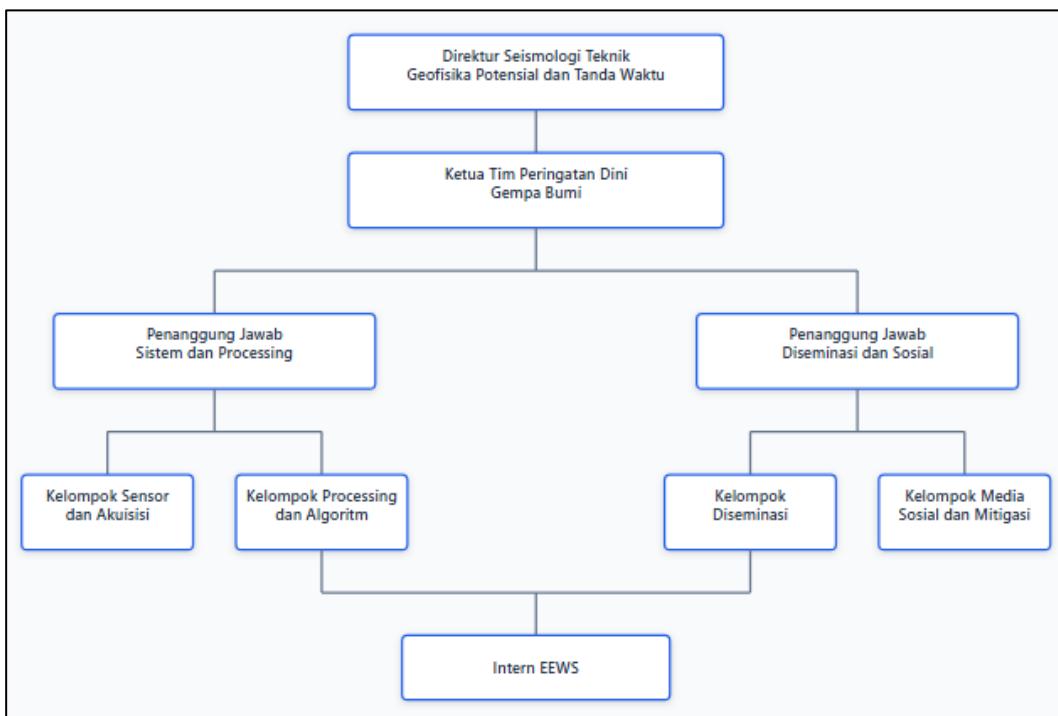


BAB III

PELAKSANAAN KERJA

3.1 Kedudukan dan Koordinasi



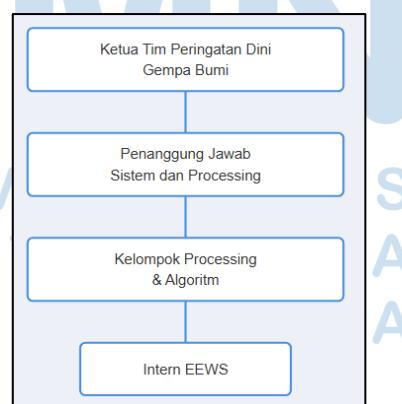
Gambar 3.1 Struktur Organisasi Divisi EEWs

Pelaksanaan magang dilakukan di instansi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) pada unit kerja Direktorat Seismologi Teknik, Geofisika Potensial, dan Tanda Waktu, dengan posisi sebagai *Business Analyst Intern*. Sebagai mahasiswa Program Studi Sistem Informasi, penulis bertanggung jawab dalam menganalisis kebutuhan sistem, mengelola data seismologi, serta membantu proses digitalisasi informasi guna mendukung efisiensi operasional dan peningkatan kualitas layanan informasi di lingkungan direktorat. Selama kegiatan magang, penulis berperan dalam mengidentifikasi kebutuhan data, melakukan analisis terhadap informasi operasional yang digunakan dalam pemantauan geofisika dan sistem tanda waktu, serta mengembangkan

visualisasi data berbasis web untuk mendukung proses pengambilan keputusan internal. Penulis juga turut membantu penyusunan dokumentasi teknis dan laporan analisis yang menjadi dasar perancangan sistem informasi internal di BMKG.

Dalam pelaksanaan kegiatan sehari-hari, penulis berada di bawah bimbingan langsung pembimbing lapangan dari BMKG yang memberikan arahan teknis dan mengevaluasi hasil pekerjaan secara berkala. Alur komunikasi dan pelaporan dilakukan secara berjenjang, dimulai dari pembimbing lapangan hingga koordinator bidang terkait untuk memastikan kesesuaian antara hasil kerja dan kebutuhan institusi. Pada gambar 3.1 merupakan rincian struktur organisasi Divisi EEWs yang dipimpin langsung oleh Direktur dan Ketua Tim EEWs. Dibawah kedudukan Ketua Tim terdapat penanggung jawab dan kelompok yang bertugas untuk membantu mengkoordinasikan masing masing sub divisi. Dibawahnya itu ada Intern (*Business Analyst*) yang menjalankan proses magang dan juga menjalankan tugas tugas visualisasi yang akan diolah dan dianalisis supervisor dan akan dipresentasikan kepada ketua tim EEWs.

3.1.1 Kedudukan



Gambar 3.2 *Organization Chart EEWs Team*

Berdasarkan hasil pengamatan dan arahan dari pembimbing lapangan, alur koordinasi kerja di POKJA EEWs dapat pada gambar 3.2 yaitu di posisi paling atas terdapat **Ketua Tim Peringatan Dini Gempa Bumi**, yang

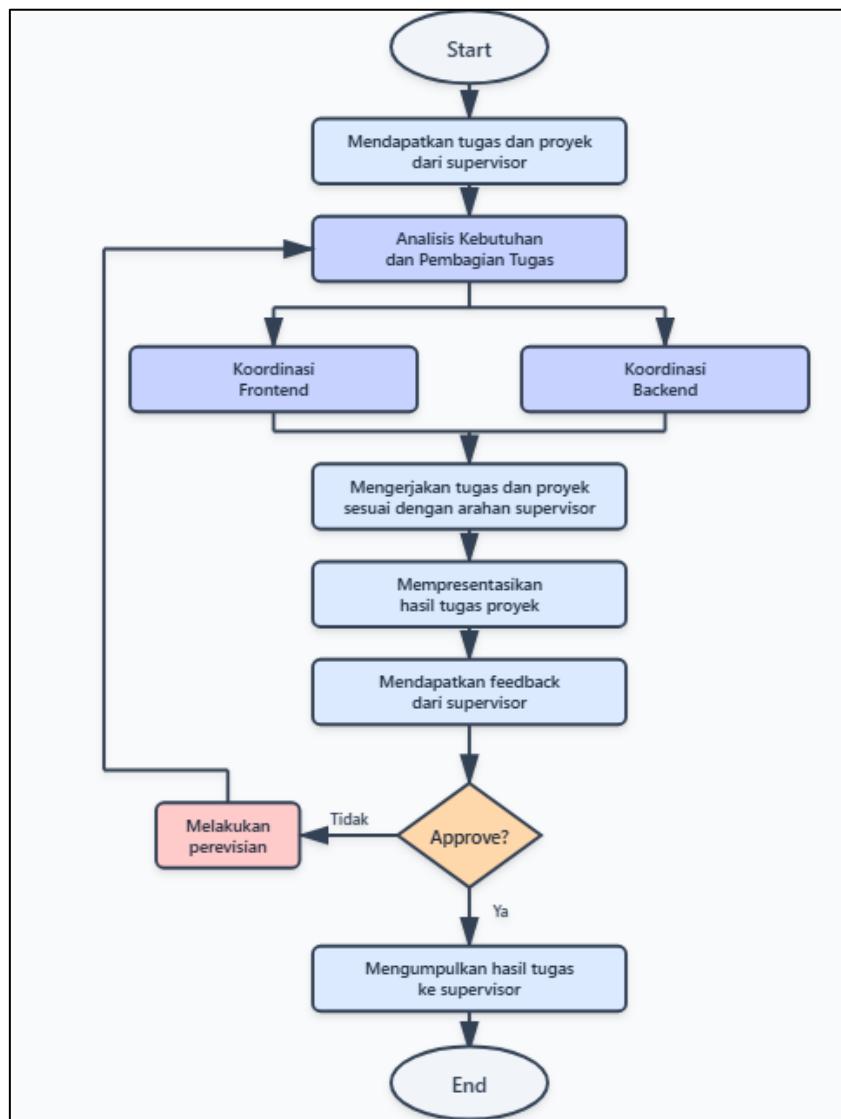
bertanggung jawab dalam pengawasan umum dan pengambilan keputusan strategis terkait sistem peringatan dini. Di bawahnya terdapat Penanggung Jawab Sistem dan Processing, yang memimpin pengelolaan teknis terkait pemrosesan data dan pengembangan sistem monitoring gempa. Selanjutnya, di bawah penanggung jawab tersebut terdapat Kelompok Processing dan Algoritma, yang berperan penting dalam pengolahan data seismik serta penerapan algoritma pendekripsi cepat untuk mendukung efektivitas sistem peringatan dini. Kelompok ini memastikan data yang diterima dari berbagai sensor dapat diproses secara akurat dan real-time untuk menghasilkan informasi gempa yang valid dan dapat segera diseminasi ke publik.

