

***PROTOTYPE SISTEM MONITORING TINGGI AIR SEBAGAI
EARLY WARNING SISTEM PENDETEKSI BANJIR
DI BANDARA AHMAD YANI SEMARANG***

TUGAS AKHIR

Oleh

**JHELLYANANDA PUTRI
NIT. 56192010011**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
JULI 2024**

***PROTOTYPE SISTEM MONITORING TINGGI AIR SEBAGAI
EARLY WARNING SISTEM PENDETEKSI BANJIR
DI BANDARA AHMAD YANI SEMARANG***

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan
Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara
Program Sarjana Terapan

Oleh

JHELLYANANDA PUTRI
NIT. 56192010011



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
JULI 2024**

ABSTRAK

PROTOTYPE SISTEM MONITORING TINGGI AIR SEBAGAI EARLY WARNING SISTEM BANJIR DI BANDARA AHMAD YANI SEMARANG

Oleh
JHELLYANANDA PUTRI
NIT : 56192010011
Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara
Program Sarjana Terapan

Bandar udara Ahmad Yani Semarang terletak di kota Semarang, Jawa Tengah, yang merupakan salah satu kota yang paling rentan terhadap bencana banjir di Indonesia. Banjir yang terjadi di sekitar bandara dapat mengganggu operasional penerbangan, menyebabkan pembatalan, penundaan, dan ketidaknyamanan bagi penumpang serta kerugian finansial bagi maskapai dan *stakeholder* terkait. Dalam menghadapi ancaman banjir di Bandara Ahmad Yani Semarang, diperlukan pendekatan yang proaktif dan efektif untuk memberikan peringatan dini kepada pihak berwenang dan pihak terkait. *Prototype* sistem *monitoring* tinggi air menggunakan teknologi sensor tinggi air yang dipasang di sekitar bandara dan sistem pemantauan jarak jauh yang memungkinkan pengukuran dan pemantauan *real-time* terhadap tinggi air di sekitar bandara sehingga memudahkan teknisi dalam melakukan pengecekan jarak jauh tanpa harus datang ke rumah pompa. Dengan pendekatan metode *Research and Development* (R&D), alat ini mengintegrasikan sensor ultrasonik RCWL-1601 sebagai pendeteksi ketinggian air yang terhubung ke NodeMCU ESP32 untuk mengirimkan data ke *platform* Blynk. Parameter yang difokuskan pada *monitoring* jarak jauh ini berupa nilai dari ketinggian air pada area rumah pompa landasan nomor 5. *Value* dari ketinggian air ini akan dijadikan dasar untuk tindak lanjut pengoperasian 2 pompa yang bersifat *stand by*. Sehingga untuk memantau ketinggian air pada rumah pompa nomor 5 dapat dipantau secara *real-time*.

Kata kunci : Peringatan Dini, Monitoring, Banjir

ABSTRACT

PROTOTYPE OF WATER LEVEL MONITORING SYSTEM AS AN EARLY WARNING FOR FLOODING SYSTEM AT AHMAD YANI AIRPORT SEMARANG

By

JHELLYANANDA PUTRI

NIT : 56192010011

***Airport Engineering Technology Studies Program
Applied Bachelor's Program***

Ahmad Yani Airport in Semarang is located in the city of Semarang, Central Java, which is one of the most flood-prone cities in Indonesia. Floods occurring around the airport can disrupt flight operations, causing cancellations, delays, and inconvenience to passengers, as well as financial losses for airlines and related stakeholders. In the face of the flood threat at Ahmad Yani Airport Semarang, a proactive and effective approach is needed to provide early warning to the authorities and relevant parties. The water level monitoring system uses water level sensor technology installed around the airport and a remote monitoring system that enables real-time measurement and monitoring of water levels around the airport, making it easier for technicians to perform remote checks without having to come to the pump house. With the Research and Development (R&D) method approach, this tool integrates the RCWL-1601 ultrasonic sensor as a water level detector connected to the NodeMCU ESP32 to send data to the Blynk platform. The parameters focused on in this remote monitoring are the water level values in the pump house area of runway number 5. The water level values will be used as the basis for follow-up operation of the 2 standby pumps. This allows for real-time monitoring of the water level in pump house number 5.

Key Words : Early Warning, Monitoring, Flood

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir : “*PROTOTYPE SISTEM MONITORING* TINGGI AIR SEBAGAI *EARLY WARNING* SISTEM PENDETEKSI BANJIR DI BANDARA AHMAD YANI SEMARANG” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan-1, Politeknik Penerbangan Palembang-Palembang.



Nama : JHELLYANANDA PUTRI

NIT : 56192010011

PEMBIMBING I



Dr. Ir. SETIYO, M.M.
Pembina Tk.1 (IV/b)
NIP. 19601127 198002 1 001

PEMBIMBING II



PARJAN, S.Si.T., M.T.
Pembina (IV/a)
NIP. 19770127 200212 1 001

KETUA PROGRAM STUDI



Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.
Pembina (IV/a)
NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir : “*PROTOTYPE SISTEM MONITORING TINGGI AIR SEBAGAI EARLY WARNING SISTEM PENDETEKSI BANJIR DI BANDARA AHMAD YANI SEMARANG*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan-1, Politeknik Penerbangan Palembang-Palembang. Tugas akhir ini dinyatakan LULUS Program Sarjana Terapan pada tanggal 24 Juli 2024.

