SISTEM MONITORING DAN PERINGATAN DINI KETINGGIAN GELOMBANG PASANG AIR LAUT BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

BENYAMIN VICTOR THENDEAN

H1051221040

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

SISTEM MONITORING DAN PERINGATAN DINI KETINGGIAN GELOMBANG PASANG AIR LAUT BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

BENYAMIN VICTOR THENDEAN

H1051221040

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
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Sistem Monitoring dan Peringatan Dini Ketinggian Gelombang Pasang Surut Air Laut Berbasis IoT
Nama Mahasiswa	: Benyamin Victor Thendean
NIM	: H1051221040
Jurusan/Program Studi	: Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	: 23 Juli 2026
SK Pembimbing	: No.1611/DST/UN22.8/DT.00.99/2026/21 April 2026
SK Penguji	: No.4535/DST/UN22.8/DT.00.992026/21 Juli 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Uray Ristian, S.Kom., M.Kom.	Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs.
NIP. 199012012019031017	NIP. 198607202015042001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Tedy Rismawan, S.Kom., M.Cs.	Suhardi, S.T., M.Eng.
NIP. 198609222014041002	NIP. 198606182020121006

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Uray Ristian, S.Kom., M.Kom.	Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs.
NIP. 199012012019031017	NIP. 198607202015042001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197008022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Benyamin Victor Thendean
NIM	: H1051221040
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, 23 Juli 2026

Benyamin Victor Thendean

Sistem Monitoring Dan Peringatan Dini Ketinggian Gelombang Pasang Air Laut Berbasis Internet Of Things

ABSTRAK

Gelombang pasang air laut merupakan fenomena oseanografi yang berpotensi menimbulkan risiko bencana banjir Rob dan gangguan terhadap aktivitas masyarakat di wilayah pesisir. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring dan peringatan dini yang mampu menyediakan informasi kondisi lingkungan secara *real-time* sebagai upaya mitigasi bencana. Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan peringatan dini ketinggian gelombang pasang air laut berbasis *Internet of Things* (IoT) di Muara Tepi Laut Sungai Kakap. Sistem dikembangkan menggunakan sensor anemometer untuk mengukur kecepatan angin, modul sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, serta modul sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian gelombang. Data hasil pengukuran diproses oleh NodeMCU ESP32, kemudian dikirimkan ke database dan ditampilkan pada website. Sistem telah dirancang agar dapat memonitoring gelombang pasang air laut secara *real-time*. Pengujian sistem dilakukan selama ±17 hari untuk mengevaluasi kinerja sistem yang telah dibuat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu berkomunikasi, menyimpanan, dan visualisasi data pada website. Selama periode pengujian diperoleh kecepatan angin maksimum sebesar 44,32 km/jam, suhu udara maksimum sebesar 33,9°C, kelembapan udara minimum sebesar 69%, serta ketinggian gelombang maksimum sebesar 2,59 meter dengan rata-rata gelombang signifikan sebesar 1,09 meter. Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dibuat dapat memantau kondisi lingkungan dan gelombang pasang surut pada perairan Muara Tepi Laut Sungai Kakap, serta memberikan informasi peringatan dini secara *real-time*, sehingga dapat mendukung upaya mitigasi risiko gelombang pasang air laut di wilayah pesisir.

Kata Kunci: *Monitoring, Peringatan Dini, Gelombang Pasang, Angin, Internet of Things (IoT).*

Internet of Things-Based Monitoring and Early Warning System for Tidal Wave Heights

ABSTRACT

*Sea tidal waves are an oceanographic phenomenon that may pose a risk of tidal flooding (*rob*) and disrupt community activities in coastal areas. Therefore, a monitoring and early warning system capable of providing real-time environmental information is required to support disaster mitigation efforts. This study aimed to design and implement an Internet of Things (IoT)-based monitoring and early warning system for sea tidal wave height at Muara Tepi Laut Sungai Kakap. The system was developed using an anemometer sensor to measure wind speed, a DHT22 sensor module to measure air temperature and humidity, and a JSN-SR04T ultrasonic sensor module to measure wave height. The measurement data were processed by an ESP32 NodeMCU, transmitted to a database, and displayed on a website. The system was designed to monitor sea tidal waves in real time. System testing was conducted over a period of approximately 17 days to evaluate its overall performance. The results showed that the system was capable of data communication, storage, and visualization through the website. During the testing period, the maximum recorded wind speed was 44.32 km/h, the maximum air temperature was 33.9°C, the minimum air humidity was 69%, and the maximum wave height reached 2.59 meters, with an average significant wave height of 1.09 meters. Based on these results, the proposed system is capable of monitoring environmental conditions and sea tidal waves at the waters of Muara Tepi Laut Sungai Kakap, while providing real-time early warning information to support the mitigation of sea tidal wave hazards in coastal area.*