Posisi Intern EEWs, tempat penulis ditempatkan, berada di bawah koordinasi langsung kelompok Processing dan Algoritma. Dalam posisi ini, penulis berperan membantu kegiatan analisis kebutuhan sistem, dokumentasi alur kerja, serta mendukung digitalisasi proses pemrosesan data dan pelaporan operasional. Selain itu, penulis juga berinteraksi dengan pembimbing lapangan dan anggota tim teknis lainnya dalam melakukan evaluasi hasil kerja serta memberikan masukan terhadap pengembangan sistem.

3.1.2 Koordinasi

Berikut isi penjelasan mengenai informasi alur koordinasi dan pekerjaan yang penulis lakukan di perusahaan magang.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.3 Bagan Alur Koordinasi *Business Analyst*

Pada Gambar 3.3, ditunjukkan alur koordinasi kerja selama pelaksanaan magang di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) sebagai *Business Analyst Intern* di divisi *Earthquake Early Warning System (EEWS)*. Alur koordinasi ini menggambarkan hubungan kerja antara peserta magang, pembimbing lapangan, dan tim teknis dalam pelaksanaan tugas serta pelaporan hasil kerja. Dimulai dari pemberian tugas dan arahan langsung oleh pembimbing lapangan, yang bertanggung jawab dalam memastikan setiap kegiatan magang selaras dengan kebutuhan instansi. Tugas yang diberikan umumnya berkaitan dengan analisis proses

bisnis EEWs, pemetaan kebutuhan pengguna untuk mendukung perancangan dan modernisasi sistem peringatan dini gempa bumi. Setiap hasil kerja kemudian dikonsultasikan secara berkala kepada pembimbing lapangan untuk mendapatkan umpan balik (*feedback*) dan rekomendasi perbaikan. Apabila hasil yang diberikan belum memenuhi standar atau perlu penyempurnaan, dilakukan proses revisi dan evaluasi ulang sebelum diserahkan kembali.

Tahap berikutnya adalah review hasil pekerjaan oleh Ketua Tim EEWs, yang menilai kesesuaian hasil analisis dengan kebutuhan proyek dan arah pengembangan sistem. Jika hasil kerja telah disetujui, laporan dan dokumen diserahkan untuk digunakan dalam proses validasi internal direktorat dan menjadi bagian dari dokumentasi pengembangan sistem. Alur koordinasi ini memastikan bahwa setiap aktivitas magang berlangsung secara terarah, terstruktur, dan kolaboratif, sehingga peserta magang dapat berkontribusi secara efektif dalam proyek modernisasi sistem informasi EEWs serta memperoleh pengalaman kerja profesional yang sesuai dengan standar kerja instansi BMKG.

3.2 Tugas yang Dilakukan

Selama melaksanakan kegiatan magang di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), penulis berperan aktif sebagai *Business Analyst Intern* dengan tugas-tugas utama yang mencakup penyusunan dokumen analisis kebutuhan pengguna (*User Requirement Document*) dan dokumen spesifikasi sistem (*System Requirement Specification*) berdasarkan hasil observasi, wawancara dengan tim teknis EEWs, dan kajian terhadap sistem lama. Dilakukan juga proses *benchmarking* terhadap sistem EEWs dari lima negara maju (Jepang, Kanada, Meksiko, Korea Selatan, dan Istanbul) untuk menemukan perbandingan fitur serta pola penyajian data yang dapat diadaptasi oleh BMKG. Hasil analisis ini menjadi dasar rekomendasi desain *interface* dan struktur informasi untuk sistem InaEEWS versi baru. Beberapa fitur penting yang diusulkan melalui proses analisis antara lain:

- 1) Halaman (*About*) EEWS — bertujuan untuk memberikan informasi edukatif mengenai fungsi, sejarah, dan prinsip kerja sistem peringatan dini gempa kepada masyarakat luas.
- 2) Fitur (*Live Map*) — dibutuhkan untuk menampilkan data gempa secara langsung melalui integrasi jaringan sensor seismik, sehingga pengguna dapat memantau pergerakan aktivitas seismik secara *real-time* tanpa menunggu proses manual.
- 3) Fitur Riwayat (*History*) — dirancang untuk menampilkan catatan lengkap kejadian gempa sebelumnya sebagai bahan evaluasi dan pembelajaran pola aktivitas seismik dari waktu ke waktu.
- 4) Fitur (*Dashboard*) EEWS — berfungsi sebagai pusat informasi utama yang menyajikan parameter seperti magnitudo, lokasi episentrum, waktu kejadian, dan status peringatan, sehingga dapat membantu pengambilan keputusan lebih cepat oleh operator.
- 5) Fitur Laporan (*Report*) — dikembangkan agar tim EEWS dapat melakukan pencatatan, pengunduhan, serta distribusi data laporan gempa secara otomatis tanpa melalui proses input manual.



Tabel 3.1 Detail Pekerjaan yang Dilakukan

No.	Kegiatan	Tanggal Mulai	Tanggal Selesai
1.	Masa Pengenalan lembaga BMKG		
1a.	pembiasaan diri dengan kerja sama antar rekan dan pengenalan didalam tim EEWS	25/08/2025	29/08/2025
2.	Pengarahan teknis awal untuk mendukung kelancaran pelaksanaan kegiatan di divisi EEWS.		
2a.	dilakukan pembagian tanggung jawab oleh mentor dan pembelajaran struktur yang tersedia	01/09/2025	05/09/2025
3.	Mengikuti seminar dan sesi diskusi		
3a.	menambah wawasan, memperluas perspektif, dan memahami tren inovasi terkini dalam pengelolaan sistem EEWS	08/09/2025	12/09/2025
4.	Kebijakan bekerja dari rumah (WFH) diterapkan		
4a.	menerima materi presentasi (PPT) untuk lebih mengenal EEWS dan memulai pembuatan tugas dari SPV	15/09/2025	19/09/2025
5.	merancang antarmuka aplikasi InaEEWS dengan melakukan studi komparatif (EEWS) dari lima negara maju		
5a.	mengidentifikasi fitur inti, tampilan UI, serta alur informasi yang sudah terbukti efektif secara global	22/09/2025	26/09/2025
6.	Melakukan eksplorasi mendalam terhadap halaman resmi EEWS kelima negara yang telah dipilih.		
6a.	penyusunan analisis perbandingan yang mencakup aspek fungsionalitas, visualisasi data, tampilan dashboard, sistem notifikasi	29/09/2025	03/10/2025
7.	pengerjaan visualisasi pada halaman EEWS About dan EEWS Dashboard		
7a.	EEWS About yang mencakup informasi misi, visi, cara kerja sistem, teknologi yang digunakan, cakupan layanan, serta informasi tim.	06/10/2025	17/10/2025
7b.	EEWS Dashboard yang mencakup termasuk peta interaktif, marker gempa, daftar gempa terbaru, filter waktu, dan tabel riwayat	20/10/2025	31/10/2025

No.	Kegiatan	Tanggal Mulai	Tanggal Selesai
8.	pengerjaan visualisasi pada halaman EEWS Laporan dan EEWS live map		
8a.	EEWS Laporan, yang terdiri dari form input laporan masyarakat, selector intensitas, upload foto, deteksi lokasi, serta fitur real-time report	03/11/2025	14/11/2025
8b.	EEWS Live Map yang memastikan marker gempa, intensitas warna, animasi, dan informasi popup bekerja dengan stabil.	17/11/2025	28/11/2025
9.	EEWS Riwayat yang menampilkan daftar lengkap kejadian gempa sebelumnya.		
9a.	EEWS Riwayat memastikan data riwayat tampil kronologis, tabel informasi dapat difilter & sorting berfungsi, serta detail kejadian tampil dengan benar.	01/12/2025	12/12/2025



3.3 Uraian Pelaksanaan Kerja

Selama melaksanakan kegiatan magang di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), penulis ditempatkan pada Direktorat Seismologi Teknik, Geofisika Potensial, dan Tanda Waktu, khususnya di Kelompok Peringatan Dini Gempa Bumi (EEWS) dengan posisi sebagai *Business Analyst Intern*. Dalam posisi ini, penulis berperan dalam mendukung kegiatan analisis dan pengelolaan data sistem peringatan dini, serta membantu proses dokumentasi dan penyusunan rancangan sistem informasi internal. Tugas utama penulis berfokus pada analisis kebutuhan sistem, pemantauan proses kerja digital, dan penyusunan visualisasi data yang berkaitan dengan aktivitas pemrosesan dan diseminasi informasi gempa bumi. Penulis berkontribusi dalam mengidentifikasi kebutuhan pengguna dari berbagai kelompok kerja di dalam direktorat, seperti kelompok sistem dan pemrosesan, kelompok diseminasi, serta kelompok media sosial dan mitigasi. Kegiatan magang juga melibatkan penulis dalam proses observasi dan pengumpulan data operasional. Selain aspek analisis, penulis juga dilibatkan dalam penyusunan dokumentasi teknis proyek, kegiatan magang ini juga melibatkan penulis dalam proses koordinasi antar tim teknis, seperti kelompok Processing dan Algoritma, serta tim Diseminasi yang bertanggung jawab atas publikasi data gempa. Penulis berperan dalam memetakan hubungan antarproses kerja agar dapat dioptimalkan melalui sistem digital yang lebih efisien dan terintegrasi. Selama periode magang, kegiatan dilaksanakan pada 25 Agustus 2025 hingga 31 Desember 2025, dengan jam kerja mengikuti ketentuan instansi. Setiap hasil pekerjaan diserahkan kepada pembimbing lapangan untuk mendapat evaluasi dan umpan balik sebelum disahkan sebagai output resmi kegiatan magang.

