

NASKAH ORISINAL

Sistem Deteksi Dini Bencana Banjir di Lingkungan Masyarakat Keputih Surabaya

Paramita Eka Wahyu Lestari* | Haryadi Amran Darwito | Nailul Muna | Titon Dutono | Arifin | Nanang Syahroni | Aris Bahari Rizki | Hari Wahyuningrat Suparno | Eko Supriyanto | Fadhil Ahnaf Taufiqul Hakum | M. Zainul Arifin | Syahrul Wicaksono | Mitchell Onesimus Christinanda | Karisma Nur Rizqi

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Korespondensi

*Paramita Eka Wahyu Lestari, Departemen Teknik Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia.
Alamat e-mail: mita@pens.ac.id

Alamat

Laboratorium SAW-11.07 Komunikasi Radio dan Satelit, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.

Abstrak

Banjir adalah bencana alam yang sering melanda Indonesia, termasuk wilayah Keputih, Surabaya, yang mengalami genangan akibat tingginya curah hujan dan aliran air yang tidak lancar. Penyebab banjir di daerah ini meliputi intensitas hujan yang tinggi, terbatasnya daerah resapan, saluran sungai yang tersumbat sampah, dan tata ruang kota yang kurang mendukung sistem drainase yang optimal. Untuk mengatasi masalah ini, telah dikembangkan sistem deteksi dini banjir yang terintegrasi dengan *smart PJU* (Penerangan Jalan Umum). Sistem ini memanfaatkan data curah hujan dan ketinggian air yang dipantau di sejumlah ruas jalan di kawasan Keputih, beroperasi secara *real-time*, dan melaporkan hasil pemantauan melalui *platform website monitoring*. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan aktivasi sirine *buzzer* saat potensi banjir terdeteksi. Aplikasi *website monitoring* dapat diakses melalui perangkat ponsel, sehingga masyarakat dapat memantau situasi banjir kapan saja dan di mana saja. Sistem ini sangat membantu warga sekitar Keputih untuk lebih antisipasi akan bencana banjir ketika curah hujan di wilayah tersebut sedang tinggi dan pengembangan kedepannya dilakukan analisis dan klasifikasi curah hujan untuk meningkatkan keberlanjutan pengembangan dan pengelolaan di lingkungan Kelurahan Keputih.

Kata Kunci:

Banjir, Curah Hujan, Ketinggian air, *Smart PJU*, Sistem Monitoring

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Saat ini, bencana hidrometeorologi menunjukkan tren peningkatan. Bencana hidrometeorologi adalah bencana yang berkaitan dengan air, termasuk banjir. Banjir sering terjadi di Indonesia, terutama di wilayah-wilayah dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Seiring dengan pertumbuhan populasi penduduk, kebutuhan akan tempat tinggal meningkat, yang berdampak pada berkurangnya infiltrasi air ke dalam tanah. Hal ini mengakibatkan berkurangnya pengumpulan air tanah dan terganggunya keseimbangan siklus air^[1]. Akibatnya, banjir menjadi lebih sering terjadi ketika suatu daerah tergenang oleh air dalam volume besar. Air merupakan salah satu sumber daya yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia, khususnya di Indonesia, yang memiliki jumlah penduduk terus meningkat^[2].

Berdasarkan Laporan Profil Perkembangan Kependudukan Kota Surabaya 2023, jumlah penduduk di Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya mencapai 115.099 jiwa^[3]. Keputih merupakan salah satu kelurahan yang terletak di Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Dengan jumlah penduduk yang besar, desa ini menghadapi berbagai masalah lingkungan serius, salah satunya adalah banjir. Banjir dikategorikan sebagai masalah lingkungan karena dapat mencemari lingkungan dan menimbulkan berbagai dampak negatif^[4]. Berdasarkan hasil observasi, penyebab banjir di Simpang 5 Keputih, meliputi tingginya curah hujan, minimnya resapan air akibat maraknya pembangunan rumah, serta aliran sungai yang terhambat oleh sampah. Peningkatan curah hujan yang tinggi dan berlangsung dalam durasi waktu yang lama di kawasan Keputih menyebabkan bencana banjir yang sering terjadi di beberapa ruas jalan. Kawasan Keputih terletak di hilir sungai yang menuju pesisir pantai, di mana ketinggian air sungai bergantung pada pasang surut air laut. Kondisi ini diperparah oleh keberadaan pedagang kaki lima serta bangunan permanen di bantaran sungai, yang turut menyebabkan pendangkalan dan penyempitan aliran sungai di kawasan Keputih. Suarapubliknews.net (19 April 2024) melaporkan peninjauan proyek pengendalian banjir yang dilakukan oleh Pimpinan DPRD Kota Surabaya bersama Kepala Bidang Dinas Sumber Daya Air dan Bina Marga (DSDABM), pelaksana proyek, serta tim lapangan di kawasan Timur, termasuk ruas jalan di wilayah Simpang 5 Keputih.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Kondisi ini diperparah oleh rendahnya kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi banjir, yang mengakibatkan minimnya mitigasi risiko serta penanganan dampak bencana. Oleh karena itu, muncul gagasan untuk merancang alat pendekripsi curah hujan yang dapat beroperasi secara otomatis tanpa banyak intervensi manusia. Alat ini menggunakan sistem deteksi dini untuk memberikan informasi kepada masyarakat, sehingga diharapkan mampu mengurangi jumlah korban serta kerugian yang timbul akibat kurangnya kesiapsiagaan dalam menghadapi banjir.