KETUA



GANDA RUSMANA, S.Si.T., M.M.
Pembina (IV/a)
NIP. 19710314 199301 1 002

SEKRETARIS



Dr. Ir. SETIYO, M.M.
Pembina Tk.1 (IV/b)
NIP. 19601127 198002 1 001

ANGGOTA



Ir. VIKTOR SURYAN, S.T., M.Sc
Penata Tingkat 1 (III/d)
NIP. 19861008 200912 1 004

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jhellynanda Putri

NIT : 56192010011

Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan

Menyatakan bahwa tugas akhir berjudul “*PROTOTYPE SISTEM MONITORING TINGGI AIR SEBAGAI EARLY WARNING SISTEM PENDETEKSI BANJIR DI BANDARA AHMAD YANI SEMARANG*” merupakan karya asli saya bukan merupakan hasil plagiarisme.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpanan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan



Jhellynanda Putri

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir Program Sarjana Terapan yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas akhir ini dapat ditulis dalam bahasa Indonesia sebagai berikut :

Putri, J. (2024). PROTOTYPE SISTEM MONITORING TINGGI AIR SEBAGAI EARLY WARNING SISTEM PENDETEKSI BANJIR DI BANDARA AHMAD YANI SEMARNG. *Tugas Akhir Program Sarjana Terapan*. Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tugas akhir haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang.

Dipersembahkan kepada

Alm. Papa Zul Hendri, Mama Yasma Ely dan Papa Sambung Aldi.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan segala puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sesuai jadwal yang ditentukan dan tak lupa memanjatkan shalawat serta salam kepada nabi besar Muhammad SAW.

Penyusunan Proyek Akhir/Tugas Akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan di Perguruan Tinggi dan Akademi Penerbangan dan memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T).

Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada segenap pihak yang telah membantu dan menolong selama penyusunan proyek Akhir/Tugas Akhir ini. Terutama kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan limpahan anugerah dan lindungan pada hamba-Nya.
2. Kedua Orang Tua, atas doa, semangat, dan dukungan berupa materi serta moril.
3. Keluarga, Saudara, dan Faiz Gumay atas doa, semangat, dan dukungan yang diberikan.
4. Bapak Sukahir, S.Si.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang.
5. Bapak M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara (TRBU).
6. Bapak Dr. Ir. Setyo, MM. selaku Pembimbing I.
7. Bapak Parjan, S.Si.T, M.T selaku Pembimbing II.
8. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara (TRBU).
9. Rekan-rekan Taruna Teknologi Rekayasa Bandar Udara (TRBU) atas kebersamaan dan kerjasamanya.

Tak ada gading yang tak retak. Terkadang pekerjaan karya tulis ini masih jauh dari sempurna. Mohon maaf atas kesalahan dan kata-kata yang kurang berkenan. Kami berharap anda akan memberikan umpan balik, kritik dan saran yang membangun kami meningkatkan pekerjaan demi karya yang lebih baik di masa mendatang.

Palembang, Juli 2024

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
PENGESAHAN PEMBIMBING	v
PENGESAHAN PENGUJI	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Teori Dasar	5
1. Pengendalian Banjir	5
2. Rumah Pompa Nomor 5	6
3. Monitoring	6
4. <i>Prototype</i>	7
5. <i>Early Warning</i>	8
6. <i>Internet of Things (IoT)</i>	9
7. ESP32 Mikrokontroler	10
8. Sensor Ultrasonic RCWL	11
9. LCD	12