3.3.1 Proses Pelaksanaan

Selama kegiatan magang di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), penulis terlibat dalam berbagai aktivitas yang berfokus pada analisis sistem, pengelolaan data, serta penyusunan rancangan visualisasi informasi yang mendukung sistem peringatan dini gempa bumi

(*Earthquake Early Warning System – EEWs*). Seluruh kegiatan dilakukan di bawah bimbingan langsung pembimbing lapangan dari kelompok *Processing & Algorithm* dan berkoordinasi dengan tim *Diseminasi dan Sosial*. Berikut adalah rincian proses pelaksanaan kerja yang dilakukan penulis selama magang:

1) Observasi Sistem Kerja dan Proses Operasional

Pada tahap awal, penulis melakukan observasi terhadap sistem kerja yang digunakan di EEWs. Kegiatan ini bertujuan untuk memahami bagaimana data sensor seismik diterima, diproses, hingga disebarluaskan kepada pihak terkait. Dari hasil pengamatan, penulis mempelajari alur kerja tim serta pola koordinasi antara bagian *Processing & Algorithm* dan *Diseminasi* yang menjadi kunci dalam pengiriman informasi peringatan dini gempa bumi.

2) Analisis Kebutuhan dan Identifikasi Permasalahan

Setelah memahami proses kerja, penulis melakukan analisis kebutuhan pengguna di masing-masing bagian. Kegiatan ini dilakukan dengan cara mencatat kendala yang sering muncul dalam pengelolaan data dan komunikasi antar tim. Dari hasil analisis tersebut, penulis menemukan beberapa bagian yang masih dapat disederhanakan agar proses pengolahan dan pelaporan data menjadi lebih efisien.

3) Pengelolaan dan Verifikasi Data Operasional

Penulis ikut membantu kegiatan pengumpulan dan pengecekan data yang berkaitan dengan catatan aktivitas sistem peringatan dini. Data yang diterima kemudian disesuaikan formatnya agar mudah digunakan untuk analisis lanjutan. Proses ini juga membantu penulis memahami bagaimana pengelolaan data dilakukan di instansi pemerintah yang memiliki volume informasi cukup besar.

4) Penyusunan Dokumen Analisis dan Laporan Hasil Kerja

Selama magang, penulis membuat beberapa dokumen pendukung seperti catatan hasil observasi dan laporan mingguan yang diserahkan kepada pembimbing lapangan. Dokumen ini berisi hasil analisis sederhana serta rekomendasi untuk peningkatan efektivitas kerja di bagian EEWs. Laporan disusun secara berkala agar pembimbing dapat memberikan umpan balik atas pekerjaan yang dilakukan.

5) Koordinasi dan Evaluasi Hasil Kegiatan

Di akhir setiap tahap pekerjaan, penulis melakukan koordinasi dengan pembimbing lapangan untuk membahas hasil kerja dan tindak lanjut dari setiap kegiatan. Melalui evaluasi ini, penulis mendapatkan banyak masukan terkait teknis pelaporan, ketelitian dalam pengelolaan data, serta cara berkoordinasi yang efektif di lingkungan kerja pemerintahan.

3.3.1.1 Pengenalan lembaga BMKG, pembiasaan diri dengan kerja sama antar rekan dan pengenalan didalam tim EEWs

Pertama kali memasuki instansi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), penulis melakukan pertemuan awal dengan supervisor pembimbing lapangan yang berkantor di lantai 3 Gedung C BMKG Pusat.

Diperkenalkan langsung dengan Ketua Tim Peringatan Dini Gempa Bumi (EEWS) yang menjadi atasan selama masa magang berlangsung. Dalam pertemuan tersebut dibahas mengenai kontrak kerja, tanggung jawab pekerjaan, serta jadwal kegiatan yang akan dilaksanakan selama magang. Setelah proses administrasi selesai, Ketua Tim EEWs memberikan penjelasan singkat mengenai profil BMKG, mulai dari sejarah, visi dan misi, hingga peran penting BMKG dalam mendukung ketahanan nasional

melalui data meteorologi, klimatologi, dan geofisika. Selain itu, penulis juga dijelaskan mengenai lingkungan kerja, aturan kantor, serta struktur organisasi di dalam tim EEWs agar dapat menyesuaikan diri dengan sistem kerja yang berlaku di BMKG. Selanjutnya, penulis diperkenalkan kepada PJ Sistem dan Processing, yang berperan penting dalam mengelola sistem peringatan dini gempa bumi. Dari tim inilah penulis mendapatkan banyak arahan terkait alur kerja serta mekanisme pengolahan data yang digunakan untuk mendukung sistem Early Earthquake Warning System (EEWS). Kemudian penulis juga mendapatkan pengarahan dari Kelompok Processing & Algorithm mengenai rincian pekerjaan yang akan dilakukan selama magang. Pada tahap ini, dijelaskan mengenai jenis data yang digunakan, *tools* yang dipakai, serta cara kerja tim dalam mengolah dan memverifikasi data gempa. Penulis juga diberikan contoh langsung dari data yang digunakan dalam sistem dan dijelaskan bagaimana data tersebut diolah menjadi informasi peringatan dini.

3.3.1.2 Pendalaman terkait struktur kerja di BMKG serta penjelasan detail mengenai tugas yang akan dijalankan.

Kegiatan berfokus pada analisis data seismik dan pengolahan informasi yang digunakan dalam sistem *Earthquake Early Warning System* (EEWS). Tujuan utama dari kegiatan ini adalah memastikan bahwa data yang diterima dari berbagai sensor seismik nasional dapat diolah secara efektif untuk mendukung proses verifikasi dan evaluasi sistem peringatan dini gempa bumi. Dalam proses pelaksanaannya, dilakukan pengecekan konsistensi data, identifikasi parameter penting seperti magnitudo, waktu

kejadian, serta lokasi episentrum, kemudian hasil analisis didokumentasikan dalam bentuk laporan ringkas yang dapat digunakan oleh tim teknis. Selain itu, dilakukan juga penyesuaian format data agar lebih mudah dibaca dan diolah oleh sistem pemrosesan internal. Proses ini mencakup penyusunan ulang tabel data, pemberian label pada setiap parameter, serta pembuatan catatan teknis yang berfungsi sebagai referensi bagi kelompok *Processing & Algorithm*. Kegiatan ini juga melibatkan koordinasi dengan tim *Penanggung Jawab Sistem dan Processing* untuk memastikan hasil analisis telah sesuai dengan kebutuhan operasional sistem peringatan dini.

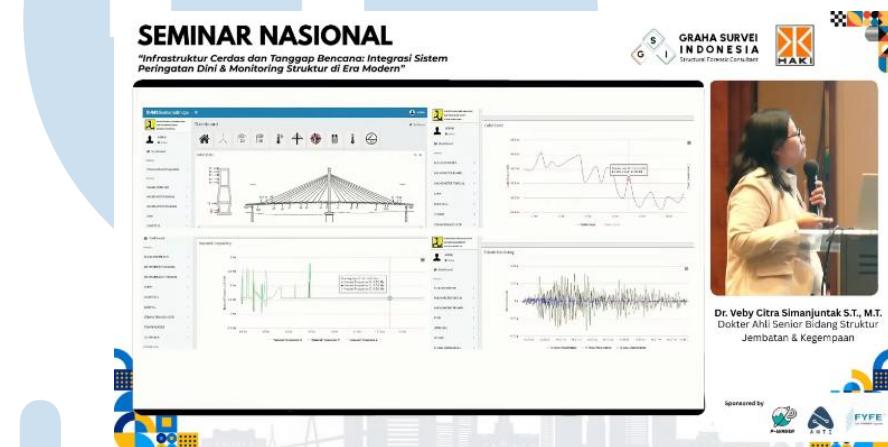


Gambar 3.4 Foto Kelompok *Processing & Algorithm*

Pada gambar 3.4 hasil dari proyek ini digunakan sebagai bahan pendukung dalam peningkatan akurasi sistem pemrosesan data EEWs dan menjadi referensi dalam pengembangan laporan internal pada Direktorat Seismologi Teknik, Geofisika Potensial, dan Tanda Waktu. Melalui kegiatan ini, diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai mekanisme kerja sistem pemantauan gempa bumi serta penerapan analisis data dalam mendukung efektivitas dan kecepatan sistem peringatan dini.

3.3.1.3 Mengikuti seminar dan sesi diskusi mendalam mengenai sistem peringatan dini serta perkembangan teknologi monitoring prediksi gempa di era modern.

Pada proyek ketiga, kegiatan berfokus pada partisipasi dalam seminar dan sesi diskusi mendalam yang diselenggarakan oleh BMKG dengan tema “*Sistem Peringatan Dini dan Teknologi Monitoring Prediksi Gempa di Era Modern*”. Kegiatan ini bertujuan untuk memperluas wawasan mengenai penerapan teknologi modern dalam sistem peringatan dini gempa bumi di Indonesia.