1.3 | Target Luaran

Tujuan dari pengabdian masyarakat ini adalah untuk menguji penerapan penggunaan alat *monitoring* di wilayah Keputih, Surabaya, serta mengembangkan alat deteksi dini bencana banjir yang terintegrasi dengan sistem *smart PJU* (Penerangan Jalan Umum) dan dilaporkan melalui *web monitoring*. Alat ini bekerja dengan mengaktifkan sirine melalui *buzzer*, atau dapat diakses melalui *web monitoring smart PJU* pada perangkat ponsel, ketika indikator mendekripsi potensi banjir di kawasan tersebut. Dengan demikian, diharapkan masyarakat dapat meningkatkan kewaspadaan terhadap ancaman banjir yang akan datang.

2 | TINJAUAN PUSTAKA

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dimulai dengan melakukan studi literatur. Tujuan dari studi literatur ini adalah untuk mengumpulkan referensi yang akan menjadi dasar data dalam pengembangan alat. Referensi tersebut diperoleh melalui pencarian di *internet*, buku, dan jurnal ilmiah. Selain itu, studi literatur juga dilakukan untuk memahami kondisi lingkungan di kawasan Kelurahan Keputih, khususnya terkait dengan kondisi udara. Tahapan ini melibatkan pencarian informasi mengenai sistem pemantauan peringatan dini bencana banjir berdasarkan intensitas curah hujan di beberapa titik rawan banjir, serta literatur yang mendukung proses perancangan dan pembuatan sistem tersebut.

2.1 | Manajemen Lalu Lintas

Manajemen lalu lintas adalah suatu proses yang mengatur keseimbangan antara penyediaan (*supply*) dan permintaan (*demand*) pada sistem jalan raya, yang bertujuan untuk mengatasi masalah lalu lintas jangka pendek dan mempersiapkan solusi untuk potensi masalah lalu lintas di masa yang akan datang^[5]. Menurut^[6], Tiga strategi utama dalam manajemen lalu lintas dapat diterapkan untuk meningkatkan kelancaran arus kendaraan. Pertama, manajemen kapasitas berfokus pada pemanfaatan kapasitas ruas jalan dan persimpangan secara optimal, sehingga pergerakan lalu lintas dapat berjalan dengan lancar. Kedua, manajemen prioritas memberikan fokus pada pemberian prioritas bagi angkutan umum, terutama angkutan massal, karena kendaraan ini memiliki jumlah besar yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan jalan. Ketiga, manajemen permintaan bertujuan untuk menyesuaikan jumlah kendaraan dengan kapasitas yang tersedia. Beberapa metode yang digunakan dalam strategi ini termasuk perubahan rute kendaraan untuk mengalihkan arus dari area macet ke area yang lebih lancar, kebijakan parkir, penerapan sistem ganjil-genap, *three-in-one*, dan penerapan tarif jalan (*road pricing*) untuk mengendalikan volume kendaraan yang melintas.

2.2 | Smart PJU

Lampu penerangan jalan merupakan elemen penting pada jalan yang berfungsi untuk memberikan cahaya penerangan di malam hari. Penerangan ini mempermudah pejalan kaki, pesepeda, dan pengendara dalam melihat jalan atau medan yang akan dilalui, sehingga dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas serta mengurangi potensi tindak kriminal yang dapat terjadi di jalan^[7]. Lampu penerangan jalan biasanya dipasang di sisi kiri dan kanan jalan atau di bagian median untuk menerangi area jalan serta lingkungan sekitar sesuai dengan kebutuhan. Meskipun demikian, saat ini masih terdapat tantangan dalam pemantauan dan pengendalian Penerangan Jalan Umum (PJU), yang hingga kini dilakukan secara konvensional. Pengendalian lampu PJU menggunakan dua metode utama, yaitu cara manual dan otomatis^[8].

