BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

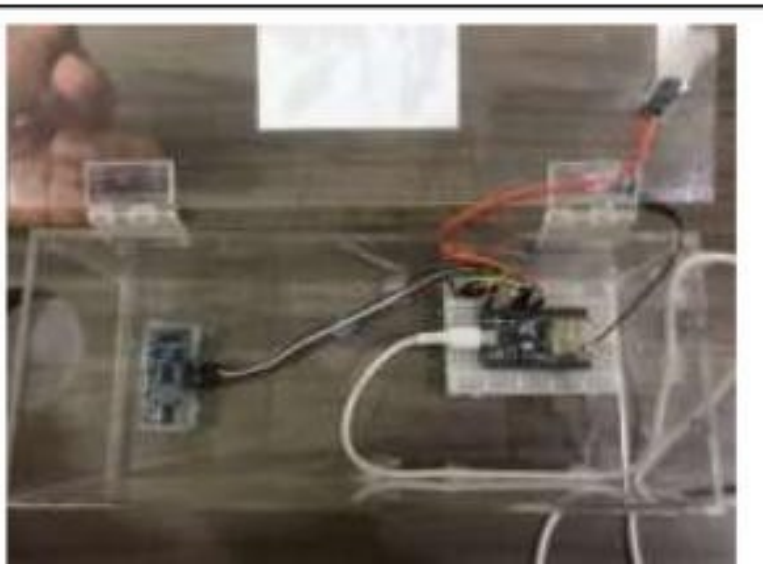
Penelitian yang dilakukan oleh Alvando,dkk (2025),mengembangkan sistem monitoring banjir berbasis ESP32 dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, DFPlayer Mini, *speaker*, dan aplikasi Blynk. Sistem ini bekerja dengan memberikan peringatan suara otomatis berdasarkan level ketinggian air, serta menampilkan status air melalui aplikasi Blynk. Terdapat tiga level kondisi yang dikenali sistem yaitu waspada, siaga, dan bahaya. Kelebihan dari penelitian ini adalah integrasi antara peringatan suara dan notifikasi berbasis aplikasi, serta penggunaan komponen yang hemat biaya dan mudah dirakit. Namun, sistem masih memiliki beberapa kelemahan, seperti ketergantungan penuh pada koneksi internet, serta tidak disebutkan ketahanan sensor terhadap kondisi lingkungan ekstrem. Sistem juga belum diuji secara langsung di lapangan dan belum dilengkapi dengan media peringatan alternatif seperti *SMS* atau *Telegram*



Gambar 2. 1 Perancangan Mekanik Sistem Peringatan Dini Banjir Berdasarkan Ketinggian Air, Debit Air, Jarak Permukaan Air

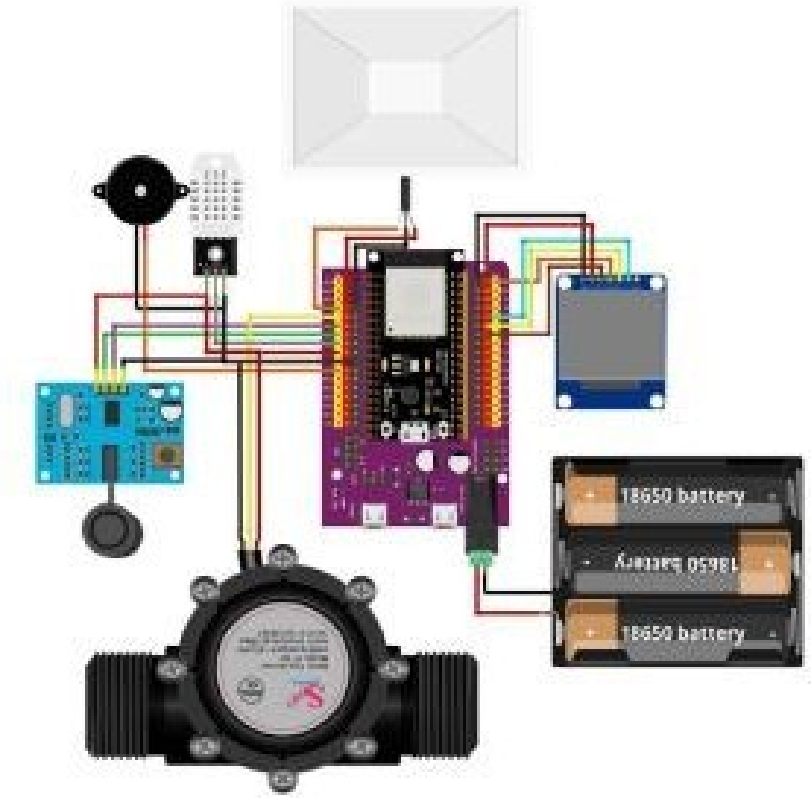
Penelitian selanjutnya yaitu “Perancangan Perangkat Pengukur Ketinggian Banjir dengan ESP32 dan Telegram Berbasis *IoT*” oleh Panji Tegar Wikantama,Ratna Puspitasari (2023). Dalam penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik HY SRF 05 dan informasi data dikirim secara *real-time* ke telegram bot melalui jaringan internet.Semua data yang di baca oleh sensor *ultrasonik* HCSR04 akan ditampilkan dan

