

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Penelitian yang dilakukan oleh Amir Ahsan Lathif (2023). dengan judul “Pengembangan Sistem Peringatan Banjir Cerdas Berbasis ESP8266” memiliki tujuan untuk menciptakan sistem peringatan banjir yang dapat secara otomatis memantau tingkat aliran dan ketinggian sungai. Metodologi penelitian mencakup analisis kebutuhan, desain sistem, pemrograman, pengujian, dan pelaksanaan prototipe. Sistem ini dirancang menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor ultrasonik, sensor aliran air, buzzer, LCD, relay, dan beberapa komponen pendukung lainnya. Temuan dari penelitian menunjukkan bahwa prototipe yang dibuat mampu mendeteksi perubahan kondisi air berdasarkan aliran dan ketinggiannya, sehingga dapat digunakan sebagai alat peringatan dini banjir untuk masyarakat [6].

Penelitian yang dilakukan oleh Panji Tegar Wikantama dan Ratna Puspitasari (2023). dengan judul “Perancangan Perangkat Pengukur Ketinggian Banjir dengan ESP32 dan Telegram Berbasis IoT” bertujuan untuk menciptakan perangkat pendeteksi banjir yang dapat memberikan informasi mengenai tingkat ketinggian air secara langsung kepada masyarakat. Metodologi yang diterapkan mencakup kajian literatur dan eksperimen melalui serangkaian tahapan, termasuk desain, perakitan, pemrograman, dan pengujian alat. Sistem ini dirancang dengan memanfaatkan ESP32 sebagai mikrokontroler utama, sensor ultrasonik HY-

SRF05 untuk mendeteksi ketinggian air, serta Telegram sebagai sarana untuk mengirimkan notifikasi. Temuan dari penelitian menunjukkan bahwa alat ini efektif dalam mendeteksi peningkatan ketinggian air dan memberikan notifikasi peringatan dalam waktu sekitar 2–3 detik, dengan status “Waspada” dan “Bahaya” [7].

Penelitian yang dilakukan oleh Arma Rahmawati, Suroso, dan Nasron (2024). dengan judul “Perangkat Pintar Deteksi Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Sensor Curah Hujan dengan Metode Peramalan” bertujuan untuk merancang sebuah sistem yang dapat mendeteksi serta memprediksi kondisi banjir menggunakan algoritma *Support Vector Regression* (SVR). Proses penelitian dilakukan melalui beberapa langkah, termasuk tinjauan pustaka, desain *hardware* dan *software*, pengumpulan data dari sensor, pelatihan untuk model prediksi, serta pengoperasian sistem notifikasi. Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Arduino Uno, NodeMCU, sensor ultrasonik JSN-SR04T, sensor untuk curah hujan, dan aplikasi Telegram. Temuan dari penelitian ini mengindikasikan bahwa sistem ini dapat mengkategorikan situasi banjir menjadi aman, waspada, dan berbahaya, berdasarkan penggabungan data ketinggian air dan curah hujan, dan secara otomatis mengirimkan hasil pantauan melalui Telegram [8].

Penelitian yang dilakukan oleh Laily Rahmad Fauzi dan Imam Suharjo (2026). berjudul “Prototipe Alat Deteksi Banjir Berbasis ESP32, TinyML, dan Notifikasi Telegram” bertujuan untuk menciptakan sistem pemantauan level air melalui *Internet of Things* yang berintegrasi dengan teknologi Tiny

Machine Learning (*TinyML*) untuk secara otomatis mengklasifikasikan situasi banjir. Metode yang digunakan dalam riset ini adalah *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE, yang mencakup tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Sistem ini dibangun dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, LED indikator, layar OLED, serta Telegram sebagai sarana pemberitahuan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat mengukur ketinggian air dengan maksimum error mencapai 0,2 cm dan nilai MAE sebesar 0,025 cm, serta berhasil dalam mengklasifikasikan kondisi aman, waspada, dan banjir dengan tingkat kesesuaian hasil pengujian hingga 100% [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Dawwam Rosyidi dan Denny Irawan (2024), dengan judul “Rancang Bangun Alat Sistem Informasi Peringatan Dini dan Penanganan Banjir Pada Basement Berbasis IoT” bertujuan untuk merancang sistem peringatan dini dan penanganan banjir di area basement yang berpotensi tinggi terhadap genangan air. Penelitian ini menerapkan metode prototipe yang mencakup tahap perancangan sistem, pembuatan prototipe, implementasi, serta pengujian sistem. Alat yang digunakan terdiri dari sensor level air untuk mendeteksi ketinggian air, sensor hujan (*tipping bucket*) untuk mengukur intensitas curah hujan, ESP32-CAM sebagai mikrokontroler dan pemantau kondisi *basement* secara langsung, pompa air, buzzer, LED, serta web server untuk media monitoring. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dapat memantau ketinggian air