2.3 | Banjir

Banjir adalah salah satu masalah lingkungan fisik di permukaan bumi yang dapat menyebabkan kerugian besar. Banjir dapat diartikan sebagai kondisi dimana air sungai melimpah dan menggenangi area sekitarnya hingga mencapai kedalaman tertentu, yang pada akhirnya menimbulkan kerusakan pada lingkungan dan dampak negatif bagi masyarakat. Faktor-faktor penyebab banjir meliputi curah hujan yang sangat tinggi, permukaan tanah yang lebih rendah dibandingkan dengan muka air laut, daerah yang berada di cekungan dikelilingi perbukitan dengan sedikit kemampuan resapan air, pembangunan yang berada di sepanjang bantaran sungai, aliran sungai yang terhambat oleh sampah, serta kurangnya tutupan vegetasi di daerah hulu sungai^[9].



Gambar 1 Bencana banjir di Keputih Tegal akibat curah hujan yang tinggi.

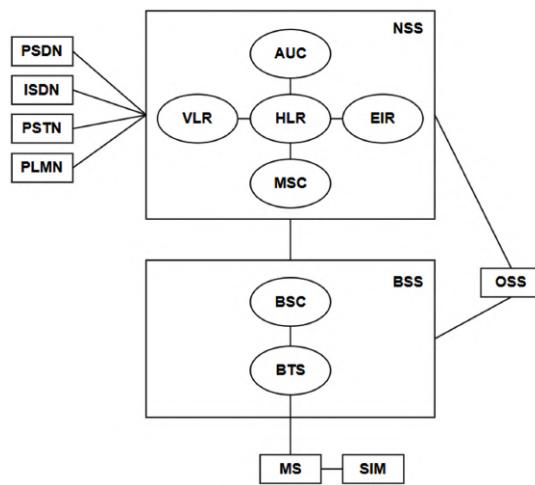
2.4 | Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang terkumpul di area datar tanpa menguap, meresap, atau mengalir. Satuan untuk mengukur curah hujan biasanya menggunakan milimeter atau inci, namun di Indonesia satuan yang digunakan adalah milimeter (mm). Satu milimeter curah hujan berarti bahwa pada area seluas satu meter persegi yang datar, air yang terkumpul mencapai ketinggian satu milimeter atau setara dengan satu liter air. Sementara itu, intensitas curah hujan mengacu pada jumlah air hujan

yang jatuh dalam periode waktu tertentu, yang umumnya diukur dalam mm/jam, mm/hari, mm/tahun, dan seterusnya. Data curah hujan yang sering dianalisis meliputi nilai maksimum, minimum, dan rata-rata dari curah hujan tersebut^[10].

2.5 | GSM

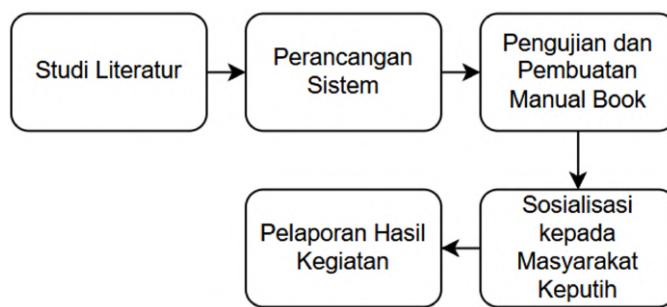
GSM (*Global System for Mobile Communication*), yang awalnya merupakan singkatan dari *Groupe Special Mobile*, adalah sebuah teknologi komunikasi seluler berbasis digital. Teknologi ini banyak digunakan dalam sistem komunikasi bergerak, terutama pada perangkat telepon genggam. Dengan memanfaatkan gelombang mikro dan pembagian waktu dalam distribusi sinyal, GSM memastikan bahwa informasi yang dikirimkan dapat sampai dengan baik ke tujuan yang dituju. Sistem ini memainkan peran penting dalam memastikan komunikasi yang efektif dan efisien, baik untuk percakapan maupun pengiriman data dalam jaringan seluler^[11]. Sebagaimana terlihat pada gambar 2, GSM telah menjadi standar internasional untuk komunikasi seluler dan merupakan teknologi seluler yang paling banyak digunakan di seluruh dunia.