disimpan didalam *database telegram*. Perancangan mekanik sistem monitoring ketinggian air berbasis web dan IoT ini dapat dilihat pada Gambar 2. 2



Gambar 2. 2 Perancangan Sistem Peringatan Dini Banjir berdasarkan Jarak Permuakan Air

Selanjutnya menurut penelitian yang dilakukan oleh Trisiani Dewi Hendrawati (2025) yang berjudul "Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT dengan Integrasi *Multi-Sensor* dan Logika *Fuzzy*".Penelitian ini mengembangkan sistem peringatan dini banjir berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan *integrasi multi-sensor* dan metode logika *fuzzy*.Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan utama yang terhubung dengan beberapa sensor,yaitu *Tipping Bucket* untuk mengukur curah hujan,DHT22 untuk memantau suhu, YF-B1 untuk mendeteksi laju aliran air, serta JSN-SR04T sebagai sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air. Data dari sensor dikirimkan secara *real-time* ke *Google Spreadsheet* sebagai media penyimpanan berbasis *cloud*, ditampilkan melalui *OLED* untuk pemantauan lokal,serta dikirimkan ke *Bot Telegram* sebagai notifikasi peringatan. Sistem ini juga dilengkapi buzzer sebagai alarm di lokasi.Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sensor memiliki tingkat akurasi tinggi dengan rata-rata error rendah:Perancangan sistem monitoring Banjir ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis *IoT* dengan *Integrasi Multi-Sensor* dan Logika *Fuzzy*

Berikut ini adalah perbandingan dari beberapa penelitian terdahulu yang relevan dan sesuai dengan sistem monitoring dan informasi dini bencana banjir di desa Pulau Panjang Hilir berbasis IoT yang dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

NO	Nama Peneliti	Judul	Kelebihan	Kekurangan
1.	Alvando Ovid, Efri Yandani, Asril Vol. 5 No. 3 Tahun. 2025	*Prototype* Sistem Pemantauan Tinggi	Hasil monitoring yang didapat yaitu secara	Sistem ini masih berupa *prototype*

NO	Nama Peneliti	Judul	Kelebihan	Kekurangan
		Muka Air Berbasis ESP32 Untuk Sistem Peringatan Dini Banjir Melalui Telegram	*real-time* dan menggunakan LCD 16x2 sebagai informasi	yang hanya memiliki kapasitas skala kecil dan juga papan informasi yang kecil.
2.	Panji Tegar Wikantama, Ratna Puspitasari Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro Volume 13, Number 02, OKtober 2023	Perancangan Perangkat Pengukur Ketinggian Banjir dengan ESP32 dan *Telegram* Berbasis IoT	Hasil notikiasi yang cepat didapat oleh pembacaan sensor	Tidak adanya penggunaan papan informasi sebagai media kedua.
3.	Trisiani Dewi Hendrawati JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Vol. 10, No. 2, Desember 2025, Hal. 131-140 p-ISSN 2548-737X Terakreditasi “Peringkat 3” oleh Kemdiktisaintek, Nomor : 10/C/C3/DT.05.00/2025 DOI: 10.31544/jtera.v10.i2.2025.131-	Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT dengan *Integrasi Multi-* Sensor dan Logika	Sistem ini menggunakan *Integrasi Multi-Sensor* dan juga logika *Fuzzy* sebagai system utama sehingga	Penggunaan Sistem *Integrasi Multi-Sensor* membuat perancangan system menjadi

