PENGEMBANGAN SISTEM PENYIARAN PERINGATAN DINI CUACA MENGGUNAKAN TEKNOLOGI TEXT-TO SPEECH DAN RADIO HANDY TALKIE DENGAN PENDEKATAN AGILE SCRUM (STUDI SIMULASI LABORATORIUM)

TESIS

Program Studi Magister Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro

Oleh:
DEAN GERALD HARRISON
NIM. D2081221004

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

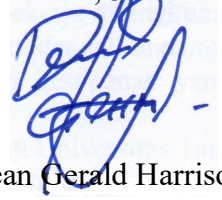
Nama : Dean Gerald Harrison

NIM : D2081221004

menyatakan bahwa dalam Tesis yang berjudul "Pengembangan Sistem Penyiaran Peringatan Dini Cuaca Menggunakan Teknologi Text-To Speech Dan Radio Handy Talkie Dengan Pendekatan Agile Scrum (Studi Simulasi Laboratorium)" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atas diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Rujukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 31 Juli 2025



Dean Gerald Harrison
NIM D2081221004

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

PENGEMBANGAN SISTEM PENYIARAN PERINGATAN DINI CUACA MENGGUNAKAN TEKNOLOGI TEXT-TO SPEECH DAN RADIO HANDY TALKIE DENGAN PENDEKATAN AGILE SCRUM (STUDI SIMULASI LABORATORIUM)

Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Magister Teknik Elektro

Oleh:

Dean Gerald Harrison
NIM D2081221004

Telah dipertahankan di depan Penguji Tugas Akhir/Tesis pada tanggal 31 Juli 2025 dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar magister.

Susunan Penguji Tugas Akhir/Tesis

Dosen Pembimbing Utama	: Dr. Dedy Suryadi, S.T., M.T. NIP. 196812031995121001
Dosen Pembimbing Kedua	: Prof. Dr. Herry Sujaini, S.T., M.T. NIP. 196806291997021001
Dosen Penguji Utama	: Eva Faja Ripanti, S.Kom., MMSI., Ph.D NIP. 197803192008012014
Dosen Penguji Kedua	: Prof. Dr.-Ing. Seno D. Panjaitan, S.T,. M.T., IPM NIP. 19750716 2000121001

Pontianak, 31 Juli 2025

Dekan,

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama

Dr. Dedy Suryadi, S.T., M.T.
NIP. 196812031995121001

DAFTAR ISI

COVER i
HALAMAN PERSETUJUAN ii
DAFTAR ISI iii
DAFTAR GAMBAR vi
DAFTAR TABEL vii
DAFTAR ISTILAH viii
ABSTRAK ix
ABSTRACT x
PRAKATA xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 4
1.3 Tujuan dan Sasaran Penelitian 5
1.4 Pembatasan Masalah 6
1.5 Urgensi Penelitian 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
2.1 *State Of The Art Review* dan *Novelty* 8
2.2. Landasan Teori 14
2.2.1 Sistem Komunikasi Radio 14
2.2.1.1 Sistem Modulasi 14
2.2.1.2 Radio Komunikasi dan Regulasi 15
2.2.2 Teknologi Sintesis Suara (*Voice Synthesis – Text to Speech*) 16
2.2.3 Sistem Kontrol 17
2.2.4 Arduino Uno R3 18
2.2.5 *Relay Module* 19
2.2.6 Peringatan Dini Cuaca Ekstrim 21
2.2.7 Antarmuka *HyperText Markup Language* (HTML) *Offline* 22
2.2.8 *Agile Scrum* 23
2.2.9 *Black Box* 24

