OPTIMASI SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR BERBASIS SENSOR KETINGGIAN AIR DENGAN *KALMAN FILTER*

DEVIN SANYOKA
H1051211002

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

OPTIMASI SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR BERBASIS SENSOR KETINGGIAN AIR DENGAN *KALMAN FILTER*

DEVIN SANYOKA
H1051211002

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Optimasi Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Sensor Ketinggian Air dengan *Kalman Filter*
Nama Mahasiswa	:	Devin Sanyoka
NIM	:	H1051211002
Jurusan/Program Studi	:	Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	:	5 Maret 2025
SK Pembimbing	:	No. 3628/UN22.8/TD.06/2024/11 November 2024
SK Penguji	:	No. 711/UN22.8/TD.06/2025/28 Februari 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs.	Kartika Sari, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198607202015042001	NIP. 199206162022032014

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Suhardi, S.T., M.Eng.	Irma Nirmala, S.T., M.T.
NIP. 198606182020121006	NIP. 198404052019032015

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs.	Kartika Sari, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198607202015042001	NIP. 199206162022032014

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusfizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Devin Sanyoka
NIM	:	H1051211002
Program Studi/ Jurusan	:	Rekayasa Sistem Komputer
Fakultas	:	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, Februari 2025



Devin Sanyoka

H1051211002

OPTIMASI SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR BERBASIS SENSOR KETINGGIAN AIR DENGAN *KALMAN FILTER*

ABSTRAK

Banjir merupakan bencana alam yang sering terjadi dan dapat menimbulkan berbagai kerugian. Oleh karena itu, sistem peringatan dini banjir menjadi hal yang penting untuk meminimalisir kerugian yang dapat ditimbulkan. Namun masalah akurasi dan *noise* pengukuran ketinggian air seringkali menjadi tantangan dalam sistem peringatan dini banjir. Hal tersebut dapat mengakibatkan kesalahan informasi atau peringatan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meneliti performa *Kalman Filter* dalam meningkatkan akurasi pengukuran ketinggian air dan menangani peringatan banjir yang tidak sesuai. Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sensor ketinggian air resistif dan mikrokontroler ESP32. Sementara itu, perangkat lunak yang digunakan terdiri dari aplikasi web pemantauan, serta layanan Fonnte untuk pengiriman peringatan ke WhatsApp. Pengujian dilakukan dalam 3 kondisi dengan menerapkan ketinggian air 5 cm sebagai ambang batas peringatan. Kondisi pertama tidak hujan dengan ketinggian air 4,5 cm, kondisi kedua hujan dengan ketinggian air melintasi 5 cm, dan kondisi ketiga tidak hujan dengan ketinggian air 5,5 cm. Jumlah data yang digunakan dalam pengujian adalah 30 untuk kondisi pertama, 31 untuk kondisi kedua, dan 30 untuk kondisi ketiga. *Kalman Filter* yang diterapkan dalam pengujian menggunakan parameter R sebesar 0,27 dan Q sebesar 0,1, dengan pengambilan data setiap 10 detik sekali. Berdasarkan hasil pengujian, akurasi pengukuran ketinggian air dengan penerapan *Kalman Filter* pada kondisi pengujian pertama adalah sebesar 97,94%, kondisi pengujian kedua sebesar 97,64%, dan kondisi pengujian ketiga sebesar 97,75%. Selama pengujian, *Kalman Filter* berhasil mencegah semua peringatan yang tidak tepat dengan cara menstabilkan nilai ketinggian air yang terbaca oleh sensor.