dan curah hujan secara langsung, menampilkan keadaan *basement* melalui web server, serta memberikan peringatan awal ketika ketinggian air mencapai batas tertentu. Di samping itu, sensor hujan memiliki tingkat akurasi mencapai 98% dan keseluruhan sistem berhasil berfungsi sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan, sehingga dapat membantu mengurangi risiko kerugian akibat banjir di area basement [10].

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait Tugas Akhir

No	Penulis	Topik	Komponen	Kunci	Keterangan
1.	Amir Ahsan Lathif (2023)	Rancang Bangun Peringatan Banjir Cerdas Berbasis ESP8266	NodeMCU ESP8266, Sensor Ultrasonik HCSR04, Buzzer, LCD, Relay	Kirim data ke website + notifikasi WhatsApp	Klasifikasi status aman/siaga/waspada berdasarkan ketinggian & debit air
2.	Panji Tegar Wikantama & Ratna Puspitasari (2023)	Perancangan Perangkat Pengukur Ketinggian Banjir dengan ESP32 dan Telegram Berbasis IoT	ESP32, sensor ultrasonik HY-SRF05	Notifikasi via Telegram (real-time $\pm 2-3$ detik)	Efektif deteksi kenaikan air dengan status Waspada & Bahaya
3.	Arma Rahmawati, Suroso, Nasron (2024)	Perangkat Pintar Deteksi Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Sensor Curah Hujan dengan Metode Peramalan	Arduino, NodeMCU, sensor ultrasonik, sensor hujan, algoritma SVR	Prediksi kondisi banjir + notifikasi Telegram	Kategorisasi aman/waspada/berbahaya dari data air & hujan
4.	Laily Rahmad Fauzi & Imam	Deteksi Banjir Berbasis ESP32, TinyML, dan	ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04,	Klasifikasi otomatis via TinyML + Telegram	Akurasi klasifikasi hingga 100%, error minimal

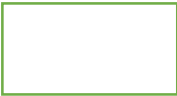
No	Penulis	Topik	Komponen	Kunci	Keterangan
	Suharjo (2026)	Notifikasi Telegram	TinyML, OLED		
5.	Muhammad Dawwam Rosyidi & Denny Irawan (2024)	Rancang Bangun Alat Sistem Informasi Peringatan Dini dan Penanganan Banjir Pada Basement Berbasis IoT	ESP32-CAM, sensor level air, sensor hujan, pompa air	Monitoring via web server + kontrol pompa otomatis	Akurasi sensor hujan 98%, sistem berfungsi sesuai tujuan
6.	Tugas Akhir	Pengembangan Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis ESP32-DEVKIT dengan Integrasi Notifikasi Panggilan BPBD	ESP32-DEVKIT, sensor ultrasonik JSN-SR04T, sensor hujan, modul GSM SIM800L	Website + WhatsApp (tetap) + tambahan SMS & telepon otomatis ke BPBD	Pengembangan dari Amir Ahsan Lathif: sensor ultrasonik diganti lebih akurat, tambah sensor hujan, tambah notifikasi SMS & panggilan darurat GSM

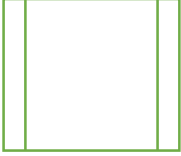
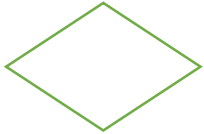
2.2. Landasan Teori

2.2.1. Flowchart

Flowchart adalah diagram yang menggambarkan alur atau urutan langkah dalam status proses, sistem atau algoritma dengan menggunakan simbol-simbol tertentu.