10. Blynk.....	14
B. Penelitian Terdahulu	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
A. Desain Penelitian.....	18
B. Perencanaan <i>Prototype</i>	21
1. Instrumen <i>Prototype</i>	22
2. Desain <i>Prototype</i>	22
3. Komponen Dalam Pembuatan <i>Prototype</i>	24
C. Teknik Uji Coba Produk	24
D. Tempat dan Waktu Penelitian	25
1. Tempat Penelitian.....	25
2. Waktu Penelitian	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
A. Tahapan Potensi Masalah.....	26
B. Pengumpulan Data	28
C. Desain Produk	28
D. Validasi Desain	39
E. Revisi Desain	41
F. Uji Coba Produk.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
A. Kesimpulan	43
B. Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Surat Penetapan Dosen Pembimbing	47
Lampiran B Dokumentasi Observasi	48
Lampiran C Dokumentasi Pembuatan <i>Prototype</i>	50
Lampiran D Lembar Validasi Ahli Alat	52
Lampiran E Hasil Cek <i>Plagiarism</i>	57
Lampiran F Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing	58
Lampiran G Data Riwayat Ketinggian Air pada <i>Platform</i> Blynk.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Standing Water Di Shoulder Runway	5
Gambar II.2 Denah Rumah Pompa Landasan	6
Gambar II.3 Monitoring	6
Gambar II.4 Prototype.....	7
Gambar II.5 Early Warning.....	8
Gambar II.6 Internet of Things	9
Gambar II.7 ESP32 Mikrokontroler.....	10
Gambar II.8 Sensor Ultrasonik	11
Gambar II.9 LCD	12
Gambar II.10 Blynk	14
Gambar III.1 Tahapan-tahapan pada metode R&D.....	18
Gambar III.2 Tahapan Pengembangan yang diterapkan	19
Gambar III.3 Cara Kerja Instrumen	22
Gambar III.4 Diagram Prototype	22
Gambar IV.1 Kondisi Real	28
Gambar IV.2 Alur Air	29
Gambar IV.3 Desain 3D Prototype.....	30
Gambar IV.4 Komponen Perangkat keras	33
Gambar IV.5 Tampilan Komponen di dalam Box.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Spesifikasi ESP32.....	10
Tabel II.2 Spesifikasi RCWL-1601 Sensor.....	12
Tabel II.3 Spesifikasi LCD Sensor.....	13
Tabel III.1 Kriteria Validasi.....	21
Tabel III.2 Waktu Kegiatan Penulis	25
Tabel IV.1 Perbandingan Skala	29
Tabel IV.2 Komponen Prototype.....	30
Tabel IV.3 Datasheet NodeMCU ESP32.....	31
Tabel IV.4 Code Program	34
Tabel IV.5 Tampilan Blynk	37
Tabel IV.6 Penilaian Validator 1	40
Tabel IV.7 Penilaian Validator 2.....	40
Tabel IV.8 Total Penilaian	40
Tabel IV.9 Data Uji Coba	42

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
IoT	Internet of Things	1
LCD	Liquid-Crystal Display	2
BLE	Bluetooth Low Energy	10
kHz	Kilohertz	12
ADC	Analog Digital Converter	29

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bandar Udara (Bandara) Ahmad Yani Semarang terletak di kota Semarang, Jawa Tengah, yang merupakan salah satu kota yang paling rentan terhadap bencana banjir di Indonesia (Mahesa dkk., 2023). Kota Semarang menghadapi tantangan serius dalam menghadapi banjir yang disebabkan oleh sejumlah faktor, seperti perubahan iklim, urbanisasi yang cepat, ketidakseimbangan ekosistem, dan penurunan kemampuan alamiah sungai untuk menampung debit air yang tinggi.

Bandara Ahmad Yani Semarang adalah bandara utama yang melayani penerbangan domestik di wilayah tersebut. Dengan pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penumpang udara, ketersediaan transportasi udara yang lancar sangat penting untuk mendukung konektivitas regional dan nasional. Namun, banjir yang terjadi di sekitar bandara dapat mengganggu operasional penerbangan, menyebabkan pembatalan, penundaan, dan ketidaknyamanan bagi penumpang serta kerugian finansial bagi maskapai dan *stakeholder* terkait (Maulanna, 2023).

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, saluran drainase didefinisikan sebagai lengkungan atau saluran air di permukaan atau di bawah tanah, baik yang terbentuk secara alami maupun dibuat oleh manusia. Fungsi utama saluran drainase adalah untuk menyalurkan kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air penerima. Saluran drainase merupakan salah satu komponen penting dalam prasarana drainase, yang secara keseluruhan berperan dalam menjaga kelancaran aliran air serta mencegah terjadinya banjir (Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014 Tahun 2014, t.t.).

Pada kondisi ideal saat terjadi hujan, rumah pompa landasan akan bekerja secara optimal untuk mengalirkan air dari saluran drainase ke *water reservoir*. Namun pada kenyataannya, kelebihan debit air mengakibatkan air secara cepat menggenangi rumah pompa landasan. Seperti halnya yang terjadi Pada tanggal 6 Februari 2021, Kota Semarang dan area sekitarnya mengalami cuaca ekstrim

dengan curah hujan yang mencapai 171 milimeter. Jumlah ini setara dengan kurang lebih 50% dari total rata-rata curah hujan dalam sebulan. Akibatnya, terjadi banjir setinggi kurang lebih 50 cm di sekitar area *airside* bandara (Janah dkk., 2022). Kondisi ini menyebabkan runway bandara Ahmad Yani tergenang air, yang dapat mengganggu operasional penerbangan. Sehingga para pegawai harus siaga di rumah pompa untuk memastikan air mengalir dengan lancar ke *water reservoir*. Dalam menghadapi ancaman banjir di Bandara Ahmad Yani Semarang, terutama rumah pompa landasan diperlukan pendekatan yang proaktif dan efektif untuk memberikan peringatan dini kepada pihak berwenang dan pihak terkait. Sistem *monitoring* tinggi air sebagai *early warning* menjadi solusi yang penting untuk mendeteksi perubahan tinggi air yang signifikan di sekitar bandara dan mengambil tindakan pencegahan yang sesuai. Subsistem-subsistem yang saling terintegrasi dalam sistem peringatan dini ini meliputi input berupa alat pendeteksi, pemrosesan informasi, dan *output* berupa sinyal peringatan atau sarana lain yang akan menyampaikan peringatan kepada pengguna (Putri, 2015).