Keywords: *Monitoring, Early Warning, Tidal Waves, Wind Speed, Internet of Things (IoT).*

PRAKATA

Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **"Sistem Monitoring dan Peringatan Dini Ketinggian Gelombang Pasang Air Laut Berbasis IoT"** sebagai syarat bagi penulis untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.

Semua hasil yang diperoleh ini tidak terlepas dari segala dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang tidak pernah berhenti mendorong penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Sebagai penghargaan dari penulis, izinkanlah penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moral maupun dukungan material dalam proses penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
3. Ibu Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak dan sebagai dosen pembimbung kedua yang telah banyak memberikan informasi seputar skripsi dan masukan dalam menyelesaikan skripsi..
4. Bapak Uray Ristian, S.Kom., M.Kom., sebagai dosen pembimbing pertama yang telah banyak meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing, memberikan nasehat serta motivasi dalam menyelesaikan skripsi.
5. Bapak Tedy Rismawan, S.Kom., M.Cs., sebagai dosen penguji pertama yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penulisan skripsi.
6. Bapak Suhardi, S.T., M.Eng., sebagai dosen penguji kedua yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penulisan skripsi.
7. Bapak Ikhwan Ruslianto, S.Kom., M.Cs., selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran dan motivasi selama masa perkuliahan.
8. Ibu Kartika Sari, S.Kom., M.Cs., sebagai dosen yang telah banyak

meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing, memberikan nasehat serta motivasi dalam menyelesaikan skripsi.

9. Hamdi, S.Kom. selaku rekan yang telah memberikan waktu dalam membantu menyelesaikan skripsi.
10. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam proses perkuliahan.
11. Teman-teman Tim TIK FMIPA Hamdi, S.Kom, Fajar Muttaqien Aska, Michael Mido Reta Pratama, Alvin Nataniel.
12. Para rekan-rekan seperjuangan mahasiswa khususnya Sistem Komputer 2022 (Cytigon) yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam menjalani proses perkuliahan dan penulisan tugas akhir.
13. Para rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Katolik khususnya Nifictus 2022 yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam menjalani proses perkuliahan.
14. Semua Dosen prodi Rekayasa Sistem Komputer dan Tendik yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini.
15. Semua pihak yang terlibat langsung maupun yang tidak langsung dalam penulisan skripsi ini

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih memiliki kekurangan dan belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca.

Pontianak, 23 Juli 2026

Benyamin Victor Thendean

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL x
DAFTAR KODE PROGRAM xiii
BAB 1 PENDAHULUAN xiii
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB 2 LANDASAN TEORI 6
2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu 6
2.2 Gelombang Laut 9
2.3 Sistem Monitoring 12
2.4 Peringatan Dini 12
2.5 Internet of Things 12
2.6 PHP 13
2.7 Laravel 13
2.8 Arduino IDE 13
2.9 Sensor anemometer 14
2.10 DHT22 14
2.11 JSN-SR04T 14
2.12 NodeMCU EPS32 15
2.13 Modul Relay 15
2.14 Galat 16
BAB 3 METODE PENELITAN 17

