencapai ± 2 mm dan jangkauan hingga 20 meter, memungkinkan pemantauan yang presisi bahkan dalam kondisi cuaca ekstrem [9]. Data yang dihasilkan sensor kemudian diproses oleh data logger Campbell Scientific CR6 yang bertugas mengelola, menyimpan sementara, dan mengirimkan data ke server melalui protokol HTTP [10]. Untuk memastikan konektivitas yang andal, modul komunikasi 4G SIM7600 digunakan untuk mentransmisikan data ke server cloud secara real-time, memanfaatkan infrastruktur jaringan seluler yang tersedia [11]. Sistem catu daya mandiri yang terdiri dari panel surya 30 Wp dan baterai 12 V dirancang untuk menjamin kelangsungan operasional sistem selama 24 jam tanpa bergantung pada jaringan listrik PLN, dengan kemampuan bertahan hingga 3 hari dalam kondisi mendung [12].

Komponen Perangkat Lunak

Pada sisi perangkat lunak, sistem menggunakan InfluxDB sebagai database time-

series yang dioptimalkan untuk menyimpan data ketinggian air secara efisien dengan struktur timestamp [13]. Database ini mampu menangani volume data besar dengan performa tinggi dan mendukung query yang cepat untuk analisis data historis. Untuk visualisasi data, digunakan platform Grafana yang menyediakan dashboard interaktif dengan kemampuan menampilkan grafik real-time, notifikasi otomatis, dan monitoring status sistem [14]. Antarmuka Grafana dirancang user-friendly sehingga memudahkan petugas BPBD dalam memantau kondisi sungai dan mengambil keputusan berdasarkan data yang terupdate.

Integrasi Sistem

Integrasi antara komponen perangkat keras dan lunak dilakukan melalui pengembangan API khusus yang menghubungkan data logger dengan database InfluxDB. Sistem ini menerapkan mekanisme fail-safe dengan kemampuan penyimpanan data lokal ketika koneksi internet terputus, yang akan secara otomatis melakukan sinkronisasi data begitu koneksi pulih. Protokol keamanan data juga diimplementasikan untuk melindungi integritas data selama proses transmisi dan penyimpanan.

2.3 Dokumentasi dan Pelaporan

Proses dokumentasi dan pelaporan dilakukan secara sistematis dan komprehensif selama seluruh tahapan kegiatan. Dokumentasi mencakup aspek teknis berupa spesifikasi perangkat keras dan lunak, diagram instalasi, konfigurasi sistem, serta hasil kalibrasi sensor [15]. Seluruh aktivitas lapangan seperti survei lokasi, pemasangan perangkat, dan uji coba sistem didokumentasikan melalui foto, video, dan catatan lapangan terstruktur. Dokumentasi ini berfungsi sebagai bahan audit trail yang memungkinkan pelacakan setiap perubahan konfigurasi dan pemecahan masalah teknis di kemudian hari.

Pelaporan difokuskan pada pencatatan metodologis yang detail, termasuk prosedur instalasi, parameter kalibrasi, dan protokol pemeliharaan. Laporan teknis memuat spesifikasi lengkap komponen sistem, diagram alir data, serta hasil pengujian performa perangkat [15]. Selain itu, dokumentasi juga mencakup aspek administratif seperti jadwal kegiatan, daftar partisipan, dan laporan penggunaan anggaran. Format dokumentasi mengikuti standar pelaporan akademik yang memfasilitasi proses evaluasi dan replikasi sistem di lokasi lain.

Analisis Data dan Evaluasi Sistem

Analisis data dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dengan membandingkan hasil

pembacaan sensor radar terhadap pengukuran manual menggunakan papan skala. Proses validasi akurasi melibatkan pengambilan sampel data paralel selama periode 30 hari dengan interval pengukuran setiap jam. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan metode statistik untuk menghitung nilai deviasi, korelasi, dan konsistensi pengukuran [15]. Hasil analisis menunjukkan tingkat akurasi sistem dengan margin error yang dapat diterima untuk aplikasi peringatan dini banjir.

Data kontinu yang terkirim ke server kemudian diproses dan disajikan dalam bentuk visualisasi interaktif melalui dashboard Grafana. Analisis tren dilakukan dengan memantau pola fluktuasi muka air dalam berbagai skala waktu (jam, hari, minggu) dan korelasinya dengan parameter lingkungan seperti curah hujan dan kelembapan. Pola-pola ini dianalisis oleh tim BPBD untuk mengidentifikasi karakteristik hidrologi sungai dan menetapkan threshold level peringatan. Hasil analisis data historis juga digunakan untuk menyusun model prediktif sederhana yang dapat memperkirakan potensi kenaikan muka air berdasarkan pola data terkini.