Secara umum, pemantauan ketinggian air dan hal lainnya dapat dilakukan dengan observasi langsung. Namun hal tersebut memerlukan banyak waktu dan usaha, sehingga tidak cukup efisien dalam melakukan pemantauan. Oleh karena itu diperlukannya sebuah alat yang dapat mengukur ketinggian air dengan *monitoring* secara jarak jauh (Sudrajat dkk., 2018). Dengan adanya sistem *monitoring* jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT), pegawai dapat dengan mudah memantau ketinggian air dan mengambil tindakan yang tepat sesuai dengan parameter yang ditentukan. Ketika ketinggian air mencapai batas tertentu, sistem secara otomatis akan memberikan notifikasi kepada pegawai dan memulai pengoperasian pompa yang berada dalam kondisi *stand-by*. Hal ini akan memastikan bahwa proses pembuangan air atau distribusi air ke *water reservoir* dapat dilakukan secara efisien dan tepat waktu.

Dengan latar belakang diatas penulis mengusulkan ide yang dituangkan dalam judul **“SISTEM MONITORING TINGGI AIR SEBAGAI EARLY WARNING SISTEM PENDETEKSI BANJIR DI BANDARA AHMAD YANI SEMARANG”**. Sistem pemantauan ketinggian air yang

dikembangkan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional Bandara Ahmad Yani Semarang, mengurangi risiko banjir, dan melindungi infrastruktur bandara serta keselamatan penumpang dan kru. Sistem *monitoring* jarak jauh ini memungkinkan pegawai untuk mengakses riwayat data ketinggian air, melakukan analisis trend, dan membuat prediksi terkait potensi banjir di masa depan. Informasi ini dapat digunakan untuk perencanaan pengoperasian rumah pompa secara lebih efektif dan pengambilan keputusan yang lebih baik dalam menghadapi ancaman banjir di bandara tersebut.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah diungkapkan di atas dapat diidentifikasi permasalahan bahwa:

Bandara Ahmad Yani Semarang menghadapi tantangan signifikan terkait ancaman banjir. Lokasinya yang rentan terhadap banjir akibat perubahan iklim, urbanisasi, dan penurunan kapasitas sungai, membuat bandara ini berisiko tinggi mengalami gangguan operasional penerbangan dan potensi kerugian. Selama ini, pemantauan ketinggian air di sekitar bandara dilakukan secara manual. Sehingga membutuhkan waktu dan usaha yang besar. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem *monitoring* ketinggian air berbasis IoT (*Internet of Things*) untuk mengatasi masalah ini.

C. Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan terhadap batasan masalah pada:

Penelitian difokuskan pada alat yang difungsikan dalam efisiensi kegiatan *monitoring* ketinggian air pada rumah pompa nomor 5 (lima) yang dapat memberikan *early warning* sistem saat terjadi luapan air.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan tujuan sebagai berikut :

1. Dengan menghasilkan sistem *monitoring* yang dapat memantau ketinggian air sebagai *early warning* sistem pendeteksi bahaya banjir di Bandar Udara Jendral Ahmad Yani Semarang.
2. Dengan menghasilkan tampilan *monitoring* yang telah didapatkan pada *platform* Blynk dan LCD.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan agar dapat membantu para teknisi mengawasi ketinggian air secara *real-time* dari jarak jauh.
2. Penelitian ini diharapkan para teknisi dapat merespon potensi banjir dengan lebih efektif dan mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan secara tepat waktu.

F. Sistematika Penulisan

Untuk memahami laporan ini dengan lebih baik, materi yang terkandung dalam Tugas Akhir ini akan dikelompokkan ke dalam beberapa sub-bagian dengan sistematika penyampaian sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, peneliti akan memaparkan alasan pemilihan topik penelitian dan merumuskan permasalahan yang menjadi cakupan pembahasan Tugas Akhir. Selanjutnya, bab ini akan memaparkan tujuan penelitian, yaitu untuk memecahkan permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Terakhir, bab ini akan menjabarkan struktur penulisan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini, peneliti akan memaparkan interpretasi dan analisis terhadap literatur yang digunakan untuk mendukung permasalahan yang sedang diteliti.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini, peneliti akan menjabarkan metode penelitian yang digunakan, termasuk perancangan dan tahapan-tahapan dalam pembuatan produk.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, peneliti akan menyajikan hasil dari metodologi penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, termasuk pembahasan dan demonstrasi pengoperasian produk.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, peneliti akan menyajikan kesimpulan ringkas dari hasil penelitian yang telah dilakukan, serta memberikan saran atau rekomendasi sebagai kontribusi pemikiran untuk membantu memecahkan permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Dasar

Berdasarkan permasalahan yang menjadi fokus dalam penelitian ini, serta untuk memberikan dasar teoritis yang kuat, peneliti menggunakan beberapa teori yang relevan sebagai landasan bagi setiap jenis penelitian yang dilakukan.