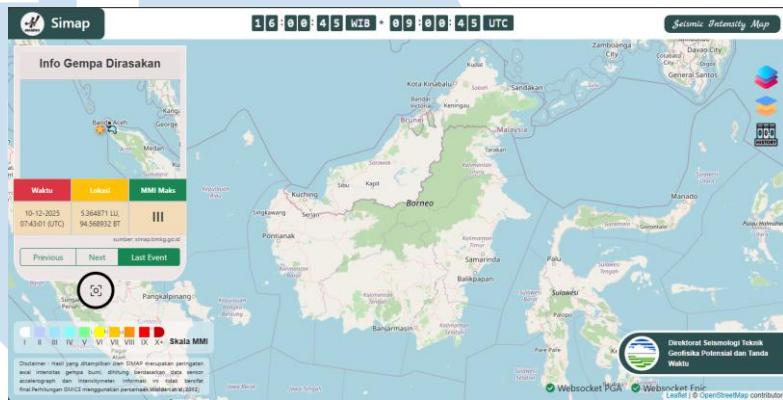


Gambar 3.5 Seminar Nasional pengenalan dan Pembelajaran Gempa

Melalui seminar tersebut, diperoleh pemahaman mengenai perkembangan sistem *Earthquake Early Warning System* (EEWS), integrasi antar jaringan sensor seismik, serta penerapan *machine learning* dalam analisis data real-time. Pembicara dari BMKG juga menjelaskan bagaimana sistem monitoring dikembangkan untuk meningkatkan akurasi prediksi dan mempercepat penyampaian informasi kepada masyarakat melalui berbagai kanal komunikasi digital.

Dilanjutkan dengan kegiatan analisis data seismik
33

serta pengolahan informasi pendukung dalam sistem *Earthquake Early Warning System* (EEWS). Pekerjaan ini dilakukan sebagai bagian dari upaya peningkatan akurasi dan efisiensi proses pemantauan gempa bumi yang dikelola oleh BMKG. Dalam kegiatan ini, penulis membantu tim dalam menelusuri serta memahami alur kerja sistem pemantauan gempa melalui platform **SIMAP** (Sistem Informasi Monitoring dan Analisis Peringatan Dini).

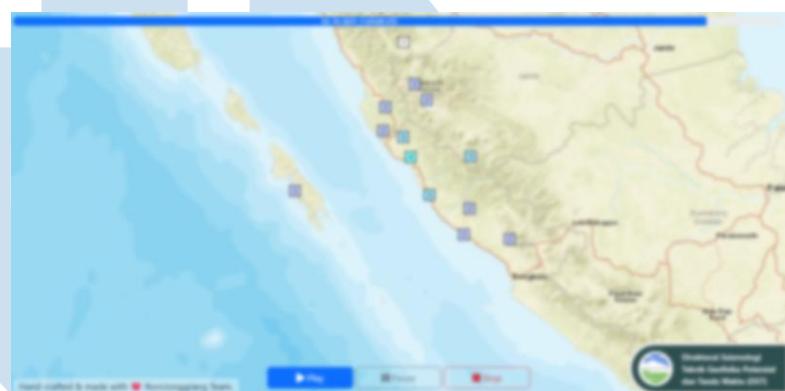


Gambar 3.6 Sistem Informasi Monitoring dan Analisis Peringatan Dini (SIMAP)

Selama pelaksanaan, penulis turut melakukan observasi terhadap data kejadian gempa yang ditampilkan dalam sistem tersebut, seperti pada halaman detail aktivitas seismik dan *playback* proses analisis gempa. Melalui observasi ini, memahami bagaimana sistem memproses data dari sensor hingga menampilkan informasi akhir berupa lokasi episenter, magnitudo, dan waktu kejadian secara *real-time*.



Gambar 3.7 SIMAP Seismic Intensity Map Details



Gambar 3.8 SIMAP Playback Event

Selain menggunakan SIMAP, penulis juga mempelajari integrasi data antara sistem tersebut dengan **INAAEWS** (*Indonesia Earthquake Early Warning System*). Kedua platform ini menjadi bagian penting dalam mendukung tugas tim dalam validasi dan analisis gempa bumi. Melalui proyek ini, penulis tidak hanya belajar memahami alur teknis sistem peringatan dini, tetapi juga bagaimana koordinasi data dilakukan antar-unit untuk memastikan keandalan sistem dalam memberikan informasi cepat dan akurat kepada publik.



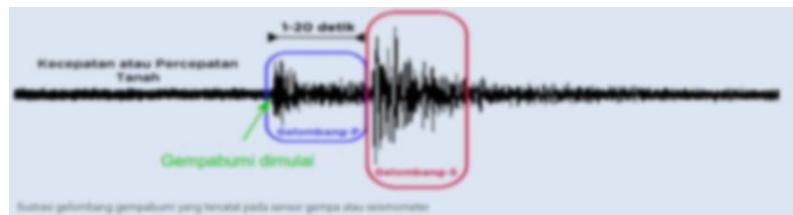
Gambar 3.9 INAAEWS (*Indonesia Earthquake Early Warning System*)

3.3.1.4 Sehubungan dengan adanya demonstrasi menerima materi presentasi (PPT) untuk lebih mengenal EEWs serta mendapatkan penugasan

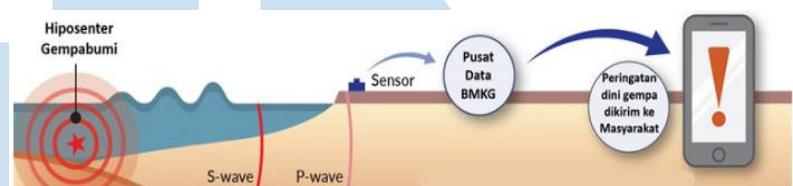
Pada tahap ini dilakukan pembuatan serta penyusunan materi presentasi terkait *Earthquake Early Warning System* (EEWS) sebagai bagian dari tugas utama dalam memahami, mengolah, dan menyampaikan konsep kerja sistem peringatan dini gempa bumi di Indonesia. Materi ini dirancang untuk menjelaskan secara komprehensif bagaimana EEWS bekerja dalam mendeteksi aktivitas seismik secara cepat dan mengirimkan peringatan dini kepada masyarakat agar dapat melakukan tindakan mitigasi sebelum guncangan utama dirasakan.

Sistem EEWS bekerja dengan prinsip mendeteksi gelombang primer (*P-wave*) sesaat setelah gempa bumi terjadi dan mengestimasi potensi guncangan dari gelombang sekunder (*S-wave*), yang merupakan gelombang merusak. Dengan mendeteksi *P-wave* lebih awal, sistem dapat memberikan waktu beberapa detik hingga puluhan detik sebelum dampak gempa terasa, sehingga informasi

dapat segera disebarkan ke berbagai sektor penting seperti transportasi, industri, dan masyarakat umum.

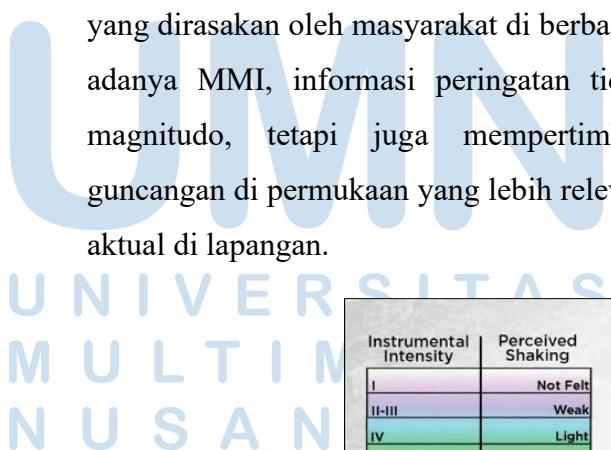


Gambar 3.10 Gelombang gempa bumi pada Seismometer



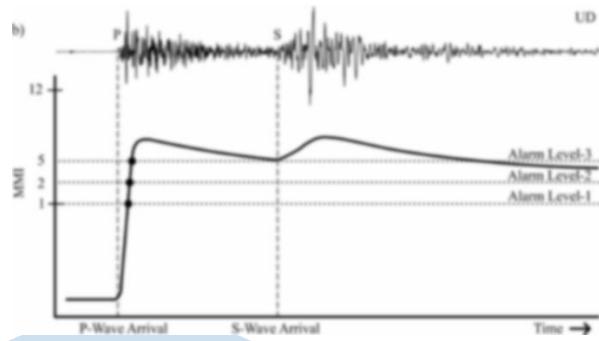
Gambar 3.11 Cara kerja peringatan gelombang gempa bumi

Selain menjelaskan konsep dasar, pada gambar 3.9 dan 3.10 juga menyoroti sistem *Modified Mercalli Intensity* (MMI) yang digunakan BMKG untuk mengukur tingkat guncangan di permukaan. Skala MMI ini menjadi acuan penting dalam menentukan level peringatan dan dampak yang dirasakan oleh masyarakat di berbagai wilayah. Dengan adanya MMI, informasi peringatan tidak hanya berbasis magnitudo, tetapi juga mempertimbangkan intensitas guncangan di permukaan yang lebih relevan terhadap kondisi aktual di lapangan.



Instrumental Intensity	Perceived Shaking
I	Not Felt
II-III	Weak
IV	Light
V	Moderate
VI	Strong
VII	Very Strong
VIII	Severe
IX	Violent
X+	Extreme

Gambar 3.12 *Modified Mercalli Intensity (MMI)*



Gambar 3.13 *Earthquake Intensity Scale*

Setelah menguraikan pengembangan *Indonesia Earthquake Early Warning System* (InaEEWS), yaitu sistem peringatan dini gempa bumi nasional yang dikembangkan BMKG. InaEEWS memanfaatkan jaringan sensor seismik yang luas, teknologi komunikasi cepat, dan algoritma prediksi modern untuk mempercepat penyampaian informasi. Sistem ini terus diperbarui dengan teknologi *real-time processing*, yang memungkinkan integrasi dengan berbagai platform digital seperti *Display Warning Cube* dan sistem diseminasi otomatis lainnya dengan peta distribusi sensor.