Gambar 2 Arsitektur Jaringan GSM.

3 | METODE PELAKSANAAN

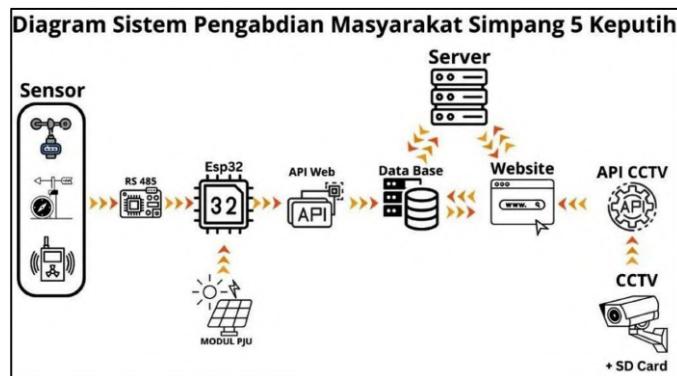
Metode pelaksanaan kegiatan, disajikan pada gambar 3.



Gambar 3 Metode Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian Masyarakat.

3.1 | Perancangan Sistem

Sesuai dengan yang ditunjukkan pada gambar 4, terdapat empat sensor yang digunakan untuk sistem pemantau cuaca. Sensor tersebut meliputi sensor suhu dan kelembapan, sensor kecepatan angin cahaya, sensor intensitas cahaya dan sensor arah angin. Data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut kemudian dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 dan dikirimkan ke *database* melalui jaringan GSM. Hasil pengolahan data sensor ditampilkan secara *real-time* melalui antarmuka *website*. Melalui situs *website* ini, warga simpang 5 Keputih dapat memperoleh informasi cuaca secara berkala, sehingga dapat membantu mereka dalam memantau perubahan kondisi cuaca. Untuk membuat suatu perancangan sistem deteksi dini bencana banjir ditunjukkan pada gambar 4 adalah sebagai berikut:

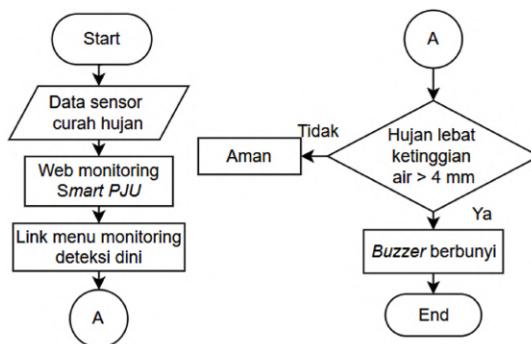


Gambar 4 Blok Diagram Sistem.

Selain itu, tahap perancangan *software* merupakan bagian yang krusial dalam pembuatan program karena berfungsi untuk menghubungkan antara pengguna dan sistem. Oleh karena itu, desain antarmuka yang dibuat harus mudah dimengerti dan dipahami, sehingga *user* tidak mengalami kesulitan atau kebingungan saat menggunakan *website monitoring* pada *smart PJU* untuk melihat informasi terkait deteksi dini bencana banjir. Rancangan tersebut mencakup halaman *login*, registrasi, dan *dashboard*.

3.2 | Pembuatan *Manual Book*

Pembuatan *Manual book* dilakukan sebagai pengaturan strategi agar pengabdian masyarakat terlaksana dengan baik. Maka, pada gambar 5 disajikan kerangka implementasi sistem sebagai berikut:



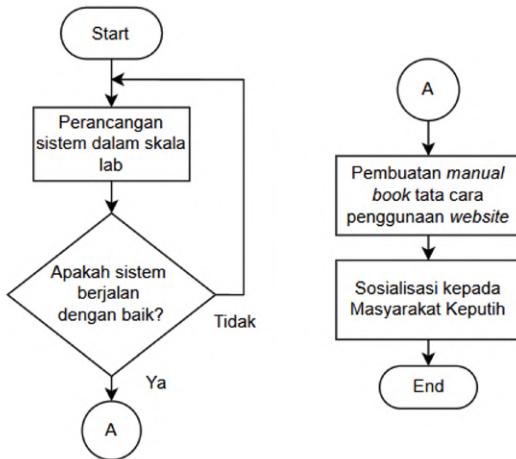
Gambar 5 Flowchart Implementasi Sistem.