2.2.10 Metode Penilaian Kualitas Penerimaan Siaran Radio (SINPO) 25
2.2.11 Pengukuran Teknis Sistem Penyiaran 26
BAB III METODE PENELITIAN 28
3.1 Lokasi Penelitian 28
3.2 Peralatan dan Perlengkapan Penelitian 29
3.3 Metode Penelitian 31
3.3.1 Identifikasi Masalah 33
3.3.2 Struktur Tim dan Peran dalam Metodologi *Scrum* 34
3.3.3 Tahapan Penelitian 34
3.3.4 Teknik Pengumpulan Data 36
3.3.5 Analisis Kebutuhan 36
3.3.6 Perancangan Sistem 37
3.3.7 Pengembangan Sistem dengan *Agile Scrum* 41
3.3.8 Pengujian dan Validasi Sistem 41
3.3.9 Alur Kerja Sistem Peringatan Dini Cuaca 46
3.3.10 Analisa dan Diskusi 47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 49
4.1 Implementasi *Scrum* dalam Pengembangan Sistem 49
4.1.1 Rekapitulasi *Sprint* 50
4.1.2 Pembuatan Antarmuka 53
4.1.3 Integrasi TTS dan Kendali Arduino 57
4.1.3.1 Pemrograman *Text-to-Speech* 58
4.1.3.2 Integrasi dengan Arduino 59
4.1.4 Pengujian Sistem 63
4.1.4.1 Pengujian Fungsionalitas (*Black Box*) 63
4.1.4.2 Penilaian Kualitas Siaran Radio (Metode SINPO) 65
4.1.4.3 Pengujian Teknis Sistem Penyiaran 65
4.1.4.4 Pengujian Ketahanan Sistem Terhadap Pemadaman Listrik 67
4.2 Hasil Penelitian 68
4.2.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fungsionalitas Antarmuka 68
4.2.2 Hasil Penilaian Kualitas Siaran Radio (Metode SINPO) 69
4.2.2.1 Analisis Data Responden 74

4.2.3 Hasil Pengujian Teknis Sistem Penyiaran 75
4.2.3.1 Analisis SWR Antena 75
4.2.3.2 Analisis Nilai RSSI 76
4.2.3.3 Analisis Waktu Tanggap TTS–VOX–HT 81
4.2.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Ketahanan Sistem terhadap Pemadaman Listrik 82
4.2.4.1 Analisis Hasil Uji Pemadaman Listrik dengan Dukungan UPS .. 83
4.2.5 Hasil Implementasi Aplikasi Web Penghitung Waktu Pembacaan… 80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 86
5.1 Kesimpulan 86
5.2 Saran 87
DAFTAR PUSTAKA 89
LAMPIRAN 92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gelombang Radio VHF dan UHF 15
Gambar 2.2 Arduino Uno R3 19
Gambar 2.3 Relay Module 4 Channel 20
Gambar 2.4 Alur *Agile Scrum* 23
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian 28
Gambar 3.2 *Fishbone* Diagram Penelitian 33
Gambar 3.3 Alur Pelaksanaan Penelitian 35
Gambar 3.4 Instalasi Stasiun Pemancar 38
Gambar 3.5 Instalasi Stasiun Repeater 39
Gambar 3.6 Tahap Alur Kerja Sistem Peringatan Dini Cuaca 46
Gambar 4.1 Antarmuka Sistem Penyiaran Peringatan Dini Cuaca 57
Gambar 4.2 Blok Program Arduino 60
Gambar 4.3 Skema *Line* Diagram Alur Data dan Kontrol Sistem 61
Gambar 4.4 Grafik Estimasi RSSI terhadap Jarak 80
Gambar 4.5 Antarmuka Hitung Waktu Pembacaan 85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian - penelitian terkait 11
Tabel 2.2 Konversi Indikator Bar HT ke Estimasi RSSI 26
Tabel 3.1 Peralatan dan Perlengkapan Penelitian 30
Tabel 3.2 Skala Penilaian SINPO 42
Tabel 3.3 Konversi Indikator Bar HT ke Estimasi RSSI (dBm)..... 44
Tabel 4.1 Ringkasan *Sprint* Pengembangan Sistem..... 52
Tabel 4.2 Fungsi Antarmuka Sistem..... 55
Tabel 4.3 Pin *Output Relay* 59
Tabel 4.4 Komponen Sistem..... 61
Tabel 4.5 Rekapitulasi Pengujian Fungsionalitas Antarmuka 68
Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Penilaian Kualitas Siaran Radio (SINPO).... 70
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran SWR dan Daya Pancar Antena..... 75
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran RSSI dan Kualitas Audio 76
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Waktu Tanggap (TTS–VOX–HT)..... 81
Tabel 4.10 Respon Sistem Saat Terjadi Pemadaman Listrik dengan Dukungan UPS 83