1. Pengendalian Banjir



Gambar II.1 *Standing Water Di Shoulder Runway*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

Banjir adalah keadaan di mana tidak mampu menampung air dalam saluran pembuang (kali) atau terjadi hambatan aliran air di saluran pembuang. Saat ini, banjir telah menjadi sangat umum. Banjir dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kondisi daerah tempat air hujan ditampung, lamanya dan intensitas hujan, topografi wilayah, dan kemampuan sistem saluran air (drainase) (Astuti & Sudarsono, 2020).

Upaya lain yang dapat dilakukan untuk menanggulangi banjir adalah dengan melakukan pembangunan sistem pemantauan dan peringatan dini (*early warning*) pada area yang sering terjadi banjir, realisasi program penghijauan daerah hulu, menghindari pembuangan sampah pada area sungai sehingga tidak menyebabkan tersumbatnya aliran sungai (Kamelia, 2019). Sehingga pengendalian banjir merupakan hal yang penting untuk mencegah kerugian - kerugian akibat dampak dari terjadinya banjir.

2. Rumah Pompa Nomor 5



Gambar II.2 Denah Rumah Pompa Landasan
(Sumber : Dokumen Bandara Ahmad Yani, 2022)

Rumah Pompa adalah fasilitas yang digunakan untuk mengoperasikan pompa air, yang berfungsi untuk memindahkan atau menaikkan volume air serta mengatur debit air yang dapat dipompa. (Alinti, 2016). Rumah pompa sendiri salah satu cara untuk mengantisipasi genangan air di kawasan bandara yang berada di bawah permukaan air laut. Rumah pompa akan menyedot air yang menggenang di landasan pacu dan mengalirkannya ke sungai atau saluran air lainnya.

3. Monitoring



Gambar II.3 *Monitoring*
(Sumber : www.priezor.com, 2024)

Monitoring adalah serangkaian kegiatan yang meliputi pengumpulan informasi, peninjauan ulang, pelaporan, dan tindakan berdasarkan data yang diperoleh dari

suatu proses. Tujuannya adalah memeriksa kinerja proses dan membandingkannya dengan target yang telah ditetapkan. Dalam manajemen kinerja, *monitoring* digunakan untuk memastikan bahwa proses berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Ada dua fungsi dasar dalam *monitoring*, yaitu *compliance monitoring* untuk memastikan kepatuhan terhadap kebijakan, peraturan, atau prosedur yang berlaku, dan *performance monitoring* untuk mengevaluasi perkembangan dan pencapaian target organisasi. Hasil dari *monitoring* biasanya disampaikan dalam bentuk laporan kemajuan, yang memberikan informasi tentang kinerja dan menjadi dasar untuk pengambilan keputusan dan perbaikan yang diperlukan (Santoso dkk., 2021).

4. *Prototype*



Gambar II.4 Prototype
(Sumber : www.freepik.com, 2024)

Prototype adalah alat yang membantu pembuat untuk memvisualisasikan bagaimana sistem akan berfungsi secara keseluruhan. Proses pembuatan *prototype* ini disebut *prototyping*, yang melibatkan pembuatan model sederhana untuk memberikan pengguna gambaran dasar tentang program serta memungkinkan pengujian awal (Herdiana & Triatna, 2020). Pembuatan *prototype* dapat membantu pengembang aplikasi untuk menentukan apakah mereka sedang di jalur yang benar selama proses pengembangan. Para ahli dan profesional pengembang menggunakan *prototyping* untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna akhir sebelum memulai pengembangan aplikasi secara

penyempurnaan. Masukan kritis dari pengguna dapat membantu dalam menghasilkan desain akhir yang berdampak besar bagi penggunanya (Sutha, 2018). Tahap *Prototyping* melibatkan pengembangan dan konstruksi desain. Proses ini dimulai dengan menentukan konstruksi untuk pengembangan desain sistem *monitoring*. Konsep yang dipilih didasarkan pada hasil penelitian awal melalui studi literatur dan observasi. Tahap ini kemudian dilanjutkan dengan latihan praktik (Amalia dkk., 2023).