Kata Kunci: *Kalman Filter,* Akurasi, Peringatan, Ketinggian, Banjir

OPTIMIZATION OF A WATER LEVEL SENSOR-BASED FLOOD EARLY WARNING SYSTEM USING KALMAN FILTER

ABSTRACT

Floods are natural disasters that frequently occur and can cause various losses. Therefore, an early flood warning system is essential to minimize potential damages. However, the accuracy and noise in water level measurements often pose challenges in flood warning systems, which can lead to misinformation or inaccurate alerts. This study aims to investigate the performance of the Kalman Filter in improving water level measurement accuracy and handling inappropriate flood warnings. The hardware used in this study consists of a resistive water level sensor and an ESP32 microcontroller. Meanwhile, the software includes a web-based monitoring application and the Fonnte service for sending alerts via WhatsApp. Testing was conducted under 3 conditions, using a water level of 5 cm as the warning threshold. The first condition involved no rainfall with a water level of 4,5 cm, the second condition involved rainfall with the water level crossing 5 cm, and the third condition involved no rainfall with a water level of 5,5 cm. The number of data points used in the tests was 30 for the first condition, 31 for the second condition, and 30 for the third condition. The Kalman Filter applied in the tests used parameters R of 0,27 and Q of 0,1, with data collection performed every 10 seconds. Based on the test results, the accuracy of water level measurements with the Kalman Filter was 97,94% in the first condition, 97,64% in the second condition, and 97,75% in the third condition. Throughout the testing, the Kalman Filter successfully prevented all incorrect warnings by stabilizing the water level readings from the sensor.

Keywords: *Kalman Filter, Accuracy, Alert, Level, Flood*

PRAKATA

Segala puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Optimasi Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Sensor Ketinggian Air dengan *Kalman Filter*" sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. Tugas akhir ini telah disusun dengan sebaik-baiknya oleh penulis sebagai hasil dari perjuangan dan kerja keras selama menjalankan masa perkuliahan. Dalam penyelesaian tugas akhir ini, terdapat dukungan dari berbagai pihak baik berupa bimbingan maupun arahan. Sebagai bentuk penghargaan, izinkanlah penulis untuk mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
2. Bapak Tedy Rismawan, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
3. Ibu Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs., selaku Dosen Pembimbing Pertama sekaligus Dosen Pembimbing Akademik (PA) yang telah memberikan masukan, motivasi, dan arahan selama masa perkuliahan.
4. Ibu Kartika Sari, S.Kom., M.Cs., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan masukan, motivasi, dan arahan selama penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Suhardi, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji Pertama yang telah memberikan masukan berupa saran dan pertanyaan untuk menjadikan tugas akhir ini lebih baik.
6. Ibu Irma Nirmala, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Kedua yang telah memberikan masukan berupa saran dan pertanyaan untuk menjadikan tugas akhir ini lebih baik.
7. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap tugas akhir ini memberikan manfaat kepada banyak pihak.

Pontianak, Februari 2025



Devin Sanyoka

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR KODE PROGRAM xiii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 3
1.3. Batasan Masalah 3
1.4. Tujuan Penelitian 4
1.5. Manfaat Penelitian 4
1.6. Sistematika Penulisan 5
BAB 2 LANDASAN TEORI 7
2.1. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu 7
2.2. Sensor Ketinggian Air Resistif 8
2.3. ESP32 9
2.4. *Kalman Filter* 10
2.5. Fonnte 12
2.6. Laravel 12
2.7. Banjir 12
BAB 3 METODE PENELITIAN 14
3.1. Studi Literatur 15
3.2. Metode Pengumpulan Data 15
3.3. Analisis Kebutuhan 15
3.3.1. Kebutuhan Perangkat Keras 15
3.3.2. Kebutuhan Perangkat Lunak 16

3.4. Perancangan Sistem 16
3.4.1. Perancangan Perangkat Keras 16
3.4.2. Perancangan Perangkat Lunak 16
3.5. Implementasi 17
3.5.1. Implementasi Perangkat Keras 17
3.5.2. Implementasi Perangkat Lunak 17
3.6. Pengujian 17
3.7. Kesimpulan dan Saran 18
BAB 4 PERANCANGAN 19
4.1. Deskripsi Sistem 19
4.2. Perancangan Arsitektur Sistem 20
4.3. Perancangan Perangkat Keras 21
4.3.1. Perancangan Sensor Ketinggian Air 21
4.3.2. Perancangan Koneksi pada Mikrokontroler ESP32 21
4.4. Perancangan Perangkat Lunak 22
4.4.1. Perancangan Kode Program Mikrokontroler ESP32 23
4.4.2. Perancangan Aplikasi Web 24
4.5. Perancangan Basis Data 24
4.6. Perancangan Antarmuka 25
4.7. Perancangan Pengujian *Black Box* 27
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN 28
5.1. Implementasi Perangkat Keras 28
5.1.1. Implementasi Sensor Ketinggian Air 28
5.1.2. Implementasi Koneksi pada Mikrokontroler ESP32 28
5.2. Implementasi Perangkat Lunak 29
5.2.1. Implementasi Kode Program Mikrokontroler ESP32 29
5.2.2. Implementasi Aplikasi Web 32
5.3. Perhitungan dengan *Kalman Filter* 35
5.4. Pengujian Sistem 36
5.4.1. Kalibrasi Sensor 36
5.4.2. Pengujian Ketidakpastian Pengukuran Sensor 38