DAFTAR ISTILAH

AM	:	*Amplitude Modulation*
BMKG	:	Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
BPBD	:	Badan Penanggulangan Bencana Daerah
BTS	:	*Base Transceiver Station*
FM	:	*Frequency Modulation*
HTML	:	*HyperText Markup Language*
HT	:	*Handy Talkie*
NOAA	:	*National Oceanic and Atmospheric Administration*
ORARI	:	Organisasi Amatir Radio Indonesia
PLN	:	Perusahaan Listrik Negara
PO	:	*Product Owner*
RAPI	:	Radio Antar Penduduk Indonesia
RF	:	*Radio Frequency*
RSSI	:	*Received Signal Strength Indicator*
SAPI	:	*Speech Application Programming Interface*
SINPO	:	*Signal Strenght, Interference, Noise, Propagation, and Overall*
SMS	:	*Short Message Service*
SWR	:	*Standing Wave Ratio*
TTS	:	*Text to Speech*
UART	:	*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*
UHF	:	*Ultra High Frequency*
UPS	:	*Uninterruptible Power Supply*
USB	:	*Universal Serial Bus*
VHF	:	*Very High Frequency*
VOX	:	*Voice Operated Exchange*

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan sistem penyiaran peringatan dini cuaca ekstrem berbasis Text-to-Speech (TTS) dan radio Handy Talkie (HT) dengan pendekatan Agile Scrum sebagai alternatif solusi yang tidak bergantung pada jaringan internet. Sistem dirancang menggunakan antarmuka Hyper Text Markup Language (HTML) offline, modul Arduino, serta mekanisme pemicu Voice Operated Exchange (VOX) untuk mentransmisikan audio melalui HT. Tujuan penelitian adalah merancang prototipe sistem penyiaran yang andal dan bisa berfungsi dalam kondisi darurat, termasuk saat terjadi pemadaman listrik.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa (engineering method) yang dipadukan dengan kerangka kerja Scrum. Tahapan meliputi studi literatur, perancangan, pengembangan sistem melalui lima sprint, serta pengujian yang mencakup uji fungsionalitas (black box), kualitas siaran (metode SINPO), pengujian teknis (SWR, RSSI, waktu tanggap), dan ketahanan terhadap pemadaman listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil dikembangkan dengan prototipe berfungsi penuh. Uji fungsionalitas membuktikan seluruh fitur bekerja sesuai rancangan. Penilaian kualitas siaran memperlihatkan nilai SINPO $\geq$ 3 hingga jarak 5 km, menandakan kualitas penerimaan baik. Uji teknis menunjukkan nilai SWR < 1.5:1, RSSI efektif hingga ±2,5 km, serta rata-rata waktu tanggap 1,39 detik. Sistem juga mampu bertahan ±30 menit dengan dukungan UPS saat listrik padam.

Secara keseluruhan, sistem ini dinilai layak dalam melengkapi sistem peringatan dini eksisting dan sebagai alternatif penyiaran peringatan dini cuaca ekstrem yang mandiri, cepat, dan dapat diimplementasikan pada wilayah dengan keterbatasan infrastruktur komunikasi.

Kata kunci: peringatan dini, *Text-to-Speech*, radio HT, *Agile Scrum*, cuaca ekstrem

ABSTRACT

This study developed an early warning system for extreme weather based on Textto-Speech (TTS) and HandyTalkie (HT) radio using the Agile Scrum approach as an alternative solution that does not depend on the internet network. The system was designed using an offline Hyper Text Markup Language (HTML) interface, Arduino modules, and a Voice Operated Exchange (VOX) trigger mechanism to transmit audio via HT. The objective of this research is to design a reliable broadcasting system prototype that can function in emergency conditions, including during power outages.

The research method used is an engineering method combined with the Scrum framework. The stages included literature study, design, system development through five sprints, and testing that covered functionality (black box), broadcast quality (SINPO method), technical testing (SWR, RSSI, response time), and resistance to power outages. The results showed that the system was successfully developed with a fully functional prototype. Functionality testing proved that all features worked as designed. Broadcast quality assessment showed a SINPO value of ≥ 3 up to a distance of 5 km, indicating good reception quality. Technical testing showed an SWR value of < 1.5:1, effective RSSI up to ±2.5 km, and an average response time of 1.39 seconds. The system is also capable of operating for ±30 minutes with UPS support during power outages.