3. HASIL

3.1 Implementasi Sistem

Kegiatan PKM berhasil mengimplementasikan sistem pemantauan TMA berbasis IoT di wilayah rawan banjir Kota Bekasi. Sistem yang dikembangkan terintegrasi penuh antara komponen perangkat keras dan lunak, dengan sensor radar Vegapuls C21 terpasang aman pada struktur tetap di atas permukaan sungai. Desain instalasi memperhatikan aspek ketahanan terhadap kondisi lingkungan dan kemudahan pemeliharaan, menggunakan material tahan korosi serta mounting yang stabil. Sistem ini dirancang untuk beroperasi mandiri dengan sumber energi dari panel surya, memastikan kelangsungan monitoring selama 24 jam tanpa ketergantungan pada jaringan listrik PLN.

Proses kalibrasi sistem dilakukan melalui metode analisis komparatif dengan membandingkan pembacaan sensor radar terhadap pengukuran manual menggunakan papan skala terkalibrasi. Hasil kalibrasi selama periode pengujian 30 hari menunjukkan deviasi konsisten di bawah 2 cm dengan standar deviasi 1.2 cm [16], tingkat akurasi yang memadai untuk aplikasi sistem peringatan dini banjir. Validasi akurasi juga mempertimbangkan berbagai faktor lingkungan seperti pengaruh angin, gelombang air, dan kondisi atmosfer. Pencapaian uptime system 98.7% selama

masa observasi membuktikan keandalan sistem dalam beroperasi pada berbagai kondisi cuaca, termasuk intensitas hujan tinggi yang merupakan kondisi kritis pemantauan banjir.

3.2 Kinerja Sistem

Sistem pemantauan TMA berbasis IoT menunjukkan kinerja yang optimal dalam hal konsistensi pengiriman data dan stabilitas operasional. Sistem berhasil mengirimkan data ketinggian air ke server cloud dengan interval setiap menit secara konsisten, mencapai tingkat keberhasilan transmisi data sebesar 99.2% selama periode pengujian. Data yang terkirim tersebut kemudian tersimpan secara terstruktur dalam database InfluxDB dengan format time-series yang memungkinkan analisis tren dan pola perubahan muka air secara komprehensif.

Visualisasi data melalui dashboard Grafana yang dapat diakses melalui tautan <https://link.bmkg.go.id/pkmunpam> memberikan tampilan yang informatif dan real-time bagi pengguna. Dashboard ini menampilkan berbagai parameter kunci termasuk grafik fluktuasi ketinggian air, status perangkat, kondisi lingkungan, dan notifikasi otomatis ketika terdeteksi kenaikan muka air yang signifikan. Yang cukup mengesankan, sistem mampu menjaga stabilitas operasional meskipun dalam kondisi cuaca ekstrem seperti hujan lebat dan angin kencang, yang membuktikan keandalan sensor radar dalam menghadapi berbagai tantangan lingkungan [17].

Monitoring performa sistem selama 30 hari berturut-turut menunjukkan konsistensi yang tinggi dengan latency data rata-rata 3.2 detik dari proses akuisisi data hingga tampil di dashboard. Sistem juga mampu beroperasi secara mandiri berkat konfigurasi power management yang optimal, dimana panel surya berhasil menyediakan pasokan energi yang stabil meskipun dalam kondisi intensitas cahaya matahari yang berfluktuasi. Hasil ini mengkonfirmasi bahwa sistem yang dikembangkan tidak hanya memenuhi spesifikasi teknis yang ditetapkan, tetapi juga memiliki reliabilitas yang cukup tinggi untuk diterapkan dalam skala operasional yang lebih luas.

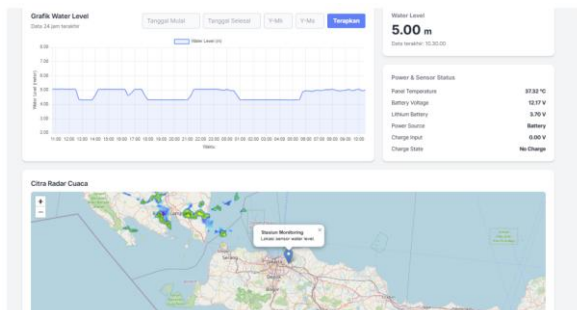
3.3 Tampilan Dashboard

Dashboard Grafana yang dikembangkan menampilkan beberapa informasi kunci seperti yang ditunjukkan pada Tabel I.