3.1 Studi Literatur....17
3.2 Analisis Kebutuhan....18
3.3 Perancangan Sistem....18
3.4 Implementasi Sistem....19
3.5 Pengumpulan Data....20
3.6 Pengujian....20
3.7 Kesimpulan dan Saran....21
BAB 4 PERANCANGAN....22
4.1 Deskripsi Sistem....22
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem....23
4.3 Perancangan Perangkat Keras....25
4.4 Perancangan Perangkat Lunak....29
4.5 Perancangan Basis Data....36
4.6 Perancangan Blackbox....39
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN....41
5.1 Implementasi Sistem....41
5.2 Kode Program....47
5.3 Pengujian....63
5.4 Pembahasan....94
BAB 6 PENUTUP....99
6.1 Kesimpulan....99
6.2 Saran....100
DAFTAR ISI....101
LAMPIRAN....104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prakiraan Tinggi Gelombang 11
Gambar 2. 2 Sensor anemometer 14
Gambar 2. 3 DHT22.....14
Gambar 2. 4 JSN-SR04T.....15
Gambar 2. 5 NodeMCU ESP32 15
Gambar 2. 6 Modul Relay.....16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....17
Gambar 4. 1 Diagram Alir Sistem.....23
Gambar 4. 2 Diagram Blok Arsitektur Sistem 25
Gambar 4. 3 Perancangan Pada Sensor Anemometer.....25
Gambar 4. 4 Perancangan pada modul sensor DHT22 26
Gambar 4. 5 Perancangan pada modul sensor JSN-SR04T 27
Gambar 4. 6 Perancangan pada modul Relay 28
Gambar 4. 7 Perancangan Keseluruhan Perangkat Keras.....29
Gambar 4. 8 Diagram Alir NodeMCU ESP32 untuk Pembacaan Sensor Anemometer.....31
Gambar 4. 9 Diagram Alir NodeMCU ESP32 untuk Pembacaan Modul Sensor DHT22.....32
Gambar 4. 10 Diagram Alir NodeMCU ESP32 untuk Pembacaan Modul Sensor JSN-SR04T 33
Gambar 4. 11 Diagram Alir NodeMCU ESP32 untuk sistem Kontrol Modul Relay 34
Gambar 4. 12 Halaman Landing Page 35
Gambar 4. 13 Halaman Login.....35
Gambar 4. 14 Halaman Beranda.....36
Gambar 4. 15 Halaman Data.....36
Gambar 5. 1 Implementasi Sistem Pembacaan Sensor Anemometer 41
Gambar 5. 2 Implementasi Sistem Pembacaan Modul DHT22 42
Gambar 5. 3 Implementasi Sistem Pembacaan Modul Sensor JSN-SR04T 43
Gambar 5. 4 Implementasi Sistem Pembacaan Modul Relay 44
Gambar 5. 5 Implementasi Keseluruhan Sistem Perangkat Keras.....45
Gambar 5. 6 Implementasi Halaman Landing Page.....46
Gambar 5. 7 Implementasi Halaman Login 46
Gambar 5. 8 Implementasi Halaman Beranda 47
Gambar 5. 9 Implementasi Halaman Data 47
Gambar 5. 10 Data JSON Firebase 62
Gambar 5. 11 Pengujian Kalibrasi Sensor Anemometer 64
Gambar 5. 12 Pembacaan data sensor.....65
Gambar 5. 13 Pembacaan sensor anemometer AWS dan sensor anemometer 65
Gambar 5. 14 Pengujian Kalibrasi Modul Sensor DHT22 didalam ruangan.....68
Gambar 5. 15 Pengujian Kalibrasi Modul Sensor DHT22 diluar ruangan 71
Gambar 5. 16 Pengujian Kalibrasi Modul Sensor JSN-SR04T 74
Gambar 5. 17 Pengujian modul sensor JSN-SR04T 74

Gambar 5. 18 Data Real-time.....77
Gambar 5. 19 Data pada Database.....77
Gambar 5. 20 Peringatan Dini.....78
Gambar 5. 21 Implementasi Keseluruhan Sistem.....81
Gambar 5. 22 Implementasi Keseluruhan Sistem 2.....88
Gambar 5. 23 Grafik Kecepatan Angin.....96
Gambar 5. 24 Grafik Ketinggian Gelombang Pasang.....96