Overall, this system is considered feasible in complementing existing early warning systems and as an alternative for broadcasting early warnings of extreme weather that is independent, fast, and can be implemented in areas with limited communication infrastructure.

Keywords: early warning, Text-to-Speech, HT radio, Agile Scrum, extreme weather

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan proposal tesis dengan judul "Pengembangan Sistem Penyiaran Peringatan Dini Cuaca Menggunakan Teknologi *Text-To-Speech* Dan Radio *Handy Talkie* Dengan Pendekatan *Agile Scrum* (Studi Simulasi Laboratorium)" dapat diselesaikan dengan baik.

Penulisan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. Tentu, penelitian ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayah (Alm), Ibu (Alm), dan Abang (Alm), Istri, Anak – Anak, Kakak, Abang Ipar, dan Keponakan, serta seluruh keluarga besar dan Bang Osias Kause, mereka semua yang telah menjadi sumber kekuatan, doa, serta dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Prof. Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, yang telah memberikan dukungan akademik dan fasilitas dalam proses penelitian ini.
3. Bapak Prof. Dr.-Ing. Seno D. Panjaitan, S.T., M.T., IPM, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Tanjungpura sekaligus Dosen Penguji Kedua, yang telah memberikan bimbingan dan masukan berharga dalam penelitian ini.
4. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Rudi Kurnianto, S.T., M.T., IPM, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, atas dukungan dalam kelancaran proses akademik.
5. Bapak Dr. Dedy Suryadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah memberikan arahan, motivasi, dan masukan yang sangat berarti dalam penelitian ini.
6. Bapak Prof. Dr. Herry Sujaini, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua, atas segala bimbingan, diskusi, dan wawasan yang diberikan dalam penelitian ini.

7. Ibu Eva Faja Ripanti, S.Kom., MMSI., Ph.D, selaku Dosen Penguji Utama, atas kritik, saran, dan evaluasi yang sangat membantu dalam penyempurnaan tesis ini.
8. Bapak Dr. Redi Ratiandi Yacoub, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Akademik
9. Teman-teman Magister Teknik Elektro, yang telah berbagi pengalaman, wawasan, serta kerja sama selama proses perkuliahan.
10. Sahabat-sahabat terkasih, yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral kepada penulis.
11. Seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu, tetapi peran dan dukungannya sangat berarti bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknologi peringatan dini berbasis frekuensi radio.

Pontianak, Agustus 2025

Penulis

Dean Gerald Harrisson, S.T.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Kalimantan Barat terletak di bagian barat Pulau Kalimantan pada koordinat 2°08’ LU – 3°02’ LS dan 108°30’ BT – 114°10’ BT. Secara geografis, wilayah ini didominasi oleh dataran rendah, ratusan sungai, perbukitan yang membentang sepanjang Sungai Kapuas, serta daerah pesisir yang berbatasan dengan Laut Natuna dan Selat Karimata. Selain itu, wilayah ini juga memiliki lahan gambut, rawa-rawa, serta hutan mangrove yang meningkatkan kerentanannya terhadap bencana hidrometeorologi.

Karena berada di garis khatulistiwa, Kalimantan Barat memiliki iklim tropis dengan suhu udara tinggi, kelembaban tinggi, dan curah hujan yang cukup besar. Kondisi ini menyebabkan wilayah ini rentan terhadap berbagai fenomena cuaca ekstrem, seperti hujan lebat disertai petir, angin kencang, banjir, tanah longsor, gelombang tinggi, serta kekeringan. Bencana hidrometeorologi ini dapat berdampak besar terhadap keselamatan masyarakat, sektor pertanian, perikanan, transportasi, serta infrastruktur lainnya.