Gambar 3.14 *Existing sensor distribution map*

Bagian alur juga menjelaskan implementasi EEWs di Indonesia secara praktis, termasuk koordinasi antara pusat data BMKG dengan instansi terkait, seperti Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), serta lembaga pemerintah daerah. Seiring dengan perkembangannya sistem peringatan dini gempa bumi semakin meningkat, sekaligus mendukung upaya mitigasi bencana berbasis teknologi yang dilakukan BMKG.

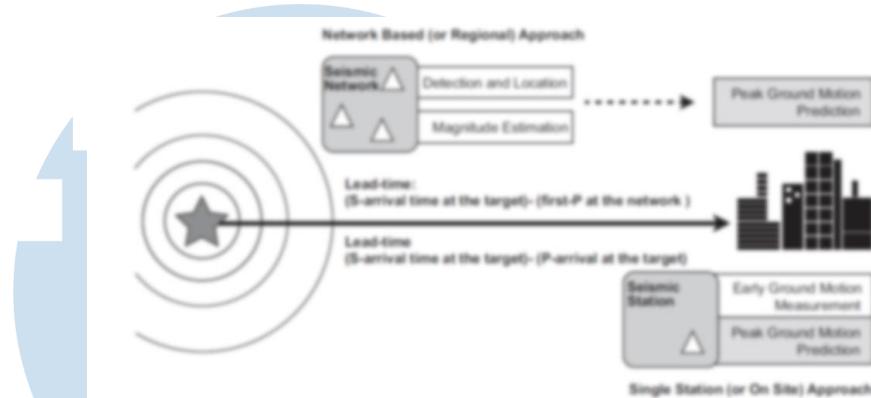


Gambar 3.15 Alur cakupan moda diseminasi

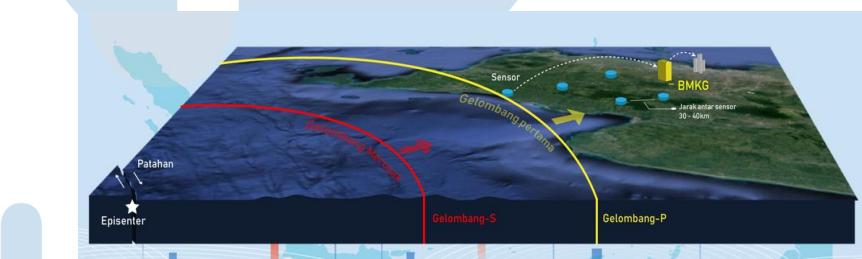
Pembuatan materi “*Introduction to Earthquake Early Warning System (EEWS)*” yang digunakan dalam kegiatan *On the Job Training (OJT)*. Tujuan utama dari presentasi ini adalah memberikan pemahaman menyeluruh mengenai konsep dasar, arsitektur sistem, serta perkembangan *Indonesia Earthquake Early Warning System (InaEEWS)* kepada peserta pelatihan dan tim teknis yang terlibat.

Gambar 3.13 dan 3.14 menjelaskan secara sistematis bagaimana sistem EEWs bekerja mulai dari pendekripsi gempa bumi, pemrosesan data oleh pusat pengolahan, hingga penyebaran peringatan melalui berbagai media seperti aplikasi, siaran televisi, hingga *Wireless Emergency Alert (WEA)*. alam presentasi juga dijelaskan mengenai *Anatomy of an*

EEWS yang terdiri dari empat komponen utama, yaitu *Seismic Sensor Network*, *Data Processing Centre*, *Communication Infrastructure*, dan *Alert Dissemination System*. Setiap bagian memiliki peran penting, mulai dari pengumpulan data, pengolahan cepat menggunakan algoritma, hingga pengiriman peringatan secara real-time.



Gambar 3.16 EEW Network Based or Approach

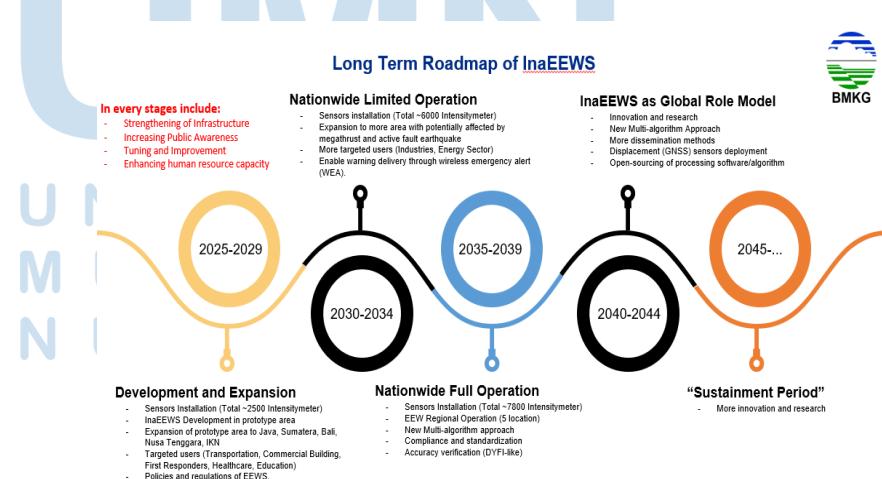


Gambar 3.17 Concept Of Regional EEW

Selanjutnya Gambar 3.15 yang menjelaskan perjalanan panjang pengembangan sistem peringatan dini gempa bumi nasional yang dilakukan BMKG, mulai dari inisiasi awal hingga pencapaian beberapa *milestone* penting dalam penguatan sistem dan teknologi yang digunakan.

Sejak awal pembentukannya, InaEEWS terus dikembangkan untuk meningkatkan kecepatan dan keakuratan deteksi gempa bumi melalui pemanfaatan jaringan sensor seismik yang tersebar di seluruh Indonesia. Tahapan pengembangan ini dibagi menjadi beberapa fase, yang menggambarkan evolusi

sistem baik dari sisi teknologi, kolaborasi, maupun cakupan wilayah operasional. **Fase pertama** menandai fondasi awal sistem EEWs di Indonesia, di mana fokus utama berada pada pembangunan infrastruktur dasar seperti pemasangan sensor seismik, pengembangan sistem pemrosesan data awal, dan integrasi dengan *Seismic Network BMKG*. **Fase kedua** menjadi titik penting dalam pengembangan sistem, karena pada periode ini dilakukan peningkatan signifikan terhadap perangkat keras, algoritma deteksi otomatis, serta kapasitas jaringan komunikasi antarstasiun. **Fase ketiga** merupakan masa penguatan dan modernisasi sistem InaEEWS, di mana BMKG menargetkan transformasi menuju sistem yang lebih cerdas, cepat, dan adaptif. Salah satu pencapaian utama dalam fase ini adalah penerapan algoritma berbasis *machine learning* untuk meningkatkan akurasi estimasi magnitudo dan intensitas guncangan (*Modified Mercalli Intensity/MMI*). Serangkaian *milestone achievement* tersebut menggambarkan komitmen BMKG dalam memperkuat kapasitas nasional di bidang mitigasi bencana gempa bumi.



Gambar 3.18 Long Term Roadmap of InaEEWS

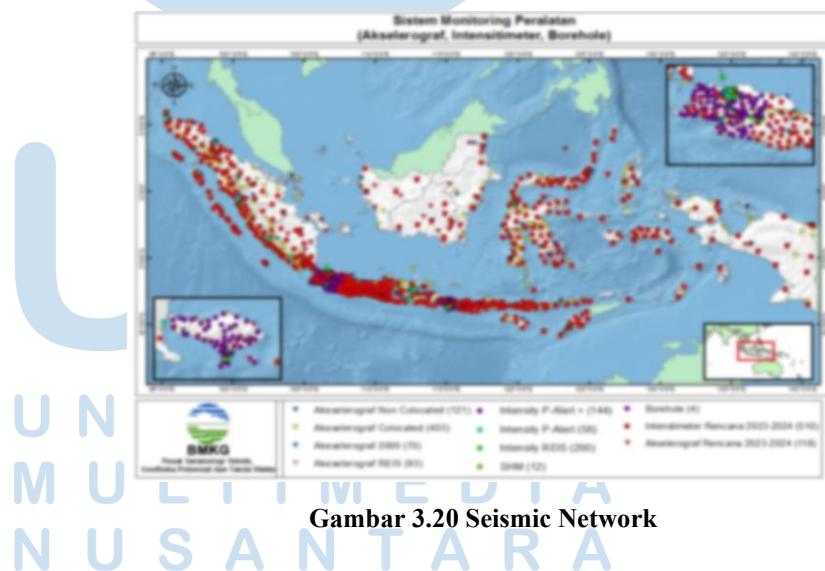
Gambar 3.16 *System Architecture (Planned)* pada *Indonesia Earthquake Early Warning System (InaEEWS)* menggambarkan rancangan sistem terpadu yang terdiri atas jaringan sensor seismik dan akselerograf di seluruh Indonesia yang terhubung dalam satu *Sensor Network Layer* untuk mendeteksi getaran tanah secara real-time, kemudian diteruskan ke *Processing and Computation Layer* yang menggunakan algoritma berbasis kecerdasan buatan untuk menghitung parameter gempa seperti magnitudo, lokasi episenter, dan intensitas (*Modified Mercalli Intensity*), hasilnya kemudian divalidasi di *Decision and Validation Layer* melalui sistem *redundant server* untuk memastikan keakuratan data sebelum disebarluaskan melalui *Dissemination and User Interface Layer* menggunakan berbagai media seperti *Display Warning Cube*, aplikasi seluler, siaran televisi, hingga sistem radio darurat, sehingga seluruh proses mulai dari deteksi hingga penyampaian peringatan dapat berlangsung otomatis.