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan dengan penelitian terdahulu 6
Tabel 2. 4 Skala Beaufort.....10
Tabel 2. 5 Tinggi gelombang 11
Tabel 4. 1 Penggunaan Pin NodeMCU ESP32 dan Sensor Anemometer 26
Tabel 4. 2 Penggunaan Pin NodeMCU ESP32 dan modul sensor DHT22.....27
Tabel 4. 3 Penggunaan Pin NodeMCU ESP32 dan Modul sensor JSN-SR04T 28
Tabel 4. 4 Penggunaan Pin NodeMCU ESP32 dan Modul Relay 29
Tabel 4. 5 Tabel Data Anemometers.....37
Tabel 4. 6 Tabel Data DHT22.....37
Tabel 4. 7 Tabel Data JSN-SR04T.....38
Tabel 4. 8 Tabel Data Modul Relay 38
Tabel 4. 9 Perancangan Black Box 39
Tabel 5. 1 Data Pengujian Kalibrasi Sensor Anemometer.....66
Tabel 5. 2 Data Pengujian Kalibrasi Suhu Modul Sensor DHT22 didalam ruangan 68
Tabel 5. 3 Data Pengujian Kalibrasi Kelembaban Modul Sensor DHT22 didalam ruangan.....69
Tabel 5. 4 Data Pengujian Kalibrasi Suhu Modul Sensor DHT22 diluar ruangan 71
Tabel 5. 5 Data Pengujian Kalibrasi Kelembaban Modul Sensor DHT22 diluar ruangan.....72
Tabel 5. 6 Data Pengujian Kalibrasi Modul Sensor JSN-SR04T.....75
Tabel 5. 7 Pengujian Black box 78
Tabel 5. 8 Tabel Data Nilai Kecepatan Angin 1 82
Tabel 5. 9 Tabel Data Nilai Suhu dan Kelembaban Udara 1 84
Tabel 5. 10 Tabel Data Nilai Ketinggian Gelombang Pada Permukaan Air Laut 1 86
Tabel 5. 11 Tabel Data Nilai Kecepatan Angin 2 89
Tabel 5. 12 Tabel Data Nilai Suhu dan Kelembaban Udara 2 90
Tabel 5. 13 Tabel Data Nilai Ketinggian Gelombang Pada Permukaan Air Laut 2 92

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5. 1 Kode Program Pembacaan Sensor Anemometer 48
Kode Program 5. 2 Void Setup() Sensor Anemometer 49
Kode Program 5. 3 Pembacaan nilai kecepatan angin oleh sensor Anemometer ..49
Kode Program 5. 4 Kode Program pembacaan modul sensor DHT22 50
Kode Program 5. 5 Void setup() modul sensor DHT22 50
Kode Program 5. 6 Pembacaan nilai suhu dan kelembaban oleh modul sensor DHT22.....51
Kode Program 5. 7 Kode Program Pembacaan modul sensor JSN-SR04T 51
Kode Program 5. 8 Void setup() modul sensor JSN-SR04T 52
Kode Program 5. 9 Pembacaan nilai gelombang ultrasonik oleh JSN-SR04T 53
Kode Program 5. 10 Pembacaan nilai tinggi permukaan air oleh modul sensor JSN-SR04T 54
Kode Program 5. 11 Header pada NodeMCU ESP32 untuk pembacaan sensor ...55
Kode Program 5. 12 Pembacaan Header NodeMCU ESP32 pada sensor Anemometer.....56
Kode Program 5. 13 Pembacaan Header NodeMCU ESP32 pada modul sensor DHT22.....56
Kode Program 5. 14 Pembacaan Header NodeMCU ESP32 pada modul sensor JSN-SR04T 57
Kode Program 5. 15 Pembacaan Header NodeMCU ESP32 pada modul Relay ...57
Kode Program 5. 16 Void Setup pada NodeMCU ESP32 node 2 untuk Node Pembacaan Sensor.....58
Kode Program 5. 17 Void Setup pada NodeMCU ESP32 untuk Node Pengontrol 59
Kode Program 5. 18 Void Loop pada NodeMCU ESP32 node 2 untuk Pembacaan Sensor.....59
Kode Program 5. 19 Void Loop pada NodeMCU ESP32 node 2 dengan sensor Anemometer.....60
Kode Program 5. 20 Void Loop pada NodeMCU ESP32 node 2 dengan modul sensor DHT22 60
Kode Program 5. 21 Void Loop pada NodeMCU ESP32 node 2 dengan modul sensor JSN-SR04T 61
Kode Program 5. 22 Void Loop pada NodeMCU ESP32 node 1 dengan modul Relay 61
Kode Program 5. 23 API Mikrokontroler 62
Kode Program 5. 24 Kode Program Koneksi jaringan internet 63