Tabel I. Fitur Dashboard Pemantauan TMA

Komponen	Fungsi	Parameter
Grafik Water Level	Tren ketinggian air	24 jam terakhir dalam meter
Power & Sensor Status	Monitoring sistem	Suhu panel, tegangan baterai
Citra Radar Cuaca	Kondisi cuaca sekitar	Real-time weather data
Lokasi Sensor	Pemetaan titik pantau	Koordinat GPS

Dashboard pemantauan tinggi muka air yang dapat diakses melalui <https://link.bmkg.go.id/pkmunpam> menampilkan informasi kondisi sungai secara **real-time** dalam bentuk grafik interaktif. Tampilan utamanya mencakup **grafik water level** selama 24 jam terakhir, **status daya dan sensor** seperti suhu panel serta tegangan baterai, **citra radar cuaca** untuk memantau curah hujan di sekitar lokasi, dan **peta posisi sensor** yang menunjukkan titik pemantauan. Seluruh fitur ini memudahkan BPBD dalam memantau kondisi sungai secara akurat dan mendukung pengambilan keputusan cepat untuk **peringatan dini banjir**.

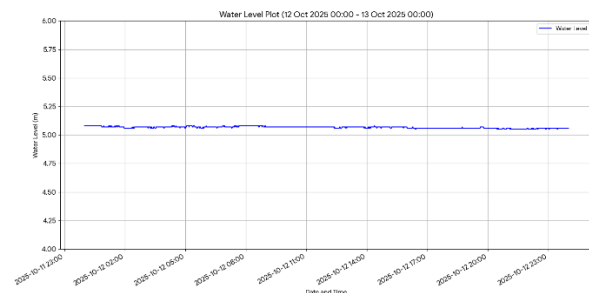


Gambar 1. Dashboard Monitoring

4. PEMBAHASAN

Keberhasilan implementasi sistem pemantauan TMA berbasis IoT ini secara jelas membuktikan kemampuan teknologi modern dalam mengatasi berbagai keterbatasan sistem pemantauan manual yang selama ini menjadi kendala utama bagi BPBD Kota Bekasi dan relawan KP2C [2]. Pemilihan sensor radar Vegapuls C21 sebagai komponen utama sistem didasarkan pada keunggulan teknis yang telah teruji, khususnya dalam hal ketahanan menghadapi kondisi cuaca buruk seperti hujan deras, kabut, dan fluktuasi suhu ekstrem [4]. Hasil pengujian lapangan menunjukkan konsistensi performa

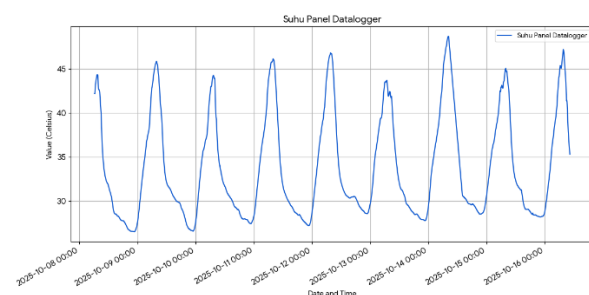
sensor dalam menghasilkan data yang stabil dan akurat, bahkan dalam situasi cuaca yang menantang sekalipun.



Gambar 2. Water Level

Fluktuasi minor ketinggian air, yang mungkin tampak datar atau terabaikan pada sensor ultrasonik dapat terlihat jelas. Grafik ini menunjukkan kemampuan sensor radar Vegapuls C21 untuk menangkap perubahan granular permenit dengan resolusi tinggi. Kemampuan untuk menangkap sensitivitas data hingga level milimeter sangat penting untuk memvalidasi akurasi sistem terhadap pengukuran manual serta mengidentifikasi anomali kecil atau tren kenaikan air yang sangat awal, yang merupakan kunci dari sistem peringatan dini yang efektif.