5.4.3. Penentuan Parameter Ketidakpastian Proses dan Interval Pengambilan Data 40
5.4.4. Pengujian pada Kondisi Tidak Hujan dengan Ketinggian Air 4,5 cm 42
5.4.5. Pengujian pada Kondisi Hujan dengan Ketinggian Air Melintasi 5 cm..... 45
5.4.6. Pengujian pada Kondisi Tidak Hujan dengan Ketinggian Air 5,5 cm 48
5.4.7. Pengujian *Black Box*..... 52
5.5. Pembahasan 53
BAB 6 PENUTUP 56
6.1. Kesimpulan..... 56
6.2. Saran 57
DAFTAR PUSTAKA..... 58
LAMPIRAN..... 61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sensor Ketinggian Air Resistif 9
Gambar 2.2. ESP32 9
Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Penelitian 14
Gambar 4.1. Diagram Alir Satu Siklus Kerja Sistem 20
Gambar 4.2. Diagram Blok Sistem 21
Gambar 4.3. Rangkaian Sensor Ketinggian Air dan ESP32 22
Gambar 4.4. Diagram Alir *Kalman Filter* 23
Gambar 4.5. Perancangan Halaman Grafik dengan *Kalman Filter* 26
Gambar 4.6. Perancangan Halaman Grafik tanpa *Kalman Filter* 26
Gambar 4.7. Perancangan Halaman Grafik Perbandingan 26
Gambar 5.1. Rangkaian Alat Pengujian 29
Gambar 5.2. Halaman Grafik dengan *Kalman Filter* 33
Gambar 5.3. Halaman Grafik tanpa *Kalman Filter* 34
Gambar 5.4. Halaman Grafik Perbandingan 34
Gambar 5.5. Kalibrasi Sensor 37
Gambar 5.6. Pemantauan Basis Data melalui Laragon 38
Gambar 5.7. Pengujian Ketidakpastian Pengukuran Sensor 39
Gambar 5.8. Pengukuran Tepat Setelah Ketinggian Air Mencapai 3,9 cm 41
Gambar 5.9. Pengukuran Tepat Setelah Ketinggian Air Mencapai 4 cm 42
Gambar 5.10. Pengujian *Kalman Filter* pada Kondisi Pertama 42
Gambar 5.11. Grafik Perbandingan Data pada Kondisi Pertama 45
Gambar 5.12. Grafik Pengujian Kondisi Pertama pada Halaman Web 45
Gambar 5.13. Pengujian *Kalman Filter* pada Kondisi Kedua 46
Gambar 5.14. Grafik Perbandingan Data pada Kondisi Kedua 48
Gambar 5.15. Grafik Pengujian Kondisi Kedua pada Halaman Web 48
Gambar 5.16. Pengujian *Kalman Filter* pada Kondisi Ketiga 49
Gambar 5.17. Grafik Perbandingan Data pada Kondisi Ketiga 51
Gambar 5.18. Grafik Pengujian Kondisi Ketiga pada Halaman Web 52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu 7
Tabel 4.1. Koneksi Sensor Ketinggian Air dengan ESP32 22
Tabel 4.2. Tabel *sensor_data* 25
Tabel 4.3. Perancangan Pengujian *Black Box* 27
Tabel 5.1. Hasil Kalibrasi Sensor 37
Tabel 5.2. Hasil Pengujian Ketidakpastian Pengukuran Sensor 39
Tabel 5.3. Hasil Pengujian *Kalman Filter* pada Kondisi Pertama 43
Tabel 5.4. Hasil Pengujian *Kalman Filter* pada Kondisi Kedua 46
Tabel 5.5. Hasil Pengujian *Kalman Filter* pada Kondisi Ketiga 49
Tabel 5.6. Hasil Pengujian *Black Box* 52