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah tepi laut memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap perubahan kondisi laut, khususnya fenomena pasang surut air laut dan gelombang tinggi merupakan tantangan utama bagi komunitas tepi laut. Khususnya gelombang tinggi yang sering terjadi dapat menimbulkan kerusakan pantai akibat hantaman gelombang menjadi salah satu penyebab kerusakan pantai yang mengakibatkan berkurangnya wilayah daratan, terutama pada pulau kecil hal ini dapat mengakibatkan hilangnya sebuah pulau. Gelombang laut biasanya dibangkitkan oleh banyak hal, misalnya oleh angin, pasang surut, arus, cuaca ekstrem dan lain-lain. Apabila suatu deretan gelombang bergerak menuju pantai, gelombang tersebut akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh transformasi gelombang (Tauhid et al., 2025) .Fenomena yang terjadi di laut diantaranya pasang surut air laut, gelombang, badai, dan lainnya. Sedangkan fenomena yang terjadi di daratan diantaranya erosi, banjir, pembangunan pemukiman, pembukaan lahan hutan untuk pertanian, dan sebagainya (Septian & Noverma, 2022). Kasus yang pernah terjadi dengan bagian wilayah Pontianak yang terkena banjir rob, membuat masyarakat harus mengungsi (Pemerintah Kota, 2025). Kasus serupa terjadi pada daerah tepi laut Mempawah dengan genangan air setinggi 30 - 60 sentimeter menyebabkan arus lalu lintas melambat dikarenakan antrean kendaraan yang mengular hingga lebih dari satu kilometer. Menurut Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Mempawah menyebutkan banjir rob dipicu oleh pasang maksimum yang terjadi sejak dini hari, disusul hujan berintensitas sedang yang mengguyur wilayah tepi laut (Pontianak Post, 2025).

Angin merupakan udara yang bergerak dari tempat yang memiliki tekanan udara tinggi ke tempat tekanan udara rendah. Angin juga mempengaruhi ketinggian ombak laut yang mana semakin kencang kecepatan angin yang berhembus, maka semakin tinggi ombak lautnya. Hal tersebut akan sangat mempengaruhi nelayan untuk melaut. Berdasarkan kondisi saiit ini dengan keterbatasan peralatan yang ada,

nelayan dapat mengalami kesulitan untuk mengukur kecepatan angin (Soewarianto et al., 2022).

Pemanfaatan teknologi *Internet of Things (IoT***)** dalam bidang kelautan telah banyak dikembangkan untuk memantau kondisi pasang surut air laut. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem *monitoring* pasang surut air laut berbasis IoT menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler mampu bekerja secara *real-time* dan menampilkan data ketinggian permukaan air laut melalui *website*. Sistem tersebut memberikan kemudahan akses informasi bagi masyarakat tepi laut, khususnya dalam mendukung aktivitas transportasi laut dan pariwisata. (Jefiza et al., 2023).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Soewarianto dengan judul Implementas IoT untuk Monitoring Kecepatan Angin di Pesisir Pantai Kenjeran Surabaya. Angin merupakan udara yang bergerak dari tempat yang memiliki tekanan udara tinggi ke tempat tekanan udara rendah. Angin juga mempengaruhi ketinggian ombak laut yang mana semakin kencang kecepatan angin yang berhembus, maka semakin tinggi ombak lautnya. Hal tersebut akan sangat mempengaruhi nelayan untuk melaut. Berdasarkan kondisi saat ini dengan keterbatasan peralatan yang ada, nelayan dapat mengalami kesulitan untuk mengukur kecepatan angin. Penelitian yang dilakukan dengan judul Implementasi IoT untuk Monitoring Kecepatan Angin di Pesisir Pantai Kenjeran Surabaya dengan memanfaatkan sistem yang sudah terintegrasi dengan IoT penelitian ini menggunakan sensor Anemometer RS485 dengan mikrokontroler Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266 dalam mengirimkan data ke *database* (Soewarianto et al., n.d.).

Penelitian dengan judul The IoT- Based Early Warning System for Detetcting High Tide Floods (ROB-EWS) in Tambak Lorok, Semarang Indonesia menegaskan bahwa faktor meteorologi, khususnya angin dan curah hujan, memiliki pengaruh signifikan terhadap dinamika gelombang dan kenaikan muka air laut di wilayah tepi laut. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem *monitoring* kelautan akan lebih optimal apabila menggabungkan data ketinggian air laut dengan parameter lingkungan lainnya sebagai dasar analisis dan peringatan dini. Oleh karena itu, integrasi multi-sensor menjadi pendekatan yang penting dalam