Gambar 3.19 *System Architecture (planned)*

Gambar 3.17 *Seismic Network of BMKG* menjelaskan jaringan sensor seismik nasional yang menjadi tulang punggung *InaEEWS*, di mana BMKG mengoperasikan

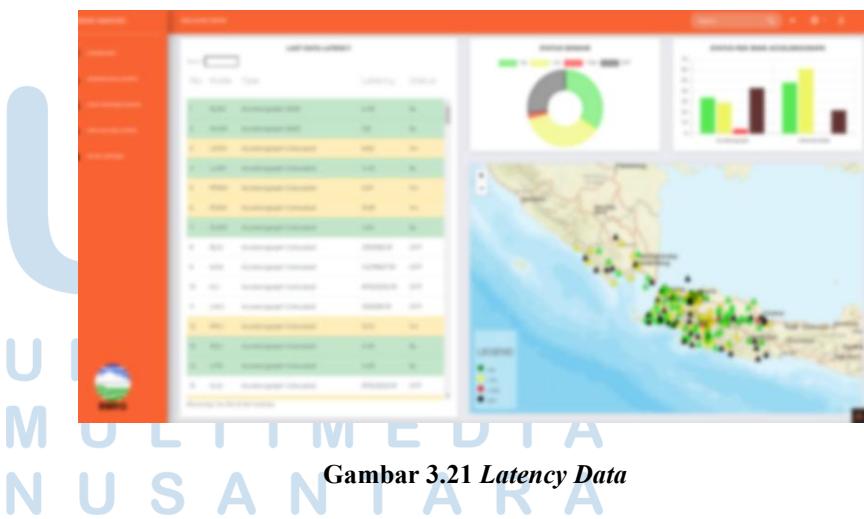
ratusan stasiun pemantauan gempa yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, baik di daratan maupun kepulauan terpencil, dengan fungsi utama mendeteksi getaran seismik secara real-time dan mengirimkan data ke pusat pemrosesan di Jakarta melalui sistem *telemetry* berkecepatan tinggi; setiap stasiun dilengkapi dengan sensor akselerograf, seismograf broadband, serta peralatan pendukung daya dan komunikasi satelit untuk memastikan kontinuitas data bahkan di kondisi geografis ekstrem, sementara koneksi antarstasiun memungkinkan sistem melakukan triangulasi cepat terhadap lokasi episenter dan kedalaman gempa, sehingga BMKG dapat menentukan parameter kejadian dalam hitungan detik yang berguna memperkuat kapasitas monitoring dan meningkatkan akurasi deteksi pada wilayah rawan gempa di Indonesia.



Gambar 3.20 Seismic Network

Gambar 3.18 *Latency Data* menjelaskan pentingnya kecepatan transmisi data dalam sistem *Indonesia Earthquake Early Warning System (InaEEWS)*, di mana waktu tunda (*latency*) antara sensor seismik di lapangan dengan pusat pemrosesan data BMKG menjadi faktor kritis dalam

efektivitas peringatan dini; semakin kecil nilai *latency*, semakin cepat sistem dapat menganalisis dan menyebarkan peringatan ke publik sebelum gelombang utama (*S-wave*) dirasakan. Pada tahap ini, BMKG menampilkan hasil pengukuran *latency* rata-rata dari seluruh jaringan sensor nasional, yang menunjukkan performa sistem komunikasi data melalui jaringan satelit, radio, dan internet dengan waktu tunda rata-rata di bawah 3 detik untuk sebagian besar stasiun aktif. Optimalisasi *latency* dilakukan dengan peningkatan kualitas jaringan *telemetry*, pemeliharaan sistem daya mandiri di setiap stasiun, serta penerapan teknologi *data compression* dan *real-time streaming protocol (RTSP)* untuk mempercepat pengiriman sinyal seismik. Hal ini bertujuan agar proses deteksi, analisis, hingga pengiriman peringatan dapat dilakukan secara otomatis dan efisien dalam waktu kurang dari 10 detik setelah gempa terdeteksi.



Gambar 3.21 *Latency Data*

Pada Gambar 3.19 *Seismic Network Topology for InaEEWS* menampilkan rancangan struktur jaringan seismik nasional yang menjadi tulang punggung dari sistem *Indonesia Earthquake Early Warning System (InaEEWS)*. Topologi ini menggambarkan keterhubungan antara ratusan

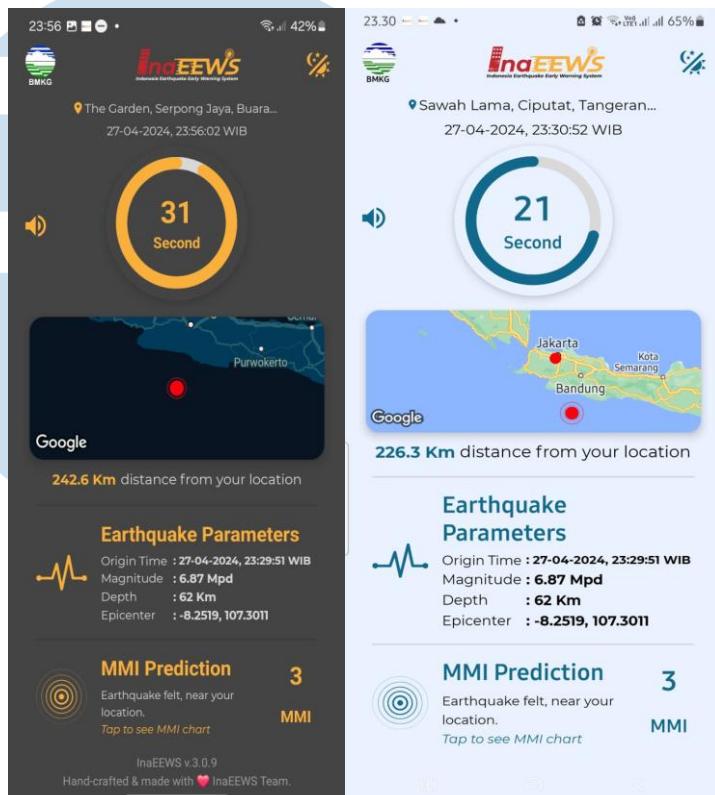
sensor seismik di seluruh Indonesia dengan pusat data utama di BMKG, melalui jalur komunikasi yang mencakup jaringan VSAT, radio, dan internet publik. Sistem ini dirancang dengan arsitektur *multi-hub* yang memungkinkan setiap stasiun pengamatan untuk mengirimkan data secara paralel ke pusat pemrosesan di Jakarta dan server cadangan di wilayah lain guna menjamin keandalan sistem. Implementasi topologi ini merupakan bagian penting dalam memastikan kecepatan dan kontinuitas aliran data real-time dari seluruh wilayah rawan gempa di Indonesia.



Gambar 3.22 Seismic Network Topology

Gambar 3.20 *Dissemination Android Apps* menjelaskan pengembangan aplikasi berbasis Android yang dirancang sebagai sarana utama dalam penyebaran informasi peringatan dini gempa bumi kepada masyarakat. Aplikasi ini merupakan bagian dari sistem *Indonesia Earthquake Early Warning System (InaEEWS)* yang memungkinkan pengguna menerima notifikasi secara *real-time* beberapa detik sebelum guncangan gempa terasa. Melalui aplikasi ini, informasi yang dikirim mencakup lokasi episenter, magnitudo, intensitas perkiraan guncangan (berdasarkan skala MMI), serta saran mitigasi awal bagi pengguna di wilayah terdampak. Selain

berfungsi sebagai alat peringatan dini, aplikasi ini juga menyediakan fitur monitoring aktivitas seismik nasional, peta distribusi gempa terkini, serta rekam data historis untuk kepentingan edukasi publik dan data yang diterima aplikasi berasal langsung dari jaringan seismik BMKG yang terhubung secara otomatis dengan sistem pemrosesan pusat.