Pada gambar 3 menunjukkan *flowchart* implementasi sistem deteksi dini bencana banjir. Pertama, sensor curah hujan mendekteksi dalam kondisi lebat menunjukkan ketinggian genangan air di ruas jalan > 4 mm maka terdeteksi akan terjadi bencana banjir maka *buzzer* akan menyalaikan sirine sebagai peringatan agar masyarakat waspada. Kedua, jika dari sensor-sensor tersebut tidak

menunjukkan syarat terjadinya peringatan dini bencana banjir maka *buzzer* tidak akan menyala untuk memberikan peringatan masyarakat atau bisa disebut juga dalam status aman. Ketiga, ketika *user* ingin melihat status pada *website monitoring* maka pengguna harus memiliki akun di *website monitoring smart PJU*, jika belum memiliki akun maka *user* harus registrasi terlebih dahulu pada *dashboard*, jika *user* sudah memiliki akun maka *user* dapat langsung *login* pada *website* tersebut dan dapat membuka menu *link monitoring* deteksi dini bencana banjir sebelum *buzzer* berbunyi untuk memberikan informasi bahwa masyarakat lebih waspada.

3.3 | Sosialisasi kepada Masyarakat Keputih

Langkah ini dilakukan dengan memperkenalkan dan menjalin kerjasama kepada masyarakat Keputih terkait alat yang akan dikembangkan sebagai salah satu bentuk tri dharma perguruan tinggi dengan menghasilkan karya yang berguna bagi Masyarakat. Gambar 6 adalah *flowchart* kegiatan pengabdian ini.



Gambar 6 Flowchart Kegiatan Pengabdian Masyarakat.

Berdasarkan Gambar 6 di atas, kegiatan pengabdian akan dilanjutkan dengan uji coba dalam skala laboratorium untuk memeriksa kondisi alat. Setelah pengujian, dibuatlah *manual book* tentang cara penggunaan alat tersebut akan disusun. Setelah *manual book* selesai, akan disosialisasikan kepada masyarakat dan dilakukan evaluasi terhadap kinerja alat.

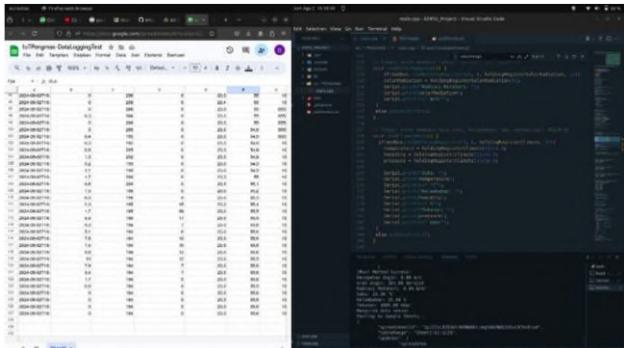
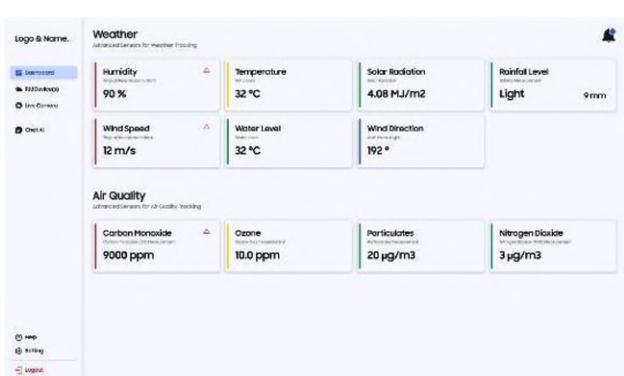
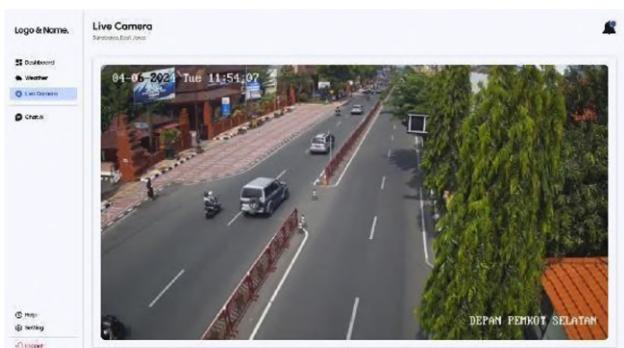
4 | HASIL PENGUJIAN

Pemasangan dua tiang PJU di Jalan Simpang 5 Keputih, Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur, dilaksanakan pada 16 Oktober 2024. Tabel 1 menyajikan hasil pengujian alat Penerangan Jalan Umum (PJU). Kegiatan ini dibantu oleh mahasiswa yang telah disetujui perangkat Kelurahan Keputih dan disaksikan oleh warga setempat.