	140 e-ISSN 2548-8678 131	*Fuzzy*	pembacaan	lebih
NO	Nama Peneliti	Judul	Kelebihan	Kekurangan
	JTERA, Vol. 10, No. 2, Desember 2025		Data yang lebih akurat	kompleks dan mahal.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Banjir

Banjir Banjir adalah fenomena alam dimana terjadi kelebihan air yang tidak tertampung oleh jaringan *drainase* disuatu daerah sehingga dapat menimbulkan genangan merugikan. Dampak yang ditimbulkan oleh banjir kerap kali tak terkendali, terutama di wilayah yang tak mampu mengatasi dampaknya. Banjir alami disebabkan oleh berbagai faktor seperti curah hujan, karakteristik wilayah, proses erosi pada tanah dan sedimentasi, kapasitas sungai, *drainase*, serta pengaruh pasang air laut. Di sisi lain, banjir buatan terjadi akibat ulah manusia yang mengubah lingkungan,seperti perubahan pada daerah aliran sungai (DAS), pembangunan pemukiman di sekitar aliran sungai, rusaknya sistem drainase, rusaknya infrastruktur pengendali banjir, degradasi hutan (vegetasi alami),dan perencanaan yang tidak tepat dalam pengelolaan banjir (Balahanti et al., 2023). Daerah yang terendam banjir dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2. 4 Daerah Yang Terendam Banjir

2.2.2 *Internet Of Things*(IOT)

Perkembangan teknologi yang pesat telah mengubah cara orang hidup dan bekerja. Salah satu kemajuan teknologi yang semakin mendapat perhatian adalah *Internet of Things* (IoT) (Tianur et al., 2023). *Internet of things* atau bisa disebut juga dengan IoT adalah sebuah teknologi canggih yang memiliki konsep yang bertujuan untuk memperluas dan menghubungkan benda - benda di sekitar agar aktivitas sehari - hari menjadi lebih mudah dan efisien yang sangat membantu segala pekerjaan manusia (Yasmin et al., 2023). *Internet of thing* (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus(Basuki et al., 2025).

Pentingnya internet of things dapat dilihat dengan semakin banyaknya diterapkan dalam berbagai kehidupan saat ini.Istilah "*internet of things*" terdiri dari dua bagian kata utama yaitu internet yang menghubungkan dan mengatur sebuah konektivitas dan things yang memiliki arti objek atau sebuah perangkat.Sederhananya,kamu memiliki "*things*" yang dapat saling terhubung untuk mengumpulkan data dan mengirimkannya ke *Internet*. Data ini juga dapat diakses oleh "*things*" lainnya juga. dimana sebuah "*things*" tertentu memiliki kemampuan untuk mengirimkan data lewat melalui jaringan dimanapun kamu berada dan tanpa adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer (Selay et al., 2022).

2.2.3 ESP32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems, yang populer digunakan dalam aplikasi *Internet of Things* (IoT) dan sistem tertanam. ESP32 terkenal karena kemampuannya yang terintegrasi dengan Wi-Fi dan Bluetooth,serta memiliki performa tinggi dan konsumsi daya rendah. ESP32 merupakan papan mikrokontroler dengan modul wifi bawaan yang dapat mengirim pembacaan sensor melalui internet ke dalam database firebase(Syahri & Sari, 2025).ESP32 dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2. 5 ESP32

2.2.4 *Bot Telegram*

Telegram Bot merupakan akun otomatis yang disediakan oleh *Telegram* untuk menjalankan fungsi tertentu tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. *Telegram Bot* dapat menerima perintah dari pengguna dan memberikan respons secara otomatis berdasarkan program yang telah dibuat. Dalam sistem *Internet of Things* (IoT), *Telegram Bot* sering digunakan sebagai media monitoring dan notifikasi karena mampu mengirimkan informasi secara *real-time* kepada pengguna. *Bot Telegram* dapat dikendalikan melalui *API* yang disediakan oleh Telegram sehingga memungkinkan mikrokontroler seperti ESP32 untuk berkomunikasi secara langsung dengan penggunaan.