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5.1. Kalibrasi dan Konversi Nilai Sensor 29
Kode Program 5.2. *Kalman Filter*..... 30
Kode Program 5.3. Inisialisasi *Kalman Filter* 31
Kode Program 5.4. Pengiriman Data ke API Web 31
Kode Program 5.5. Pengiriman Pesan Notifikasi Banjir..... 32

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir adalah kondisi ketika suatu wilayah dipenuhi air dalam volume besar hingga terjadi genangan. Sebagaimana diungkapkan oleh (Setiawan et al., 2022), banjir merupakan bencana yang kerap terjadi di berbagai negara, terutama di Indonesia. Masalah yang ditimbulkan banjir dapat berupa kerusakan infrastruktur, kerugian secara ekonomi, hingga adanya korban jiwa. Oleh karena itu, sistem peringatan dini mengenai banjir menjadi hal yang sangat penting untuk meminimalisir kerugian-kerugian yang mungkin ditimbulkannya. Pernyataan ini didukung oleh (Hanggara & Putra, 2021) yang menyatakan bahwa sistem peringatan dini banjir memberikan informasi awal kepada masyarakat sebelum bencana terjadi, sehingga memungkinkan masyarakat untuk mempersiapkan langkah pencegahan guna mengurangi potensi kerugian akibat banjir. Selain itu, (Valentin et al., 2021) juga menyatakan bahwa sistem peringatan dini banjir mampu mengurangi risiko korban akibat kurangnya kesiapan dalam menghadapi banjir. Namun, banyak sistem peringatan dini banjir yang dikembangkan menghadapi tantangan dalam hal akurasi pengukuran ketinggian air akibat *noise* data sensor. Sebagaimana dijelaskan oleh (Alfian et al., 2021), *noise* merupakan sinyal yang tidak diinginkan dan dapat mengganggu akurasi data yang dihasilkan dari suatu sistem. Faktor yang menyebabkan munculnya *noise* dalam pengukuran ketinggian air seringkali berupa fluktuasi ketinggian air yang disebabkan oleh riak. Riak air dapat muncul karena gangguan luar atau kondisi lingkungan yang berubah secara terus-menerus. (Nguyen et al., 2022) mengatakan bahwa kesulitan dalam pengukuran ketinggian air pada sistem pemantauan *Internet of Things* (IoT) terletak pada *noise* ketinggian air yang disebabkan oleh gelombang air yang terus muncul. Akibat dari adanya gangguan ini dapat berupa kesalahan informasi atau peringatan yang disampaikan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Hendrian et al., 2024), yaitu sistem pemantauan banjir menggunakan sensor ultrasonik dan ThingSpeak, sistem yang dibangun menghadapi tantangan dalam mengatasi fluktuasi data akibat riak air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun sistem dapat mengirimkan data secara *real-time,* data yang dikirim tidak sepenuhnya akurat. Kekurangan tersebut disebabkan oleh ketiadaan sistem penyaringan data untuk peningkatan akurasi. Sensor ketinggian air digunakan dalam penelitian oleh (Aziezah et al., 2023) untuk pemantauan ketinggian air dalam sistem irigasi lahan. Hasilnya, meskipun dapat memantau ketinggian air, absennya sistem penyaringan data mengakibatkan sistem tidak siap menghadapi fluktuasi ketinggian air. Ketika terjadi gangguan seperti gelombang atau riak air, sistem yang dibangun dapat mengaktifkan aktuator pada waktu atau kondisi yang salah.