4.1 | Pengujian Website

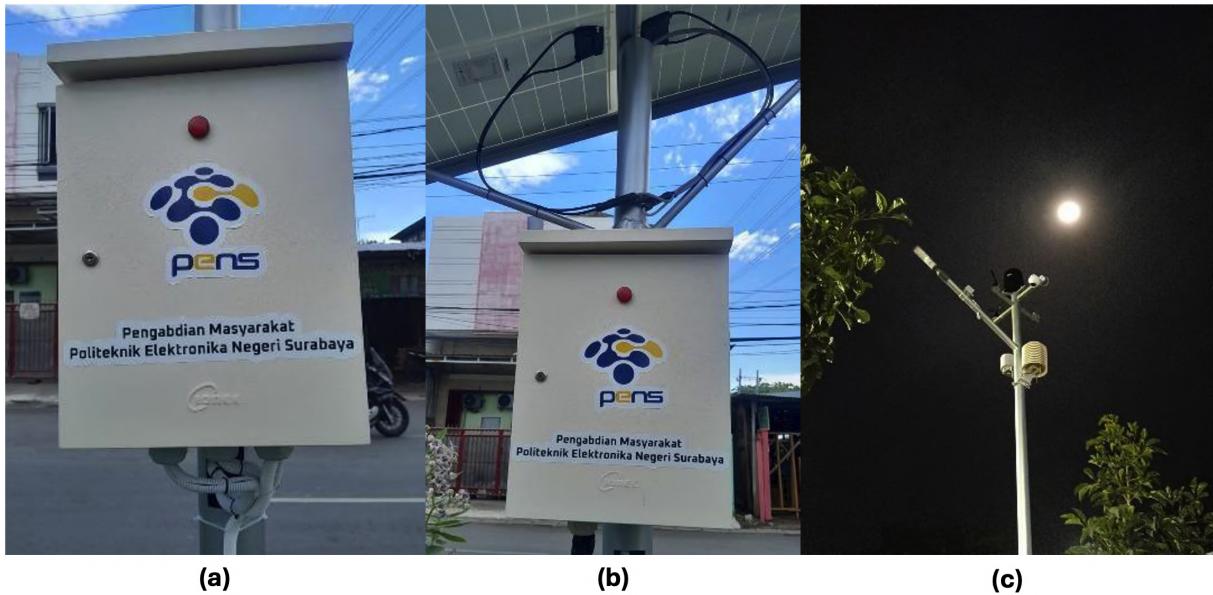
Tata cara penggunaan *website* untuk memantau kondisi cuaca dan kualitas udara secara *real-time*, melihat rekaman CCTV secara *live*, memantau kondisi *device* PJU dan kontrol lampu PJU dari *website*, dan penggunaan *chatbot* AI yaitu: (1) masuk ke *website* melalui *link* <https://pju-monitoring-web-pens.vercel.app/>; (2) Klik tombol lihat kondisi cuaca saat ini pada halaman utama *website*; (3) Terlihat dasbor pemantau sensor cuaca dan kualitas udara dengan indikator hijau untuk kondisi baik, sedangkan indikator merah untuk kondisi buruk; (4) Disajikan rekaman CCTV langsung untuk memantau kondisi lalu lintas Keputih; (5) Disajikan *chatbot* AI untuk bertanya tentang keluhan saat menggunakan *website*; (6) Apabila ingin masuk ke halaman perangkat PJU ini diperlukan *login* terlebih dahulu.

Tabel 1 Hasil Pengujian Alat Penerangan Jalan Umum (PJU)