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) memiliki tanggung jawab dalam memberikan informasi peringatan dini cuaca ekstrem sebagaimana diatur dalam Undang-Undang No. 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika [1]. Adapun skala spasial dari informasi yang diberikan adalah pada skala kabupaten hingga kecamatan, yang disampaikan kepada masyarakat melalui website dan media sosial sehingga diharapkan dapat bermanfaat untuk mengantisipasi dampak negatif yang dapat ditimbulkan dari cuaca ekstrem yang diprakirakan [2]. Stasiun Meteorologi Kelas I Supadio sebagai unit pelaksana BMKG di Kalimantan Barat memiliki peran penting dalam menyampaikan informasi peringatan dini cuaca ekstrem kepada masyarakat dan instansi terkait untuk mendukung mitigasi bencana [3].

Berdasarkan Peraturan Kepala BMKG No. Kep. 009 Tahun 2010 [4], peringatan dini cuaca ekstrem dilakukan terhadap cuaca ekstrem yang terjadi di darat maupun di laut, yang meliputi fenomena seperti:

1. Cuaca ekstrem di darat: angin puting beliung, angin kencang, hujan lebat, hujan disertai petir, hujan es, jarak pandang ekstrem, dan suhu udara ekstrem.
2. Cuaca ekstrem di laut: siklon tropis, angin kencang, waterspout, gelombang tinggi, gelombang pasang, serta hujan lebat yang disertai angin kencang dan petir.

Diseminasi informasi peringatan dini yang cepat, tepat, dan akurat harus didukung dengan sarana dan prasarana yang andal agar dapat menjangkau seluruh lapisan masyarakat serta instansi terkait untuk meningkatkan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana.

Saat ini, Stasiun Meteorologi Kelas I Supadio menyampaikan informasi peringatan dini cuaca melalui media sosial dan website, termasuk *Facebook*, *Instagram, Twitter, WhatsApp, Telegram, YouTube*, dan situs resmi BMKG Kalimantan Barat (https://kalbar.bmkg.go.id/). Namun, sistem penyampaian informasi berbasis internet ini memiliki kendala baik secara eksternal maupun internal, yang dapat menghambat efektivitas diseminasi informasi peringatan dini.

Permasalahan Sistem Peringatan Dini Saat Ini :

1. Kendala Eksternal

- Gangguan sumber tenaga listrik yang menyebabkan stasiun pemancar atau perangkat komunikasi mati.
- Gangguan jaringan komunikasi akibat faktor cuaca, kerusakan infrastruktur, atau kepadatan lalu lintas data pada saat darurat.

- *Blank spot* area (daerah yang tidak terjangkau layanan seluler), sehingga masyarakat di lokasi tersebut tidak bisa menerima peringatan dini melalui internet atau *Short Message Service* (SMS).

2. Kendala Internal

- Kurangnya aksesibilitas informasi akibat minimnya literasi digital masyarakat atau kebiasaan masyarakat yang tidak aktif mengakses media sosial BMKG.
- Keterbatasan paket data internet, sehingga masyarakat di daerah terdampak tidak dapat mengakses informasi peringatan dini yang disebarluaskan secara online.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem peringatan dini yang lebih andal, tidak bergantung pada jaringan internet, dan tetap dapat digunakan dalam kondisi darurat, termasuk saat terjadi gangguan listrik maupun kerusakan sarana komunikasi modern. Beberapa strategi yang dapat diterapkan antara lain sebagai berikut:

1. Pemanfaatan frekuensi radio *Handy Talkie* (HT) pada pita ferkuensi *Very High Frequenci* (VHF) atau *Ultra High Frequency* (UHF) sebagai media penyebaran peringatan dini cuaca, yang mampu beroperasi secara mandiri tanpa ketergantungan pada internet atau jaringan seluler.
2. Pengembangan aplikasi lokal untuk penyiaran peringatan dini cuaca berbasis frekuensi radio, yang dapat secara otomatis mengonversi teks peringatan dini menjadi suara melalui teknologi *Text-to-Speech* (TTS) dan kemudian disiarkan menggunakan radio HT.
3. Menjalin kerja sama dengan pihak-pihak terkait, seperti Organisasi Amatir Radio Indonesia (ORARI) dan Radio Antar Penduduk Indonesia (RAPI), untuk mengoptimalkan penggunaan frekuensi komunikasi darurat dan mendukung sistem peringatan dini di wilayah Kalimantan Barat.