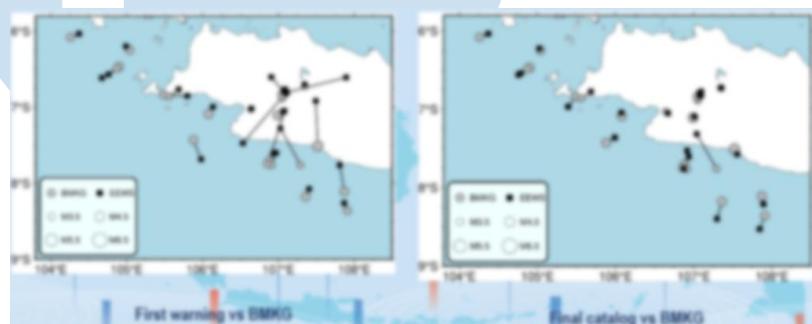
Gambar 3.23 Dissemination android apps

Bagian *Performance Test of InaEEWS Prototype* menjelaskan proses pengujian kinerja sistem prototipe *Indonesia Earthquake Early Warning System (InaEEWS)* yang dilakukan untuk memastikan keandalan sistem dalam memberikan peringatan dini secara cepat, akurat, dan konsisten. Pengujian dilakukan melalui serangkaian simulasi gempa dan analisis performa jaringan, meliputi kecepatan deteksi, waktu transmisi data, hingga ketepatan estimasi parameter gempa seperti magnitudo, lokasi episenter, dan

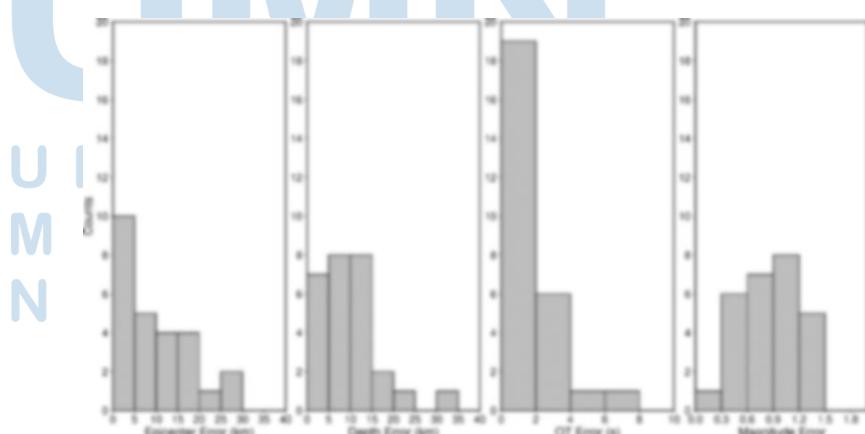
46

intensitas guncangan (MMI).

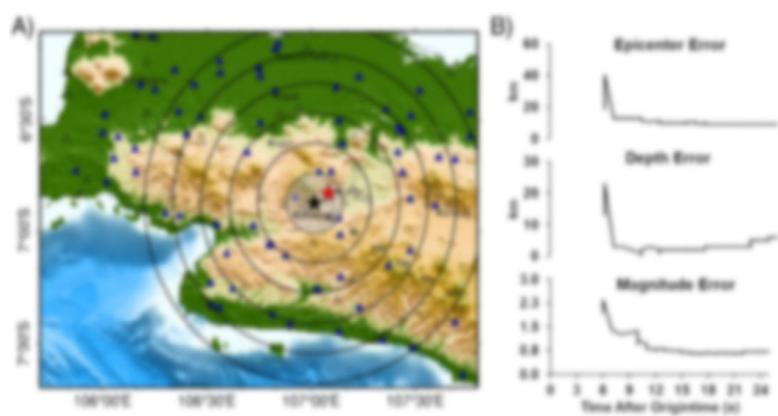
Tahapan uji coba ini juga mencakup verifikasi terhadap sistem diseminasi, di mana hasil peringatan diuji untuk dikirimkan ke berbagai kanal komunikasi seperti *Warning Display Cube*, aplikasi Android, serta sistem peringatan terintegrasi lainnya. Melalui serangkaian uji performa ini, BMKG berupaya memastikan bahwa *InaEEWS* dapat berfungsi optimal di lapangan, mampu mengirimkan peringatan dini dengan cepat, serta memberikan waktu yang cukup bagi masyarakat dan otoritas terkait untuk melakukan langkah mitigasi sebelum guncangan utama dirasakan dan berikut hasil dari tahap ujicoba *InaEEWS*



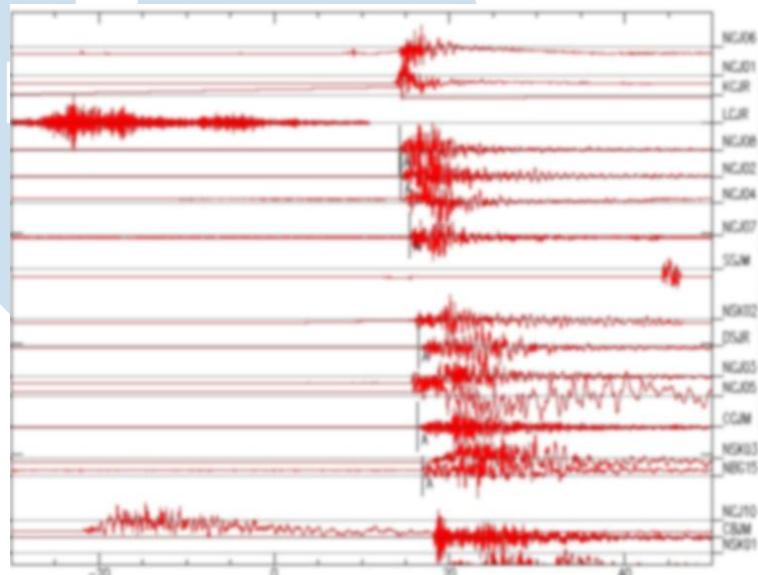
Gambar 3.24 Epicenter comparison



Gambar 3.25 Error Histogram parameter



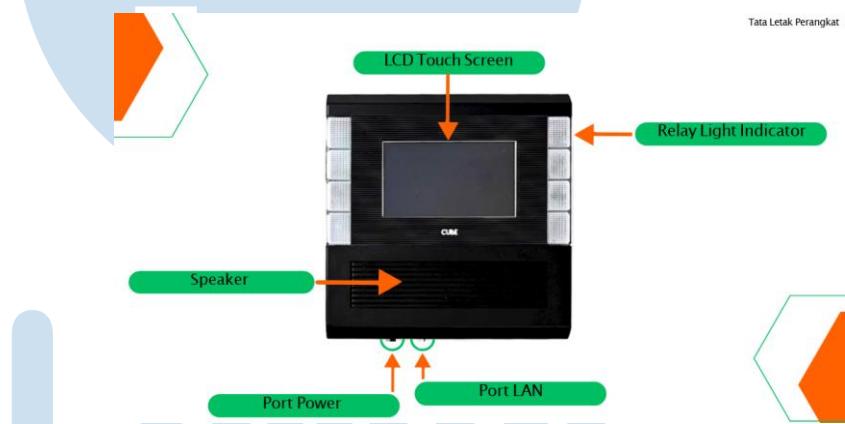
Gambar 3.26 *Test of InaEEWS Cianjur*



Gambar 3.27 *Performance of InaEEWS Cianjur*

Selanjutnya perangkat *Display Warning Cube* (CUBE) merupakan salah satu komponen utama dalam sistem peringatan dini gempa bumi (*Earthquake Early Warning System/EEWS*) yang digunakan oleh BMKG untuk memberikan notifikasi cepat di lokasi tertentu. Alat ini tidak hanya berfungsi sebagai sistem alarm, tetapi juga sebagai *data logger* yang mampu mencatat data kejadian gempa secara langsung di lapangan. CUBE dilengkapi dengan indikator visual, suara, serta teks dinamis melalui layar LED dan speaker internal berukuran 7 inci, sehingga informasi

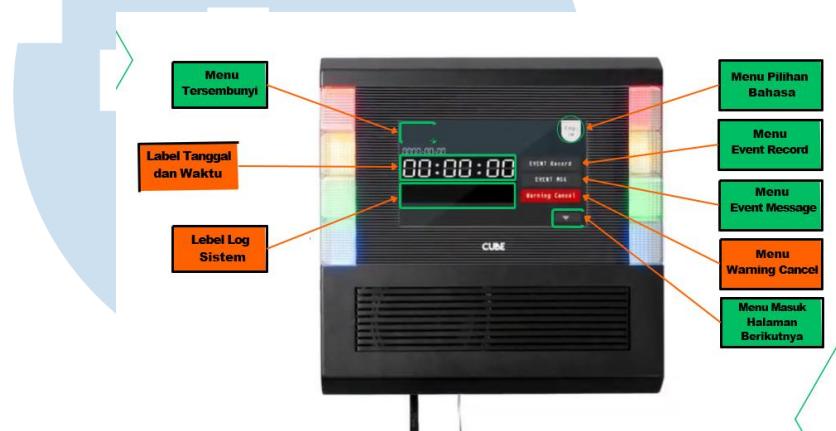
peringatan dapat diterima dengan jelas oleh pengguna di lokasi instalasi. Secara fisik, perangkat CUBE dirancang dengan konsumsi daya rendah dan mudah diinstalasi di berbagai wilayah. Perangkat ini juga dapat terhubung dengan sistem lain seperti **SCADA** (*Supervisory Control and Data Acquisition*), **MES** (*Manufacturing Execution System*), maupun aplikasi berbasis *Modbus* dan *Seedlink* untuk mendukung integrasi data antarjaringan. Dari sisi desain antarmuka, CUBE memiliki tampilan layar sentuh yang intuitif, memudahkan pengguna dalam mengakses menu pengaturan dan informasi peringatan tanpa memerlukan perangkat tambahan.



Gambar 3.28 *Display Warning Cube*

Pada gambar 3.24 tata letak perangkat meliputi beberapa komponen penting seperti port LAN untuk koneksi jaringan, LCD Touch Screen sebagai panel kontrol utama, relay light indicator sebagai indikator visual status peringatan, speaker internal sebagai sumber audio peringatan, serta port power sebagai sumber daya utama perangkat. Penempatan tiap komponen dirancang secara ergonomis untuk memudahkan akses saat perawatan atau pengoperasian.