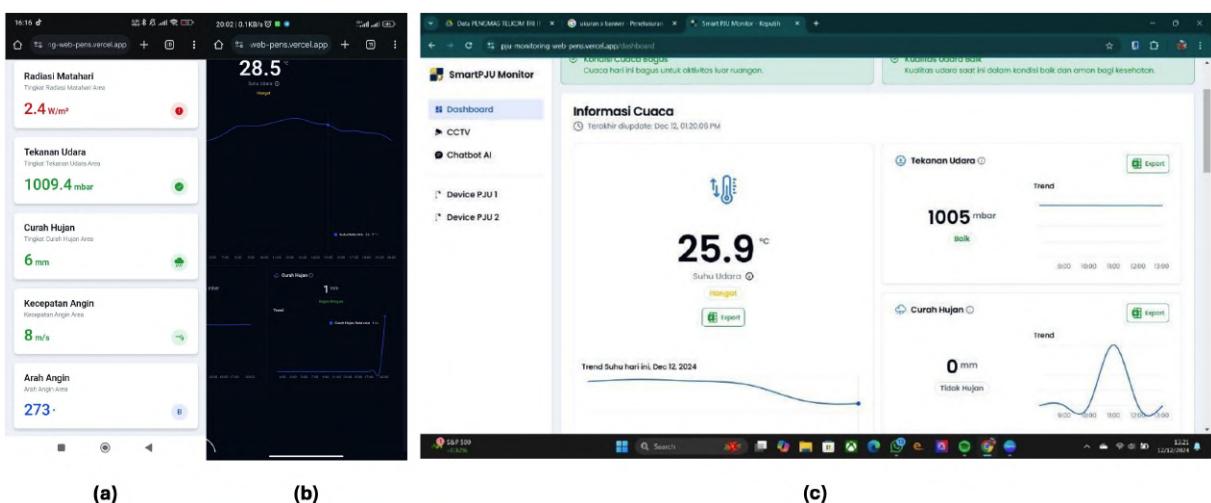
No.	Hasil	Keterangan
1		Data sensor pendeksi intensitas curah hujan, sensor kecepatan angin, sensor intensitas cahaya, sensor suhu dan kelembaban, sensor arah angin, dan sensor gas sehingga sudah bisa melakukn kirim data ke website.
2		Tampilan website yang mengeluarkan <i>output</i> dari gabungan berbagai sensor yaitu sensor pendeksi intensitas curah hujan, sensor kecepatan angin, sensor intensitas cahaya, sensor suhu dan kelembaban, sensor arah angin, dan sensor gas.
3		Tampilan CCTV yang di-update secara <i>real-time</i> sehingga sangat membantu warga atau masyarakat untuk mengetahui kondisi jalan yang akan mereka lalui.
4		Fitur Chatbot AI ini berfungsi untuk memudahkan pengguna dalam mendapatkan jawaban yang lebih spesifik dan cepat ketika mereka membutuhkan informasi atau bantuan.

4.2 | Integrasi dan Implementasi Sistem

Tahap pengujian ini dilakukan setelah perancangan dan implementasi alat yaitu berupa modul yang berisikan sensor curah hujan yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 dan hasilnya ketika terdeteksi akan datang bencana banjir maka *buzzer* yang terpasang akan mendeteksi dan berbunyi sebagai peringatan dini pada masyarakat untuk lebih waspada akan datangnya bencana banjir. Pada Gambar 7a-c merupakan hasil implementasi sistem yang dilakukan secara bertahap untuk menguji sensor pada kondisi hujan dan kondisi tidak hujan. Hasilnya adalah alat bekerja dengan dapat diakses melalui *web monitoring smart PJU* pada perangkat ponsel, dan bisa digunakan ketika indikator mendeteksi potensi banjir di kawasan tersebut.



Gambar 7 Smart PJU: (a) Dengan Sensor dan CCTV; (b) Dengan Panel Surya; (b) Tampak Atas Tiang smart PJU Berisi Sensor dan CCTV.



Gambar 8 Kondisi Sensor: (a) Saat Hujan 30 Oktober 2024; (b) Saat Hujan 26 November 2024; (c) Saat Tidak Hujan 12 Oktober 2024

4.3 | Implementasi Alat dan *Launching* Desa Binaan

Pada tahap implementasi alat dan *launching* desa binaan dilakukan sosialisasi kepada masyarakat agar dapat digunakan secara tepat agar masyarakat memiliki kesadaran terhadap kesehatan udara di daerah Keputih. Tahapan ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan kurangnya kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi banjir. Solusi yang ditawarkan adalah membuat sistem deteksi dini bencana banjir yang dapat digunakan untuk memberikan informasi dini yang terintegrasi dengan *smart PJU* dengan indikator tingginya curah hujan.



Gambar 9 (a) *Smart PJU* di Jalan Simpang 5 Keputih; *Launching* Desa Binaan Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 | Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan yang telah dilaksanakan oleh dosen dan mahasiswa Prodi Diploma 3 Teknik Telekomunikasi di Jalan Simpang 5 Keputih, Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya, sistem deteksi dini bencana banjir diharapkan mampu memberikan informasi secara cepat melalui indikator curah hujan dan ketinggian air yang terintegrasi dengan *smart PJU*. Secara teknis, peralatan dan instalasi telah berfungsi dengan baik, menghasilkan peringatan suara dari sirine *buzzer* saat indikator-indikator tersebut menunjukkan peningkatan. Hal ini membantu masyarakat di kawasan Keputih untuk meningkatkan kewaspadaan guna mencegah terjadinya kerugian baik materiil maupun non-materiil akibat bencana banjir.