5. *Early Warning*

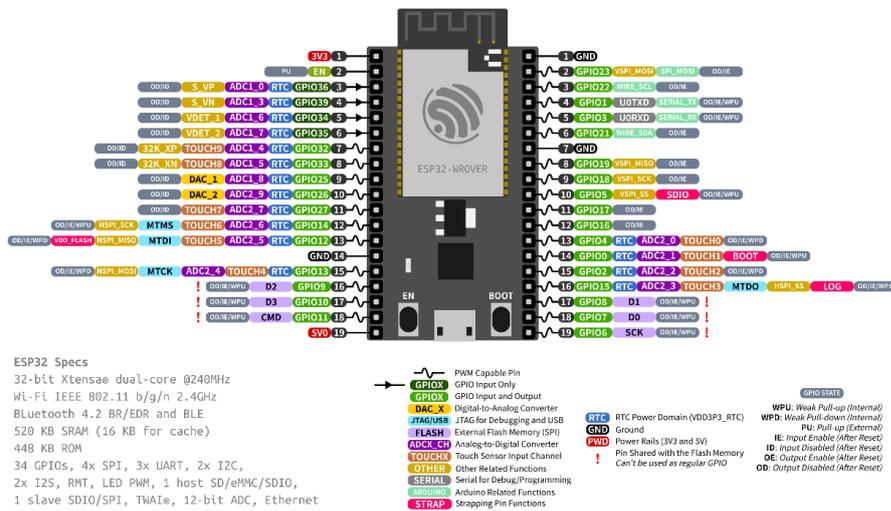


Gambar II.5 *Early Warning*
(Sumber : www.freepik.com, 2024)

Sistem peringatan dini terdiri dari beberapa subsistem yang saling terintegrasi untuk mencapai tujuan yang sama, yaitu memberikan peringatan. Subsistem-subsistem tersebut meliputi *input* berupa alat pendeteksi, pemrosesan informasi, dan *output* berupa sinyal peringatan atau sarana lain yang akan menyampaikan peringatan kepada manusia (Putri, 2015).

7. ESP32 Mikrokontroler

ESP32-DevKitC



Gambar II.7 ESP32 Mikrokontroler
 (Sumber : www.docs.espressif.com, 2024)

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler serbaguna yang menawarkan beragam fitur dan memiliki konsumsi daya yang rendah. Kelebihan lain dari ESP32 adalah adanya modul Wi-Fi dan *Bluetooth Low Energy* (BLE) yang telah terintegrasi secara langsung pada boardnya. Kehadiran modul Wi-Fi dan BLE pada ESP32 memudahkan pengembangan sistem dan aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT), di mana ESP32 dapat berinteraksi dengan perangkat lain untuk pertukaran data dalam jaringan nirkabel secara mudah dan efektif (Prafanto dkk., 2021).

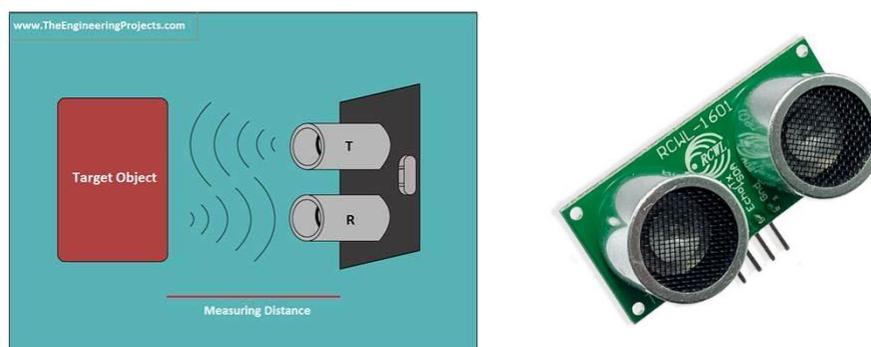
Tabel II.1 Spesifikasi ESP32

Spesifikasi	Detail
MCU	Tensilica 32-bit Single-/DUal core CPU Xtensa LX6
<i>Operating voltage</i>	3.3V
Prosesor	Tensilica L.108 32 bit
Kecepatan Prosesor	Dual 160 Mhz
<i>Input voltage</i>	7-12V (Vin)
Digital IO Pin (DIO)	25
Analog <i>Input</i> Pin (ADC)	6

Analog <i>Output Pin</i> (DAC)	2
<i>Flash Memory</i>	4 MB
RAM	520KB
Wi Fi	IEEE 802.11 b/g/n/e/i
Mode <i>supported</i>	AP, STA, AP+STA
USB controller	CP2102
Bluetooth	BLE (<i>Bluetooth Low Energy</i>)
UART	3
SPI	2
I2C	3

(Sumber : <https://ecadio.com>, 2024)

8. Sensor Ultrasonic RCWL



Gambar II.8 Sensor Ultrasonik
(Sumber : www.cb-electronics.com, 2024)

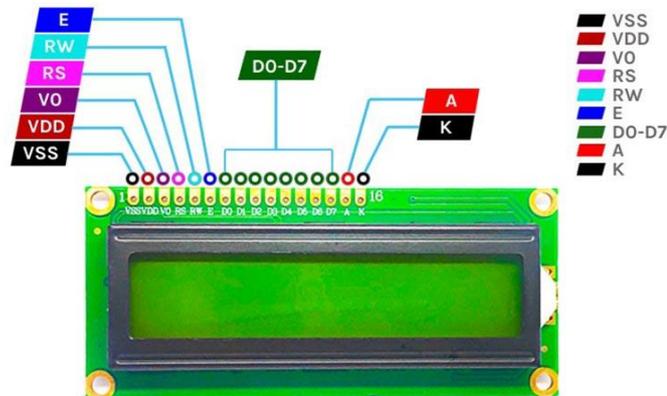
Sensor ultrasonik bekerja dengan cara memanfaatkan prinsip pantulan gelombang suara dan berfungsi untuk mendeteksi keberadaan objek atau benda tertentu di depannya. Sensor ini beroperasi pada frekuensi di atas rentang gelombang suara, yaitu antara 20 kHz hingga 2 MHz (Arsada, 2017). sensor ultrasonik memancarkan sinyal gelombang ultrasonik ke arah objek yang dituju. Setelah gelombang ultrasonik mencapai objek tersebut, gelombang tersebut akan dipantulkan oleh objek tersebut. Kemudian, sensor ultrasonik akan menerima gelombang yang dipantulkan melalui penerima yang terdapat di dalamnya. Dengan menganalisis waktu yang diperlukan untuk gelombang ultrasonik pergi dari sensor ke objek dan kembali lagi, sensor ultrasonik dapat menghitung jarak antara sensor dan objek yang dituju (Saragih & Bancin, 2020).