Pada penelitian oleh (Nugroho et al., 2021), *Kalman Filter* diterapkan untuk menyaring data dari sensor ultrasonik HC-SR04. Hasilnya, *Kalman Filter* berhasil mengurangi *noise* pada pengukuran jarak secara signifikan dengan menurunkan standar deviasi dari 0,3831 menjadi 0,0173. Hasil penelitian ini, menunjukkan bahwa *Kalman Filter* dapat memastikan sensor bekerja dengan lebih baik dalam lingkungan yang dinamis. Pernyataan ini juga didukung oleh (Joshua et al., 2024) yang menyatakan bahwa penggunaan *Kalman Filter* dapat meningkatkan akurasi pengumpulan data lingkungan secara signifikan.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan, penelitian ini bermaksud untuk menerapkan *Kalman Filter* dalam sistem pemantauan ketinggian air untuk deteksi banjir menggunakan sensor ketinggian air. Penyaringan data ini diharapkan memungkinkan pengukuran ketinggian air yang berfluktuasi dilakukan dengan akurasi yang lebih baik, serta menghasilkan data yang bersih dari *noise.* Berdasarkan temuan dari (Mangkusasmito et al., 2020), *Kalman Filter* dapat mengompensasi atau mengoreksi kesalahan data sensor. Selain itu, data yang telah disaring menggunakan *Kalman Filter* diharapkan dapat mencegah peringatan tidak tepat akibat fluktuasi sementara yang terjadi akibat riak atau gelombang air.

Pemilihan *Kalman Filter* sebagai solusi dalam permasalahan ini dikarenakan *Kalman Filter* telah terbukti efektif dalam menyaring *noise* yang terdapat pada data sensor. (Baihaqi & Wijaya, 2021) menyatakan bahwa keunggulan *Kalman Filter* terdapat pada kemampuannya untuk melakukan perkiraan keadaan suatu sistem, serta memungkinkan data sensor mencapai nilai stabil dengan cepat. Selain itu, penerapan *Kalman Filter* berpotensi dapat mencegah

peringatan tidak tepat sehingga meningkatkan keandalan sistem peringatan dini banjir.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, diketahui bahwa fluktuasi ketinggian air akibat riak air menjadi tantangan serius dalam sistem pemantauan ketinggian air dan sistem peringatan dini banjir. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan *Kalman Filter* dalam sistem peringatan dini banjir berbasis sensor ketinggian air. Metode ini diharapkan dapat memungkinkan data dari sensor ketinggian air menjadi lebih akurat dan bebas *noise,* serta mencegah adanya peringatan tidak tepat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, berikut merupakan rumusan masalah dari penelitian ini.

1. Berapa akurasi pengukuran ketinggian air menggunakan sensor ketinggian air pada sistem peringatan dini banjir setelah penerapan *Kalman Filter?*
2. Bagaimana cara *Kalman Filter* mengurangi risiko peringatan tidak tepat yang dihasilkan dari fluktuasi ketinggian air yang terdeteksi oleh sensor ketinggian air?

1.3. Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah dari penelitian ini.

1. Menggunakan sensor ketinggian air resistif atau *resistive water level sensor* sebagai alat utama untuk mengukur ketinggian air dalam sistem peringatan dini banjir.
2. Pengujian dilakukan di lingkungan nyata, termasuk adanya gangguan eksternal seperti riak air akibat orang berjalan.
3. Pemantauan data ketinggian air akan dilakukan melalui *platform* web, dengan notifikasi WhatsApp ketika terdeteksi adanya banjir.
4. Penelitian berfokus pada peningkatan akurasi data dari sensor ketinggian air dan kemampuan sistem untuk mengurangi atau mencegah peringatan tidak tepat.

5. Sistem yang dibuat hanya dapat digunakan pada lingkungan yang terbatas, akibat keterbatasan rentang pengukuran sensor yang digunakan.
6. Analisis dampak jangka panjang atau integrasi dengan sistem pengelolaan air yang kompleks, tidak menjadi fokus dalam penelitian ini.