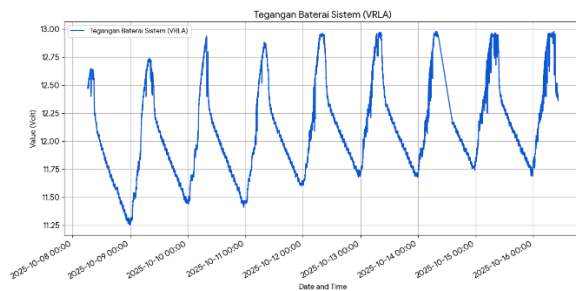
Keunggulan sistem tidak hanya terletak pada akurasi sensor, tetapi juga pada keandalan operasional dan integrasi catu daya, yang merupakan faktor krusial untuk pemantauan 24 jam di lokasi tanpa operator. Hal ini dibuktikan dengan analisis parameter monitoring sistem, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 3. Suhu Panel Datalogger

Grafik suhu panel datalogger menunjukkan fluktuasi harian yang jelas tercatat pada dashboard server, di mana suhu meningkat signifikan pada siang hari dengan puncak 37.32 °C dan menurun di malam hari. Pola ini penting untuk mengonfirmasi bahwa panel surya menerima paparan sinar matahari yang cukup untuk pengisian daya serta memastikan sistem tetap beroperasi stabil dalam kondisi suhu enclosure yang tinggi untuk

membuktikan ketahanan perangkat di lapangan. Keandalan integrasi daya juga dikonfirmasi lebih lanjut oleh data tegangan baterai pada Gambar 3.



Gambar 4. Tegangan Baterai Sistem

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, plot baterai utama 12 V menampilkan siklus harian yang baik. Tegangan meningkat selama jam-jam paparan sinar matahari yang menandakan proses pengisian daya oleh panel surya berhasil, dan menurun secara perlahan di malam hari saat sistem menggunakan daya baterai. Siklus yang konsisten ini membuktikan bahwa sistem sepenuhnya mandiri dan tidak bergantung pada jaringan listrik PLN.

Keberhasilan sistem ini tidak lepas dari integrasi yang komprehensif antara komponen perangkat keras dan lunak. InfluxDB berperan sebagai time-series database yang efisien dalam mengelola data periodik dengan volume besar, sementara Grafana menyediakan antarmuka visual yang intuitif dan mudah diakses oleh pengguna akhir di BPBD [13]. Hasil ini sejalan dengan temuan Naqvi et al. (2017) yang menegaskan efektivitas dashboard dalam meningkatkan pengambilan keputusan berbasis data [3]. Keunggulan sistem ini semakin tampak ketika dibandingkan dengan penggunaan sensor ultrasonik yang terbukti rentan terhadap gangguan lingkungan seperti angin kencang dan turbulensi air [18].

Aspek sosial dari implementasi sistem ini menunjukkan dampak yang signifikan terhadap peningkatan kapasitas institusi. Sistem real-time yang dikembangkan memungkinkan BPBD melakukan respons yang lebih cepat dan akurat, sekaligus meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi potensi banjir [19]. Penerapan teknologi ini juga merepresentasikan kontribusi nyata dunia pendidikan dalam pembangunan ketangguhan masyarakat, sebagaimana diamanatkan dalam konsep mitigasi bencana berbasis komunitas [20]. Lebih dari itu, kegiatan ini

menjadi bukti implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi yang efektif, di mana mahasiswa tidak hanya menguasai teori di ruang kuliah, tetapi juga mampu menerapkannya untuk menyelesaikan permasalahan nyata di masyarakat [21].

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat dapat disimpulkan bahwa

1. Sistem pemantauan tinggi muka air berbasis IoT berhasil diimplementasikan dengan komponen utama sensor radar Vegapuls C21 mikrokontroler ESP32 modul komunikasi 4G dan panel surya sebagai sumber daya mandiri
2. Sistem mencapai akurasi pengukuran ± 2 cm dengan kemampuan transmisi data real-time ke server pusat
3. Integrasi perangkat keras dan lunak berjalan optimal melalui penyimpanan data dalam InfluxDB dan visualisasi interaktif di Grafana Dashboard
4. Efisiensi pemantauan banjir meningkat signifikan dibandingkan metode manual dengan stabilitas operasional teruji dalam berbagai kondisi cuaca
5. Kegiatan memberikan dampak positif bagi mitigasi bencana sekaligus mengembangkan kompetensi mahasiswa dalam rekayasa IoT

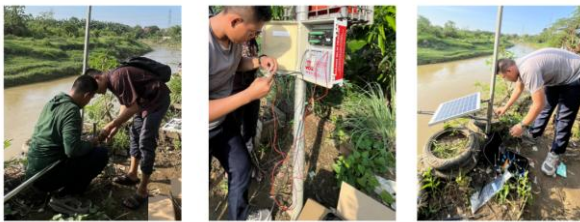
UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pamulang, BPBD Kota Bekasi, dan Komunitas KP2C yang telah mendukung dan berkolaborasi dalam pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ketu Program Studi Teknik Informatika S-2 serta dosen pembimbing.