Tabel II.2 Spesifikasi RCWL-1601 Sensor

Spesifikasi	Detail
Tegangan Operasi	3 - 5.5VDC
Arus Operasi	2.2mA
Suhu Operasi	0°C – 70 °C
Jarak Maksimal	4,5m
Jarak Minimal	2cm
Frekuensi	40 KHz

(Sumber: www.adafruit.com, 2024)

9. LCD



Gambar II.9 LCD

(Sumber : www.quartzcomponents.com, 2024)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai komponen utamanya. Pada aplikasi yang umum, LCD yang digunakan adalah jenis LCD dot matriks dengan kapasitas tampilan 16 (enam belas) karakter x 2 (dua) baris. LCD memiliki peran penting sebagai media untuk menampilkan status atau informasi dari sebuah perangkat. Terkait dengan antarmuka yang digunakan untuk menghubungkan LCD dengan perangkat lain, terdapat dua jenis antarmuka yang sering digunakan, yaitu antarmuka 4 bit dan antarmuka 8 bit. Perbedaan keduanya terletak pada jumlah saluran data yang digunakan untuk mentransfer data dari perangkat ke LCD (Anantama dkk., 2020).

Tabel II.3 Spesifikasi LCD Sensor

Pin	Simbol	Koneksi Eksternal	Fungsi
1	VSS	Sinyal <i>ground</i> untuk LCM (GND)	Sinyal ground untuk LCM (GND)
2	VDD	Catu daya	Catu daya untuk logika (+5V) untuk LCM
3	VO	Penyesuaian kontras	Penyesuaian kontras
4	RS	MPU	Pemilihan sinyal register (data/perintah)
5	R/W	MPU	Baca/tulis sinyal pemilih
6	E	MPU	Sinyal pengaktifan (baca/tulis) data bus garis
07-10	DB0-DB3	MPU	Digunakan untuk transfer data antara MPU dan LCM. Empat garis data terendah, tidak digunakan selama operasi 4-bit
11-14	DB4-DB7	MPU	Empat garis data tertinggi digunakan untuk transfer data antara MPU dan LCM
15	LED+	Catu daya lampu latar	Catu daya untuk lampu latar ("A" +5V)
16	LED-	Catu daya lampu latar	Catu daya untuk lampu latar ("K" GND)

(Sumber : <https://lasopacook458.weebly.com/>, 2024)

10. Blynk



Gambar II.10 Blynk

(Sumber : www.community.blynk.cc, 2024)

Blynk adalah platform layanan server yang didesain untuk mendukung implementasi proyek-proyek IoT. Layanan server ini dapat diakses melalui perangkat *mobile*, baik perangkat Android maupun iOS. Aplikasi Blynk yang berfungsi sebagai antarmuka untuk proyek IoT dapat diunduh dari Google Play Store. Platform Blynk menyediakan dukungan untuk berbagai jenis perangkat keras yang dapat digunakan dalam pengembangan solusi IoT. Blynk menyediakan sebuah antarmuka grafis yang berfungsi sebagai *dashboard* digital untuk membangun proyek-proyek aplikasi. Komponen-komponen dalam aplikasi Blynk dapat dengan mudah ditambahkan melalui metode *drag-and-drop*, sehingga tidak memerlukan kemampuan pemrograman Android atau iOS yang rumit. Blynk dikembangkan dengan tujuan utama untuk mengontrol dan memantau perangkat keras secara jarak jauh, memanfaatkan konektivitas internet atau jaringan lokal (LAN). Fitur penyimpanan dan visualisasi data, seperti angka, warna, dan grafik, yang disediakan oleh Blynk sangat memudahkan dalam membangun proyek-proyek IoT. Kemampuan ini mempermudah pengembangan solusi IoT tanpa memerlukan pengkodean yang kompleks (Subito, Blestania, dkk., 2023).

B. Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian sebelumnya yang menjadi acuan dalam penelitian ini telah membantu memperkaya landasan teori yang digunakan untuk mengkaji topik penelitian. Meskipun tidak ditemukan penelitian dengan judul yang sama, dalam penelitian ini diambil beberapa jurnal terkait sebagai referensi untuk memperkaya materi yang dikaji. Berikut adalah beberapa jurnal yang relevan dengan penelitian yang dilakukan:

1. Menurut penelitian Ulumuddin, dkk. (2017) dengan judul “**Prototipe Sistem Monitoring Air Pada Tangki Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU Esp8266 Dan Sensor Ultrasonik**” dengan nomor ISBN : 978-602-512-810-3. Penelitian ini fokus pada pemantauan kondisi air dalam penampungan, yang berubah-ubah seiring dengan penggunaannya. Untuk meningkatkan efisiensi dan memenuhi kebutuhan, *monitoring* ketinggian air pada wadah penampungan menjadi sangat penting. Untuk itu, penelitian ini memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem pemantauannya, yang mampu memberikan hasil secara akurat dan *real-time*. Sistem yang digunakan terdiri dari modul WiFi ESP8266 sebagai transmitter yang dihubungkan dengan sensor ultrasonik. Dengan kombinasi komponen ini, perubahan tinggi air pada penampungan dapat dipantau dan dimanfaatkan secara optimal.. (Ulumuddin dkk., 2017).
2. Penelitian Gilang dan Sukardi (2021) dengan judul “**Rancang Bangun Kontrol Pintu Air Dan Monitoring Ketinggian Air Sungai Berbasis Internet of Things (IoT)**” dengan nomor e-ISSN 2723-0589. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat kontrol pintu air dan monitoring ketinggian air sungai berbasis IoT. Alat ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8366 yang terhubung dengan sensor ultrasonik untuk mengukur level air. NodeMCU juga terhubung dengan servo motor untuk mengontrol pembukaan pintu air secara otomatis. Data sensor dan kontrol pintu air dikirim ke aplikasi Telegram, sehingga masyarakat dapat memantau kondisi sungai dan mempersiapkan diri sebelum terjadi banjir. Dengan sistem ini, pengawasan pintu air dapat dilakukan secara otomatis dan mengurangi kelalaian petugas (Mahendra & Sukardi, 2021).

3. Menurut Mery Subito, dkk. (2023) dengan judul “**Rancang Bangun Sistem Monitoring Level Permukaan Air Berbasis *Internet Of Things* (IoT)**” dengan nomor p-ISSN 2087-8729, e-ISSN 2579-7174. Penelitian ini membahas inovasi teknologi berupa alat yang dapat memantau kondisi aliran air di sungai secara *real-time*. Tujuannya adalah untuk meminimalkan risiko kerugian akibat banjir. Alat ini menggunakan sensor level dengan metode *float magnetic level gauge* yang terhubung ke modul mikrokontroler ESP32. Modul tersebut berfungsi sebagai pengendali data sensor dan mengirimkan hasil pengukuran secara *real-time* ke platform *Internet of Things* (IoT). Data sensor yang diperoleh sesuai dengan ketinggian air dalam satuan sentimeter, dan informasi ini dikirimkan ke platform Blynk serta aplikasi Telegram. (Subito, Blesstania, dkk., 2023)
4. Menurut Ivander Achmad W dan Ahmad Ashari dengan judul “**Monitoring Ketinggian Air dan Curah Hujan Dalam *Early Warning System* Bencana Banjir Berbasis IoT**” dengan nomor ISSN 2088-3714. Penelitian ini membahas pengembangan sistem peringatan dini banjir menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Konsep yang digunakan adalah *Early Warning System* (EWS) yang dapat memantau ketinggian air di suatu wilayah secara *real-time* melalui teknologi IoT. Sistem ini memanfaatkan protokol MQTT serta sensor ketinggian air dan curah hujan untuk mendeteksi potensi banjir. Jika ketinggian air dan curah hujan mencapai ambang batas tertentu, sistem akan memberikan peringatan kepada masyarakat sekitar melalui *chatbot* di aplikasi Telegram. Terdapat tiga jenis peringatan yang dapat diberikan oleh sistem ini. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem peringatan dini banjir yang dibangun dapat berfungsi dengan baik dan memberikan notifikasi dengan delay rata-rata 0,561 detik. Sistem ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam mengantisipasi dan mengurangi dampak banjir (Wandi & Ashari, 2023).
5. Penelitian Ahmad Fauzi dan Latiful Hayat (2021) dengan judul “**Sistem Peringatan Dini Bahaya Banjir Pada Daerah Aliran Irigasi**” dengan nomor e-ISSN 2685 – 5313. Penelitian ini Dalam penelitian ini, sistem *monitoring* banjir dirancang menggunakan aplikasi Android yang terhubung

dengan sensor *water level* melalui modul ESP8266, dibangun dengan platform kodular.io. Hasil percobaan menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi tiga level ketinggian air: aman (10 cm), siaga (20 cm), dan bahaya (30 cm), dan akan mengirimkan pesan peringatan melalui aplikasi Android agar masyarakat dapat melakukan evakuasi dini ketika ketinggian air mencapai level bahaya, sehingga sistem deteksi dini banjir ini dapat membantu dalam upaya mitigasi dan penanganan bencana banjir di masa mendatang (Fauzan & Hayat, 2021).