2.2.5 Sensor *Pressure Level* XK-136P

Sensor level tekanan *submersible* merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur ketinggian cairan berdasarkan tekanan hidrostatik. Berbeda dengan sensor ultrasonik yang mengukur jarak antara sensor dan permukaan air menggunakan pantulan gelombang suara, sensor *submersible* ditempatkan secara langsung di dalam air. Sensor mengukur tekanan yang dihasilkan oleh kolom air di atas titik pengukuran. Tekanan hidrostatik meningkat sebanding dengan bertambahnya ketinggian kolom cairan sehingga perubahan tekanan dapat digunakan untuk menentukan perubahan ketinggian air. Prinsip tersebut umum digunakan pada pengukuran level menggunakan *submersible pressure transmitter* seperti *Arduino,Raspberry Pi,*dan lain-lain. Pada penelitian ini digunakan sensor level tekanan *submersible* tipe **XK-136P**. Sensor ini merupakan *submersible hydrostatic level transmitter* yang dirancang untuk melakukan pengukuran

Politeknik Caltex Riau

level cairan dengan cara ditempatkan secara langsung di dalam air. Varian yang digunakan memiliki rentang pengukuran **0–5 m** dengan sinyal keluaran **4–20 mA**. Sinyal keluaran tersebut selanjutnya melalui rangkaian pengondisi atau konversi sinyal agar dapat dibaca oleh ADC ESP32 sesuai dengan rentang tegangan masukan mikrokontroler. XK-136P tersedia dalam beberapa rentang pengukuran dan menggunakan probe yang dirancang untuk penggunaan terendam.Spesifikasi sensor XK-136P yaitu :

- *Operating voltage*: 3.3V
- *Average current* : 4–20 mA
- *Blind zone distance* : 0-5m
- *Ranging distance for flat object* : 28-750cm
- *Output* : UART
- *Response time* : 100ms
- *Probe center frequency* : 40K±1.0K
- *Operating temperature* : -15~60℃
- *Storage temperature* : -25~80℃
- *Protection rate* : IP68



Gambar 2. 6 Sensor XK-136P

Spesifikasi XK-136P menunjukkan bahwa sensor dirancang sebagai sensor level hidrostatik yang dapat ditempatkan secara langsung di dalam cairan. Untuk varian 0–5 m, keluaran 4–20 mA memungkinkan perubahan tekanan yang diterima sensor direpresentasikan sebagai perubahan sinyal listrik yang selanjutnya dapat diproses oleh sistem kontrol.

Berikut adalah beberapa keunggulan utama dari sensor *level pressure*

submersible dalam konteks sistem monitoring banjir:

1) Pengukuran berdasarkan tekannan hidrostatik

Sensor melakukan pengukuran berdasarkan tekanan yang diberikan oleh kolom air di atas sensor. Bertambahnya ketinggian air menyebabkan tekanan hidrostatik yang diterima sensor meningkat. Dengan demikian, perubahan tekanan dapat digunakan untuk menentukan perubahan ketinggian air. Prinsip pengukuran ini memungkinkan sensor melakukan pemantauan level secara kontinu.

2) Dapat digunakan secara terendam

Sensor XK-136P dirancang sebagai sensor *submersible* sehingga probe dapat ditempatkan secara langsung di dalam air. Probe sensor memiliki tingkat perlindungan IP68 yang mendukung penggunaan secara terendam. Karakteristik ini sesuai untuk aplikasi pengukuran level pada tangki, saluran air, reservoir, maupun badan air terbuka.

3) Sinyal keluaran 4-20 mA

XK-136P menggunakan sinyal keluaran 4–20 mA pada varian yang digunakan. Karena ESP32 membaca sinyal dalam bentuk tegangan melalui ADC, sinyal sensor terlebih dahulu melalui rangkaian pengondisi sinyal sehingga diperoleh tegangan yang sesuai dengan rentang masukan ESP32. Dengan proses tersebut, perubahan sinyal keluaran sensor dapat diolah menjadi informasi ketinggian air.