Karena sistem penyiaran peringatan dini berbasis TTS dan frekuensi radio HT ini belum pernah diterapkan sebelumnya di lingkungan operasional BMKG, maka rancangan yang dikembangkan dalam penelitian ini menjadi sebuah inovasi baru. Penelitian ini mengembangkan sistem penyiaran dengan teknologi *Hyper*

Text Markup Language (HTML) *offline*, Arduino, dan radio HT sebagai alternatif solusi yang tidak bergantung pada jaringan internet. Walaupun masih dalam tahap simulasi laboratorium, pengembangan sistem ini bertujuan untuk membuktikan kelayakan teknisnya sebagai pelengkap sistem peringatan dini cuaca ekstrem yang telah ada.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini dikategorikan sebagai pengembangan sistem di bidang teknologi informasi mitigasi bencana. Proses pengembangannya menerapkan metodologi perangkat lunak secara iteratif melalui kerangka kerja *Agile Scrum*, guna memastikan fleksibilitas, adaptasi cepat, dan keterlibatan pengguna dalam setiap tahapan pembangunan sistem.

Dengan adanya sistem peringatan dini yang lebih andal dan tidak bergantung pada jaringan internet, diharapkan dapat melengkapi informasi terkait cuaca ekstrem sehingga diterima masyarakat secara cepat, luas, dan akurat, sehingga tindakan kesiapsiagaan dapat diambil sedini mungkin. Hal ini diharapkan dapat berkontribusi secara signifikan dalam mengurangi dampak bencana hidrometeorologi, baik dari sisi korban jiwa maupun kerugian material.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka yang menjadi permasalahan pada penulisan tesis ini adalah: Bagaimana mengatasi kendala eksternal dan internal dalam sistem penyampaian peringatan dini cuaca ekstrem melalui media sosial, agar informasi dapat diterima lebih luas, cepat, dan andal oleh masyarakat? Kendala eksternal seperti gangguan listrik, gangguan komunikasi, serta *blank spot* area yang tidak terjangkau layanan seluler menyebabkan informasi peringatan dini tidak dapat diterima oleh sebagian masyarakat. Sementara itu, kendala internal meliputi kurangnya akses masyarakat ke media sosial BMKG, baik karena kebiasaan tidak mengakses platform tersebut maupun keterbatasan paket data, sehingga mereka tidak memperoleh informasi peringatan dini yang disebarkan secara online.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penyiaran peringatan dini berbasis frekuensi radio HT dengan teknologi TTS, yang dapat mengubah teks peringatan dini menjadi suara dan disiarkan melalui frekuensi radio. Dengan

pendekatan ini, diharapkan informasi peringatan dini dapat menjangkau lebih luas, termasuk masyarakat di daerah *blank spot*, sehingga kesiapsiagaan terhadap cuaca ekstrem dapat ditingkatkan secara lebih efektif.

1.3 Tujuan dan Sasaran Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem penyiaran peringatan dini cuaca ekstrem berbasis frekuensi radio HT yang memiliki keandalan tinggi, tidak bergantung pada jaringan internet, serta mudah dioperasikan dalam kondisi darurat, termasuk saat terjadi gangguan listrik atau kerusakan infrastruktur komunikasi.

Adapun tujuan khusus yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan efektivitas penyebaran informasi peringatan dini cuaca ekstrem melalui sistem penyiaran berbasis radio HT yang dapat diakses secara real-time, bahkan di wilayah dengan keterbatasan infrastruktur komunikasi seperti jaringan internet maupun jaringan seluler.
2. Membangun sistem penyiaran yang andal dan berkelanjutan, yang mampu beroperasi baik dalam kondisi normal maupun darurat, serta memastikan bahwa informasi peringatan dapat diterima dengan jelas oleh masyarakat sehingga dapat ditindaklanjuti untuk meningkatkan kesiapsiagaan terhadap risiko cuaca ekstrem.