1.4. Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa tujuan yang perlu dicapai untuk menjawab rumusan masalah yang telah diidentifikasi. Tujuan-tujuan tersebut meliputi:

1. Mengetahui berapa akurasi pengukuran ketinggian air menggunakan sensor ketinggian air pada sistem peringatan dini banjir setelah penerapan *Kalman Filter.*
2. Mengetahui bagaimana cara *Kalman Filter* mengurangi risiko peringatan tidak tepat yang dihasilkan dari fluktuasi ketinggian air yang terdeteksi oleh sensor ketinggian air.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan beberapa manfaat yang signifikan bagi berbagai pihak yang berkepentingan. Manfaat-manfaat yang diharapkan antara lain:

1. Sistem yang lebih andal menyediakan informasi yang lebih akurat mengenai potensi banjir, sehingga memungkinkan tindakan pencegahan dilakukan dengan lebih tepat. Penyaringan data menggunakan *Kalman Filter* bertujuan untuk mencegah peringatan tidak tepat, sehingga pengguna dapat mengandalkan informasi yang diberikan tanpa khawatir tentang kesalahan data.
2. Sistem peringatan dini yang lebih akurat dan andal membantu dalam perencanaan langkah penanggulangan yang lebih tepat. Data pemantauan yang telah disaring memungkinkan perencanaan dan respon yang lebih efektif terhadap ancaman banjir.
3. Penelitian ini menawarkan metode penyaringan data yang bisa diadopsi dalam berbagai aplikasi serupa. Peningkatan keandalan sistem melalui

penggunaan *Kalman Filter*, memberikan hasil yang minim *noise,* yang diharapkan dapat menghasilkan produk yang lebih akurat dan dapat diandalkan.

4. Penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian lebih lanjut dalam konteks pemantauan lingkungan. Penggunaan *Kalman Filter* dalam mengatasi *noise* pada data sensor memberikan dasar untuk pengembangan teknologi yang lebih akurat untuk kondisi lingkungan yang beragam atau kompleks.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini disusun secara sistematis untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai penelitian yang dilakukan. Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing bab dalam skripsi ini.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan gambaran umum mengenai penelitian yang dilakukan. Diawali dengan latar belakang yang menjelaskan permasalahan banjir serta pentingnya sistem peringatan dini yang akurat. Rumusan masalah dikemukakan sebagai pernyataan dari masalah yang akan dicari solusinya, yang kemudian disusul dengan batasan masalah untuk mempertegas lingkup penelitian. Selanjutnya, diuraikan mengenai tujuan penelitian yang merupakan jawaban dari rumusan masalah, manfaat dari penelitian, dan sistematika penulisan sebagai penjelasan umum dari setiap bab.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang landasan teori yang relevan dengan pokok permasalahan penelitian. Dalam bab ini terdapat perbandingan dengan penelitian terdahulu, diikuti dengan penjelasan mengenai banjir, sensor ketinggian air, ESP32, Fonnte, Laravel, serta penjelasan mengenai *Kalman Filter* sebagai metode penyaringan data.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Metode penelitian mencakup proses yang dilakukan untuk memecahkan masalah pada suatu penelitian. Pengajian dalam bab ini berisi tentang metode penelitian yang digunakan, meliputi studi literatur, metode pengumpulan data,

analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, serta kesimpulan dan saran.

BAB 4 PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan deskripsi dan perancangan sistem baik secara perangkat keras maupun perangkat lunak. Pada sisi perangkat keras, dijelaskan mengenai arsitektur sistem dan perancangan alat uji. Sedangkan pada sisi perangkat lunak, dijelaskan mengenai perancangan kode program mikrokontroler, perancangan aplikasi web, perancangan basis data, dan perancangan antarmuka.

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas implementasi sistem yang telah dirancang, meliputi implementasi perangkat keras dan perangkat lunak. Diikuti dengan pengukuran, pengujian sistem, serta pembahasan hasil.

BAB 6 PENUTUP

Bab terakhir berisi kesimpulan yang merupakan ringkasan keberhasilan penerapan *Kalman Filter* dalam peningkatan akurasi sistem peringatan dini banjir. Kemudian dilanjutkan dengan saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut baik dari segi perangkat keras, maupun perangkat lunak.