5.2 | Saran

Adapun saran setelah kegiatan pengabdian ini berlangsung yaitu, bagi Badan Keswadayaan Masyarakat (BKM) dan masyarakat Keputih setempat, hendaknya memahami bahwa sistem deteksi dini bencana banjir yang telah diterapkan tidak hanya bermanfaat untuk kepentingan pengabdian dosen, tetapi juga sangat penting bagi keselamatan dan kewaspadaan masyarakat setempat. Sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan dini agar masyarakat lebih siap menghadapi potensi bencana banjir, dan keberhasilannya sangat tergantung pada partisipasi aktif masyarakat. Dosen hanya berperan sebagai fasilitator dan motivator dalam membantu mengatasi permasalahan yang ada, sehingga diharapkan keterlibatan masyarakat dalam pengoperasian dan pemeliharaan sistem ini dapat terus meningkat demi keberlanjutan dan efektivitas program yang telah dilaksanakan.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya tahun anggaran 2024.

Referensi

1. Adobati F, Garda E. Soil releasing as key to rethink water spaces in urban planning. *City, Territory and Architecture* 2020;7(1).
2. Narendra BH, Siregar CA, Dharmawan IWS, Sukmana A, Pratiwi, Pramono IB. A Review on Sustainability of Watershed Management in Indonesia. *Sustainability* 2021;13(19):11125.
3. Pemerintah Kota Surabaya. Profil perkembangan administrasi kependudukan Kota Surabaya 2023. Surabaya: Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil; 2024.
4. Itsnaini ZSP, Cesaridha GP, Suyatno AN, Nailufar N, Wahyuni MKS, Kusuma RM. Penerapan Teknologi Tepat Guna (TTG) Lubang Resapan Biopori sebagai Upaya Pencegahan Banjir di Desa Karanglo, Kabupaten Jombang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia (JPMI)* 2024;1(6):106–112.
5. Bustomi MAYA, Asmunin. Rancang Bangun Sistem Monitoring Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis IOT Menggunakan Protokol MQTT dengan Notifikasi Bot Telegram. *Jurnal Manajemen Informatika* 2021;12(1):12–21.
6. Mantik H. Model Pengembangan Dashboard Untuk Monitoring dan Sebagai Alat Bantu Pengambilan Keputusan (Studi Kasus PT MTI dan PT JPN). *Jurnal Sistem Informasi* 2021;8(1):56–64.
7. Mustikarani W, Suherdiyanto. Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kemacetan Lalu Lintas di Sepanjang Jalan H Rais A Rahman (Sui Jawi) Kota Pontianak. *Edukasi: Jurnal Pendidikan* 2016;14(1):143–155.
8. Desmira D. Aplikasi Sensor LDR (Light Dependent Resistor) untuk Efisiensi Energi pada Lampu Penerangan Jalan Umum. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer* 2022;9(1):21–29.
9. Prasetyo AD, Sudrajat AS. Identifikasi Bencana Banjir Kelurahan Tlogosari Kecamatan Pedurungan Kota Semarang. *Pondasi: Jurnal Teknik Sipil* 2021;26(2):94–102.
10. Imam R, Bimantoro F. Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Controlling Penerangan Jalan Umum Berbasis IoT dan Android. *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer dan Aplikasinya (JTIKA)* 2020;2(1):101–112.
11. Prawaka F, Zakaria A, Tugiono S. Analisis Data Curah Hujan yang Hilang Dengan Menggunakan Metode Normal Ratio, Inversed Square Distance, dan Cara Rata-Rata Aljabar (Studi Kasus Curah Hujan Beberapa Stasiun Hujan Daerah Bandar Lampung). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain* 2016;4(3):397–406.

Cara mengutip artikel ini: Lestari, P. E. W., Darwito, H. A., Muna, N., Dutono, T., Arifin, Syahroni, N., Rizki, A. B., Suparno, H. W., Supriyanto, E., Hakum, F. A. T., Arifin, M. Z., Wicaksono, S., Christinanda, M. O., Rizqi, K. N., (2025), Sistem Deteksi Dini Bencana Banjir di Lingkungan Masyarakat Keputih Surabaya, *Sewagati*, 9(4):1051–1060, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v9i4.6549>.