Berdasarkan tujuan tersebut, maka sasaran penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengembangkan antarmuka *offline* yang dapat dioperasikan tanpa koneksi internet, dengan tampilan yang sederhana dan mudah digunakan, untuk mendukung penyiaran peringatan dini secara cepat dan mandiri.
2. Mengintegrasikan sistem ini dengan proses operasional di Stasiun Meteorologi Kelas I Supadio sebagai studi simulasi laboratorium, serta menyusun rekomendasi pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan keandalan, cakupan, dan keberlanjutan penyebaran informasi peringatan dini cuaca ekstrem di masa mendatang.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini memiliki cakupan yang lebih terarah dan tidak terlalu luas, maka pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan dalam ruang lingkup simulasi laboratorium, dengan konteks operasional yang merujuk pada tugas dan fungsi Stasiun Meteorologi Kelas I Supadio sebagai unit BMKG yang melayani wilayah Kalimantan Barat.
2. Sistem yang dikembangkan hanya menggunakan teknologi TTS dan penyiaran melalui frekuensi radio VHF/UHF, tanpa memanfaatkan jaringan internet sebagai media penyebaran informasi.
3. Aplikasi web yang dirancang hanya berfungsi sebagai antarmuka *offline* untuk menginput teks peringatan dini, mengubahnya menjadi suara, dan menyiarkannya secara otomatis melalui frekuensi radio HT, tanpa keterhubungan dengan jaringan berbasis *cloud* atau internet.
4. Pengguna dapat memilih durasi pemutaran suara peringatan dini, yang disesuaikan dengan estimasi durasi kejadian cuaca ekstrem agar penyebaran informasi tetap efektif dan tidak mengganggu komunikasi lainnya.
5. Fokus penelitian ini terbatas pada jenis cuaca ekstrem tertentu yang dapat diprediksi dan memerlukan peringatan dini, yaitu hujan lebat disertai petir, banjir, dan angin kencang, tanpa mencakup kejadian cuaca lainnya seperti kekeringan atau gempa bumi.
6. Pengujian sistem dilakukan dalam skala laboratorium, dengan simulasi penyiaran menggunakan frekuensi 146.6000 MHz, 146.8000 MHz, dan 146.4800 MHz yang dipilih semata untuk simulasi, bukan untuk penggunaan resmi pada kanal komunikasi BMKG serta tanpa implementasi dalam skala luas atau penggunaan repeater untuk memperluas jangkauan penyiaran.

1.5 Urgensi Penelitian

Urgensi penelitian ini didasarkan pada tiga aspek utama, yaitu meningkatnya risiko bencana hidrometeorologi, keterbatasan sistem peringatan dini yang ada, serta kontribusi penelitian ini terhadap mitigasi bencana nasional dan regional:

1. Peningkatan Risiko Cuaca Ekstrem akibat Perubahan Iklim
   Perubahan iklim global telah menyebabkan frekuensi dan intensitas cuaca ekstrem meningkat, termasuk di Kalimantan Barat. Fenomena seperti hujan lebat, banjir, angin kencang, dan petir menimbulkan risiko signifikan terhadap keselamatan manusia, properti, serta infrastruktur vital. Oleh karena itu, diperlukan sistem peringatan dini yang lebih efektif dan cepat untuk mengurangi dampak negatif dari kejadian cuaca ekstrem ini.
2. Keterbatasan Jangkauan Sistem Peringatan Dini yang ada
   saat ini, sistem penyebaran peringatan dini masih bergantung pada media sosial, website, dan layanan berbasis internet, yang memiliki keterbatasan dalam menjangkau daerah *blank spot* dan masyarakat tanpa akses digital. Dengan memanfaatkan frekuensi radio HT (VHF/UHF) dan TTS, sistem ini dapat menjangkau lebih luas, termasuk masyarakat di wilayah terpencil yang tidak memiliki akses cepat ke internet atau jaringan seluler.
3. Kontribusi terhadap Kesiapsiagaan dan Mitigasi Bencana.
   Penelitian ini mendukung upaya nasional dan regional dalam peningkatan kesiapsiagaan bencana, sejalan dengan kebijakan mitigasi BMKG dan pemerintah daerah. Sistem yang dikembangkan berpotensi diadopsi oleh lembaga terkait seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), ORARI, dan RAPI, untuk memperkuat sistem peringatan dini cuaca ekstrem yang lebih cepat, luas, dan andal dalam melindungi masyarakat dari dampak bencana.