Tabel 2. 2 Simbol Flowchart

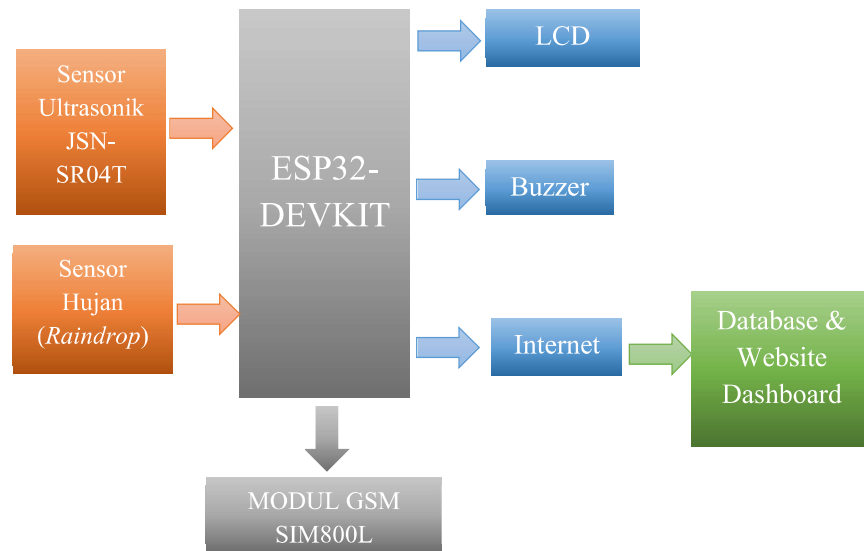
Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Terminator</i> / Terminal	Simbol ini memiliki bentuk oval dan digunakan untuk menunjukkan batas operasional yang menandai awal (memulai) atau akhir (menyelesaikan) seluruh proses yang ada dalam sebuah diagram alir.
	<i>Preparation</i> / Persiapan	Lambang berbentuk enam sisi yang dipakai untuk menunjukkan langkah-langkah pengaturan awal, seperti menyiapkan variabel, mengatur pin sensor, atau menyiapkan memori sebelum proses utama dimulai.
	<i>Input / Output</i>	Merupakan tanda yang memiliki bentuk jajar genjang yang menggambarkan proses menerima informasi dari luar (seperti pengambilan data dari sensor ultrasonik dan curah hujan) atau menampilkan informasi yang telah diolah ke layar LCD.
	<i>Process / Proses</i>	Simbol ini berbentuk segi empat panjang yang melambangkan adanya langkah teknis, arahan pengerjaan, atau pemrosesan data yang dilaksanakan oleh mikrokontroler ESP32.

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Predefined Process / Proses Terdefinisi</i>	Simbol berbentuk persegi panjang dengan garis ganda di sisi kiri dan kanannya yang digunakan untuk memanggil suatu sub-proses atau rangkaian instruksi yang sudah dideklarasikan sebelumnya, sehingga alur utama flowchart terlihat lebih ringkas dan tidak terlalu detail.
	<i>Decision / Keputusan</i>	Adalah simbol berbentuk belah ketupat yang digunakan untuk menunjukkan titik percabangan logika atau pengambilan keputusan, misalnya untuk memvalidasi apakah status air mencapai ambang batas banjir atau tidak.
	<i>Connector</i>	Adalah simbol yang berfungsi sebagai titik penghubung untuk menyambungkan alur proses yang terputus, baik pada halaman yang sama (lingkaran) maupun pada halaman yang berbeda (pentagon/segi lima).
	<i>Arrow / Garis Aliran</i>	Simbol panah berfungsi sebagai penanda yang menampilkan arah aliran yang menyambungkan satu petunjuk ke petunjuk lain secara berurutan.

2.2.2. Diagram Blok

Diagram blok merupakan suatu pernyataan gambar yang ringkas, di mana melalui diagram tersebut dapat diketahui fungsi dari masing-masing bagian komponen yang menyusun suatu sistem serta menunjukkan aliran sinyal atau hubungan antar komponen tersebut. Dengan adanya diagram blok, maka prinsip kerja sistem secara

keseluruhan dapat dipahami dengan lebih mudah dan sistematis. Adapun perancangan diagram blok pada sistem peringatan dini banjir ini ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. 1 Diagram Blok

2.2.3. Banjir

Banjir adalah bencana alam yang sangat mengganggu kehidupan masyarakat. Di samping itu, banjir dapat merusak infrastruktur yang menyebabkan kerugian ekonomi bagi warga. Sering kali, banjir mengakibatkan kehilangan nyawa, dan kadang-kadang juga mempengaruhi wilayah yang jauh dari aliran sungai. Sungai tidak dapat menyerap air hujan dalam jumlah besar akibat curah hujan yang sering dan intens [11].