pengembangan sistem peringatan dini gelombang pasang air laut berbasis IoT (Damayanti et al., 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengusulkan sistem *monitoring* dan peringatan dini ketinggian gelombang pasang air laut berbasis *Internet of Things* dengan mengintegrasikan sensor anemometer untuk mengukur kecepatan angin, modul sensor DHT22 untuk mengukur kelembaban dan suhu lingkungan, modul sensor JSN-SR04T untuk memantau ketinggian air laut. Data yang diperoleh dari masing-masing sensor dikirimkan secara *real-time* dan ditampilkan melalui *interface website* serta data penelitian akan disimpan ke *database*. Sistem ini diharapkan dapat bekerja dengan kondisi yang ekstrem dan memberikan informasi yang akurat sebagai dasar pengambilan keputusan serta meningkatkan kewaspadaan masyarakat pada daerah Muara Tepi Laut Sungai Kakap terhadap potensi gelombang pasang air laut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, telah dibuat sistem penyelesaian untuk rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat akurasi sensor dalam mengukur nilai kecepatan angin, suhu, kelembaban, dan ketinggian gelombang?
2. Bagaimana sistem dapat memberikan informasi berdasarkan parameter peringatan dini dan pemantauan kecepatan angin, suhu, kelembaban, dan ketinggian gelombang ketika terjadi kondisi gelombang pasang air laut?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui tingkat akurasi sensor dalam mengukur nilai kecepatan angin, suhu, kelembaban, dan ketinggian gelombang.
2. Membangun sistem yang dapat *memonitoring* gelombang pasang air laut berdasarkan parameter dan peringatan dini ketika terjadinya gelombang pasang surut air laut.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diterapkan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Sistem pada penelitian yang akan dilakukan memantau parameter kecepatan angin, kelembaban, suhu, dan ketinggian air laut.

2. Tampilan data *monitoring* dan peringatan dini disajikan melalui *interface website*.
3. Lokasi pengujian sistem dilakukan pada daerah Muara tepi laut kakap.
4. Pengukuran ketinggian gelombang pada permukaan air laut hanya pada ketinggian 1 – 3 meter diatas permukaan.
5. Pengukuran kecepatan angin pada penelitian yang dilakukan sistem monitoring dan peringatan dini gelombang pasang air laut berbasis *internet of things* menggunakan parameter kecepatan angin dibatasi pada kategori 6 yaitu 38,6 – 48,6 km/jam berdasarkan skala beaufort.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian sistem monitoring dan peringatan dini gelombang pasang air laut berbasis *Internet of Things (IoT)* melalui integrasi multi-sensor lingkungan. Sistem yang dikembangkan mampu menyediakan informasi kondisi laut secara *real-time* dengan mempertimbangkan parameter kecepatan angin, suhu, dan ketinggian air laut, sehingga dapat meningkatkan akurasi deteksi potensi gelombang pasang. Selain itu, penelitian ini dapat meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat tepi laut dan pihak terkait terhadap risiko gelombang pasang air laut melalui penyajian informasi yang mudah diakses melalui *website*. Secara akademis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan rujukan bagi pengembangan sistem IoT kelautan yang lebih adaptif dan inovatif, serta mendorong pemanfaatan teknologi berbasis *website* sebagai sarana pendukung mitigasi bencana tepi laut.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari 6 bab yang akan disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian yang menjelaskan kondisi dan permasalahan gelombang pasang air laut di wilayah pesisir, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan manfaat penelitian yang menjadi dasar pengembangan sistem monitoring dan peringatan dini berbasis IoT.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas teori-teori pendukung yang berkaitan dengan penelitian, meliputi konsep gelombang laut, sistem monitoring, sistem peringatan dini,

berbasis IoT, serta teknologi dan komponen yang digunakan seperti *firebase, PHP, Laravel, Arduino IDE*, sensor anemometer, modul sensor JSN-SR04T, modul sensor DHT22, NodeMCU ESP32, dan modul relay.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan metodologi penelitian yang digunakan, meliputi studi literatur, analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, perancangan sistem, implementasi sistem, serta tahapan pengujian yang dilakukan untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan tujuan penelitian.

BAB IV PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menguraikan proses perancangan sistem monitoring dan peringatan dini ketinggian gelombang pasang air laut, yang mencakup perancangan arsitektur sistem, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, perancangan basis data, serta perancangan antarmuka *website* sebagai media visualisasi data dan informasi peringatan dini.

BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini membahas proses implementasi sistem berdasarkan perancangan yang telah dilakukan, meliputi penerapan perangkat keras dan perangkat lunak, integrasi sensor dengan NodeMCU ESP32, pengiriman dan penyimpanan data ke *Firebase* sebagai *database*, serta pengujian sistem untuk menilai akurasi sensor, dan fungsi peringatan dini.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem, serta saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan sistem *monitoring* dan peringatan dini gelombang pasang air laut di masa mendatang.