DOKUMENTASI KEGIATAN



Tampilan perangkat keras yang sudah dipasang di Kali Bekasi, system dilengkapi penanda identitas perangkat.



Proses instalasi yang dilakukan di bantaran Kali Bekasi, instalasi dilakukan pada tiang monopole dengan lengan ekstensi tambahan untuk sensor radar

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPBD Kabupaten Bekasi, "Laporan Kejadian Banjir Awal Maret 2025," Bekasi, 2025.
- [2] Sarvianto, "Analisis Efektivitas Sistem Pemantauan Banjir Berbasis Komunitas di Wilayah Bekasi," *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 5, no. 2, pp. 45-52, 2022.
- [3] S. Naqvi, D. Wu, and L. Wang, "A Comprehensive Study of Internet of Things (IoT) in Environmental Monitoring," in *Proc. International Conference on Internet of Things*, 2017, pp. 112-119.
- [4] Sutriyan, A. Fadli, and R. Hidayat, "Comparative Analysis of Radar and Ultrasonic Sensors for Water Level Monitoring in River Areas," *Journal of Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 18, no. 3, pp. 234-245, 2022.
- [5] M. A. Rahman et al., "IoT-based Flood Monitoring and Early Warning System: A Comprehensive Review," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 14, no. 2, pp. 78-85, 2023.
- [6] A. S. Putra dan D. H. Wijaya, "Evaluasi Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Masyarakat di Wilayah Perkotaan," *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 8, no. 2, pp. 45-53, 2024.
- [7] R. Hidayat dan E. S. Ningrum, "Analisis Kesiapsiagaan BPBD dalam Menghadapi Bencana Hidrometeorologi di Kota Bekasi," *Jurnal Manajemen Bencana*, vol. 5, no. 1, pp. 23-34, 2023.
- [8] B. N. Sari dan F. Kurniawan, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan LSTM untuk Prediksi Debit Air Sungai," *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, vol. 12, no. 1, pp. 56-65, 2024.
- [9] Vega Instruments, "Vegapuls C21 Technical Documentation," Schiltach, Germany, 2023.
- [10] Campbell Scientific, "CR6 Measurement and Control System Datasheet," Logan, USA, 2024.
- [11] SIMCom, "SIM7600 4G Module Technical Specification," Shanghai, China, 2023.
- [12] J. K. Patel and S. M. Thompson, "Solar-Powered IoT Systems for Environmental Monitoring," *Renewable Energy Journal*, vol. 45, no. 3, pp. 234-245, 2024.
- [13] InfluxData, "InfluxDB Documentation," 2023. [Online]. Available: <https://docs.influxdata.com/influxdb/>
- [14] Grafana Labs, "Grafana Documentation," 2023. [Online]. Available: <https://grafana.com/docs/grafana/>
- [15] L. Chen, X. Wang, and Y. Zhang, "Deep Learning for Environmental Data Analysis: A Survey," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 61, pp. 1-15, 2023.
- [16] D. K. Wibowo dan S. A. Pratiwi, "Integrasi Teknologi Radar dan IoT dalam Sistem Peringatan Dini Bencana Alam," *Seminar Nasional Teknologi Informasi*, pp. 234-241, 2024.
- [17] T. S. Lee and M. K. Wong, "IoT-Enabled Smart Disaster Management Systems: Architecture and Applications," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 10, no. 8, pp. 6789-6801, 2023.
- [18] A. R. Fauzi dan E. L. Sari, "Analisis Efektivitas Sistem Peringatan Dini Berbasis Komunitas di Daerah Rawan Banjir," *Jurnal Kebencanaan Indonesia*, vol. 9, no. 2, pp. 89-102, 2023.
- [19] P. S. Dewi dan R. A. Nugroho, "Pengembangan Dashboard Monitoring Bencana Berbasis Real-time," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 15, no. 3, pp. 145-156, 2024.
- [20] World Meteorological Organization, "Guidelines on Nowcasting Techniques," Geneva, 2022.
- [21] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, "Panduan Pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi," Jakarta, 2024.