2.2.4. Ketinggian Air

Ketinggian air merupakan parameter fisik yang menyatakan posisi permukaan air pada bidang vertikal terhadap titik referensi atau

bidang acuan (*datum*) tertentu, seperti dasar wadah atau posisi sensor. Dalam konteks sistem penampungan, variabel tersebut tidak hanya berperan sebagai penunjuk adanya air di dalam ruang penyimpanan, tetapi juga berfungsi sebagai indikator jumlah cairan yang mencerminkan secara langsung luas permukaan wadah tersebut. Dari segi teknis, tinggi air memiliki hubungan erat dengan tekanan hidrostatik, di mana semakin tinggi kolom air, semakin besar tekanan yang terjadi di bagian bawah wadah, prinsip ini sering digunakan dalam sistem instrumen dan kontrol. Oleh karena itu, mengawasi tinggi air secara tepat sangat penting dalam pengelolaan sumber daya air agar dapat mencegah terjadinya kondisi pompa berjalan tanpa air (*dry-running*) serta kebocoran air yang tidak efisien (*overflow*) [12].

2.2.5. IoT (Internet of Things)

Internet of Things merupakan gagasan yang dibuat untuk memperluas manfaat konektivitas internet yang berkelanjutan. Fungsinya mencakup komunikasi, pengendalian jarak jauh, dan penerimaan dari sensor, yang mencakup berbagai objek. Contohnya, makanan, perangkat elektronik, barang-barang koleksi, dan semua alat (termasuk yang bersifat biologis) yang terhubung ke internet serta jaringan lokal dan global melalui sensor yang terintegrasi [13].

2.2.6. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan sebuah perangkat lunak atau lingkungan pemrograman yang dirancang supaya proses

pengembangan program untuk *Arduino* menjadi lebih mudah. Pengguna, termasuk mereka yang baru belajar pemrograman, dapat mengelola, mengkompilasi, dan mengunggah kode. Pendekatan dalam pemrograman yang digunakan menggabungkan beberapa elemen dari bahasa Java dan C++, sehingga mempermudah proses pembuatan program. Berbagai jenis sistem operasi dapat digunakan untuk mengenali *Arduino*, sehingga memberikan tingkat fleksibilitas yang tinggi dalam penerapannya. Antarmuka yang mudah digunakan tersedia untuk mendukung berbagai jenis board *Arduino*, mulai dari yang sederhana hingga yang lebih canggih, sehingga mampu mendukung pengembangan aplikasi dasar maupun proyek yang lebih rumit. Perangkat lunak *Arduino IDE* berfungsi untuk mengembangkan sketch pemrograman, yang juga dikenal sebagai platform pemrograman pada board. Pengguna diberi kemampuan untuk memodifikasi, menciptakan, mengunggah, dan menulis kode program yang sesuai dengan kebutuhan merek [14].

2.2.7. ESP32-DEVKIT

ESP32-DEVKIT adalah sebuah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh *Espressif Systems* sebagai penerus dari ESP8266. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan modul WiFi yang terintegrasi dalam chipnya, sehingga sangat ideal untuk pengembangan aplikasi *Internet of Things*. Mikrokontroler itu sendiri adalah sebuah komputer kecil yang di desain dalam bentuk chip IC (*Integrated Circuit*) dan

dirancang untuk melaksanakan tugas atau fungsi tertentu. Keunggulan dari *ESP32-DEVKIT* jika dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya meliputi jumlah pin *output* yang lebih banyak, lebih banyak pin analog, kapasitas memori yang lebih besar, adanya *bluetooth low energy* 4.0, serta fitur WiFi yang mendukung penggunaan *Internet of Things* dengan mikrokontroler. Di sisi lain, menurut sumber, *ESP32-DEVKIT* merupakan mikrokontroler yang rendah biaya dan efisien energi dengan kemampuan WiFi dan *bluetooth dual-mode* yang sudah terintegrasi. Generasi *ESP32-DEVKIT* ini memanfaatkan mikroprosesor *Tensilica Xtensa LX6* sebagai jantungnya, baik dalam mode *single-core* maupun *dual-core* [15].