4) Mendukung pemantauan secara real-time

Sinyal keluaran sensor dapat dibaca dan diolah secara berkala oleh mikrokontroler. Pada sistem yang dirancang, data sensor diproses oleh ESP32 untuk menentukan ketinggian serta kategori kondisi air. Hasil pengolahan tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar pengendalian perangkat indikator dan penyampaian informasi kepada pengguna.

5) Pengukuran level secara kontinu

Perubahan ketinggian air menghasilkan perubahan tekanan yang diterima oleh sensor dan selanjutnya direpresentasikan dalam bentuk perubahan sinyal keluaran. Hal tersebut memungkinkan sistem memperoleh informasi perubahan ketinggian air secara kontinu dan menggunakannya sebagai masukan untuk menentukan kondisi ketinggian air.

6) Tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem

Sensor *level pressure* umumnya memiliki ketahanan yang baik terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti hujan, kelembapan tinggi, dan perubahan suhu.Sensor ini dapat beroperasi dengan baik di luar ruangan, bahkan dalam kondisi hujan atau banjir, yang sering terjadi di wilayah rawan banjir.Ketahanannya terhadap kelembapan juga sangat mendukung kinerja jangka panjang.

7) Instalasi yang relatif mudah

Sensor *level pressure* umumnya mudah dipasang pada struktur yang ada, seperti tiang pengukur ketinggian air atau struktur jembatan. Proses instalasi yang sederhana mengurangi biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk menyiapkan sistem monitoring banjir.Selain itu, sensor ini dapat dipasang di berbagai titik strategis untuk memantau aliran air secara efektif.

8) Pemantauan berkelanjutan dan real-time

Sensor *level pressure* dapat memberikan pembacaan data secara terus-menerus dan *real-time*,memungkinkan pemantauan yang berkelanjutan

2.2.6 *Relay*

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni *elektromagnet* (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). *Relay* menggunakan prinsip *elektromagnetik* untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low* power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi (Syam et al., 2022). *Relay* 5V DC dapat dilihat pada Gambar 2. 7.



Gambar 2. 7 *Relay* 5V DC

2.2.7 *LED Traffic Light*

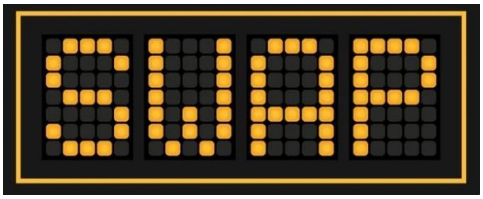
Lampu *Traffic Light LED* adalah modul indikator yang terdiri dari tiga buah *LED* dengan warna merah, kuning, dan hijau yang disusun menyerupai lampu lalu lintas. Modul ini sering digunakan dalam sistem monitoring dan peringatan karena mampu memberikan informasi kondisi sistem secara visual dan mudah dipahami oleh pengguna. Pada sistem monitoring banjir, lampu *Traffic Light LED* berfungsi sebagai indikator status ketinggian air yang dapat diamati secara langsung oleh masyarakat tanpa memerlukan perangkat tambahan seperti smartphone atau komputer. *LED Traffic Light* dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2. 8 Modul *LED Traffic Light*

2.2.8 *LED Running Text*

LED *Running Text* merupakan media informasi elektronik yang tersusun dari kumpulan *Light Emitting Diode* (LED) yang dapat menampilkan karakter, angka, simbol, maupun animasi teks secara dinamis. Informasi yang ditampilkan dapat bergerak (scrolling) dari kanan ke kiri, kiri ke kanan, maupun secara statis sesuai dengan program yang digunakan. *LED Running Text* bekerja dengan mengatur nyala dan mati *LED* pada suatu *matriks* sehingga membentuk karakter atau tulisan tertentu. Pengendalian tampilan dilakukan oleh mikrokontroler yang mengirimkan data ke modul *LED Matrix* secara berurutan. *LED Running Text* banyak digunakan sebagai media penyampaian informasi pada fasilitas umum, instansi pemerintah, sekolah, terminal, stasiun, dan sistem peringatan dini karena memiliki tingkat *visibilitas* yang tinggi serta dapat dilihat dari jarak yang cukup jauh. *LED Running Text* dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2. 9 Gambar *LED Running Text*