2.2.8. Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

Sensor ultrasonik JSN-SR04T (*Waterproof*) adalah perangkat yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan serta jarak benda di lingkungan yang mengharuskan ketahanan terhadap air dan berbagai pengaruh eksternal lainnya. Alat ini dilengkapi dengan perlindungan atau lapisan khusus yang membuatnya tahan terhadap kondisi lembap, hujan, atau bahkan bisa terendam dalam air selama jangka waktu tertentu. Oleh karena itu, alat ini sangat cocok digunakan bersama perangkat deteksi banjir untuk mengukur ketinggian air saat terjadi banjir. Sensor ultrasonik bekerja dengan mengirimkan gelombang suara ke arah benda atau objek yang

ingin di deteksi. Gelombang tersebut kemudian dipantulkan kembali oleh objek tersebut setelah menyentuhnya [16].

2.2.9. Sensor Hujan (*Raindrop*)

Sensor hujan merupakan jenis perangkat yang fungsinya adalah untuk mendeteksi ada atau tidaknya hujan, dan dapat dimanfaatkan dalam beragam aplikasi sehari-hari. Cara kerja dari perangkat ini adalah ketika air hujan jatuh dan bersentuhan dengan panel sensor, proses elektrolisis akan terjadi akibat air hujan. Pada sensor hujan ini terdapat IC komparator yang memberikan keluaran dalam bentuk sinyal logika tinggi atau rendah, yang menunjukkan keadaan menyala atau mati. Di samping itu, modul sensor tersebut juga memproduksi keluaran berupa tegangan. Sensor hujan adalah tipe perangkat yang berfungsi untuk menilai apakah hujan sedang berlangsung atau tidak. Ini merupakan alat pengalih yang diaktifkan oleh kehadiran air hujan. Mekanisme kerja modul sensor ini didasarkan pada kenyataan bahwa saat air hujan mengenai panel sensor, proses *elektrolisis* akan terjadi. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa air hujan merupakan zat elektrolit yang dapat menghantarkan arus listrik [17].

2.2.10. SIM800L

SIM800L merupakan salah satu modul GSM/GPRS yang berfungsi secara serial dan dapat diintegrasikan dengan *Arduino/AVR*. Terdapat beberapa jenis papan pemutus dari SIM800/SIM800L yang

akan kita eksplorasi di sini, yakni versi mini SIM800L yang menggunakan *Micro SIM* [18].

2.2.11. LCD 16x2

LCD adalah sebuah tampilan yang berfungsi untuk menunjukkan karakter ASCII. Cara kerja LCD berbasis pada *Twisted Nematic (TN)*, yang terdiri dari dua bahan yang *terpolarisasi*, sebuah *Integrated Circuit (IC)* untuk mengatur baris dan kolom, serta elemen elektroda yang membentuk *pixel*. Lokasi setiap *pixel* ditentukan dengan membentuk jala-jala dari *Indium Tin Oxide* (logam oksida semi transparan), dan *pixel* tertentu akan diberi arus sehingga orientasi dari material *liquid crystal* akan berubah, yang pada gilirannya akan mengubah *pixel* dari *white pixel* menjadi *black pixel*. Orientasi ini akan menentukan apakah cahaya dapat melewati atau tidak. Jika cahaya ditolak, area tersebut akan menjadi gelap (*black pixel*) [19].

2.2.12. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronik yang digunakan untuk mengubah getaran listrik menjadi bunyi. Secara dasar, *buzzer* sebanding dengan *loudspeaker*, di mana *buzzer* juga terbuat dari kumparan yang dipasang pada diafragma. Kumparan itu kemudian menerima arus sehingga berperan sebagai *elektromagnet* [20].

2.2.13. Power Supply

Catu daya atau *power supply* adalah perangkat elektronik yang mengubah arus AC (bolak-balik) menjadi arus DC (searah). Catu daya berfungsi sebagai penyedia energi untuk perangkat lain. Beberapa jenis catu daya meliputi DC *power supply*, AC *power supply*, dan *switch mode power supply*. DC *power supply* adalah catu daya yang memberikan tegangan serta arus dalam bentuk DC dengan polaritas tetap yakni positif dan negatif. AC *power supply* membantu dalam mengubah sumber tegangan AC menjadi level tegangan yang berbeda, sedangkan *switch mode power supply* berfungsi untuk menyearahkan dan menyaring tegangan AC masuk agar menghasilkan tegangan DC [21].