Selain itu, pada gambar 3.25 antarmuka pengguna pada perangkat ini terdiri dari berbagai menu utama, antara lain menu tersembunyi (hidden menu), menu pilihan bahasa, menu rekaman peringatan (event record), menu pesan kejadian (event message), serta tombol warning cancel untuk membatalkan peringatan. Struktur menu yang sistematis ini membantu operator di lapangan dalam memantau kondisi perangkat dan merespons setiap peringatan dengan cepat serta akurat.



Gambar 3.29 Tampilan Pengguna CUBE

Berlanjut pada Kegiatan yang berfokus pada tahapan pengenalan dan pendataan awal calon pengguna aplikasi Android InaEEWS (*Indonesia Earthquake Early Warning System*), yaitu sistem peringatan dini gempa bumi yang dikembangkan oleh BMKG untuk memberikan notifikasi real-time kepada masyarakat. Proses ini dilakukan sebagai bagian dari pengujian prototipe aplikasi di wilayah uji coba (pilot area) sebelum diluncurkan secara nasional.

Pada tahap awal, dilakukan penyebaran Google Form kepada masyarakat di berbagai wilayah yang menjadi area prototipe, yaitu Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, dan Lampung. Berdasarkan hasil survei yang ditampilkan pada

halaman 4 hingga 10, tercatat sebanyak 1.162 responden mengikuti pendataan ini, dengan 1.153 orang bersedia berpartisipasi, 4 orang tidak bersedia, dan 5 orang batal mengisi formulir. Dari total responden tersebut, 1.129 orang berasal dari area prototipe dan 24 orang dari luar area uji coba. Distribusi wilayah responden menunjukkan partisipasi terbesar dari Jawa Barat (628 orang), diikuti oleh Banten (251 orang), DKI Jakarta (169 orang), dan Lampung (81 orang). Sedangkan responden di luar area prototipe meliputi wilayah Sumatera, Jawa Tengah, Kalimantan, Sulawesi, hingga Maluku.

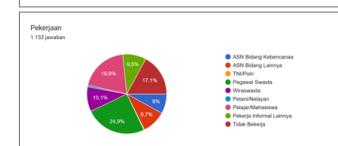
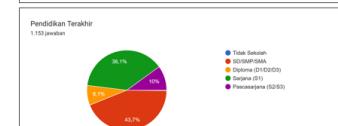
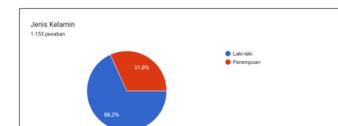
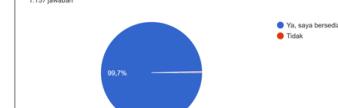
Total responden: 1162 (+324)

Responden yang bersedia
1153 orang

Responden yang tidak bersedia
4 orang

Responden batal mengisi Google Form : 5 orang

Apakah Anda bersedia menjadi responden uji coba aplikasi InaEEWS?
1.157 jawaban



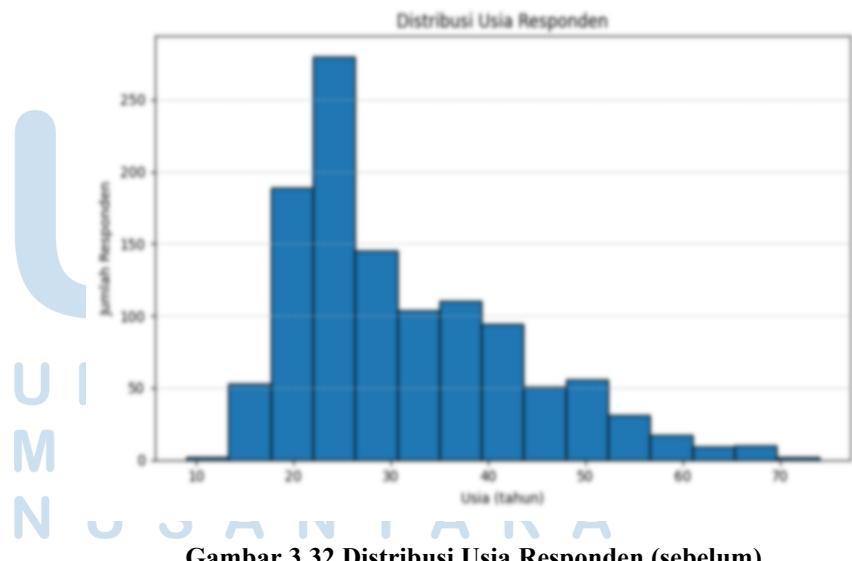
Gambar 3.30 Total Responden



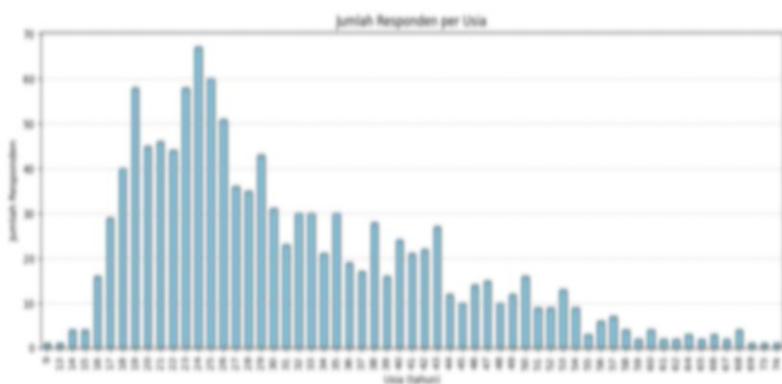
Gambar 3.31 Jumlah Responden per Area

Selain pendataan wilayah, dilakukan pula analisis demografi usia pengguna untuk memastikan kesiapan masyarakat menerima notifikasi peringatan dini berbasis aplikasi. Dari hasil survei tersebut, terdapat 153 orang berusia ≤ 19 tahun, 975 orang berusia antara 20–59 tahun, dan 25 orang berusia ≥ 60 tahun. Setelah proses penyaringan data dilakukan berdasarkan kriteria validitas email, kesesuaian wilayah, serta batas usia minimal pengguna, diperoleh 1.073 responden yang lolos seleksi dan 89 responden dieliminasi karena tidak memenuhi syarat.

Tahapan pendataan ini menjadi langkah penting dalam menilai kesiapan pengguna terhadap aplikasi InaEEWS sekaligus sebagai dasar evaluasi untuk pengembangan fitur, sistem diseminasi, dan efektivitas penyampaian peringatan dini di wilayah rawan gempa.



Gambar 3.32 Distribusi Usia Responden (sebelum)



Gambar 3.33 Distribusi Usia Responden (sesudah)

3.3.1.5 Merancang antarmuka aplikasi InaEEWS dengan melakukan studi komparatif terhadap sistem (EEWS) dari lima negara maju

Pada tahap ini dilakukan kegiatan studi komparatif terhadap sistem *Earthquake Early Warning System* (EEWS) dari lima negara maju, yaitu Kanada, Jepang, Istanbul, Meksiko, dan Korea Selatan. Tahap merancang ini dilakukan untuk mempelajari arsitektur, fitur unggulan, serta pendekatan antarmuka pengguna (*user interface*) dari masing-masing sistem. Hasil eksplorasi digunakan sebagai bahan dasar dalam merancang konsep visual dan fitur aplikasi InaEEWS milik BMKG. Namun, pada tahap implementasi ditemukan bahwa jadwal kerja proyek ini tertukar dengan proyek selanjutnya (3.3.1.6), sehingga eksplorasi fitur unggulan dari masing-masing negara dilakukan terlebih dahulu sebelum proses desain antarmuka dimulai.

Sistem *Earthquake Early Warning System* (EEWS) di Kanada yang dikembangkan oleh *Natural Resources Canada* (NRCan) merupakan salah satu sistem peringatan dini gempa paling maju di kawasan Amerika Utara, yang

dirancang untuk mendeteksi gelombang seismik awal (P-wave) secara cepat menggunakan jaringan sensor berpresisi tinggi yang tersebar di seluruh wilayah rawan gempa di Kanada bagian barat, seperti British Columbia. Begitu sensor mendeteksi adanya aktivitas seismik, sistem akan secara otomatis menghitung lokasi episentrum, kedalaman, magnitudo, serta waktu kedatangan gelombang sekunder (S-wave) yang berpotensi menyebabkan guncangan kuat. Hasil analisis tersebut kemudian diolah oleh pusat pemrosesan data NRCan dan diteruskan ke jaringan komunikasi *nasional Alert Ready*, sebuah platform terintegrasi yang berfungsi menyebarkan peringatan ke publik melalui berbagai kanal seperti siaran televisi, radio, aplikasi seluler, hingga sistem peringatan publik otomatis di kawasan berisiko tinggi.



Gambar 3.34 Natural Resources Canada (NRCan)

Pada Gambar 3.30 tersebut menampilkan peta aktivitas seismik real-time, riwayat gempa terkini, dokumentasi sistem, serta panduan edukatif bagi masyarakat untuk meningkatkan kesiapsiagaan bencana. Dari segi arsitektur, sistem EEWS Kanada memprioritaskan akurasi, latensi

rendah, dan integrasi lintas platform, termasuk kemampuan untuk menghubungkan sistem deteksi gempa dengan layanan infrastruktur penting seperti transportasi publik dan fasilitas energi.

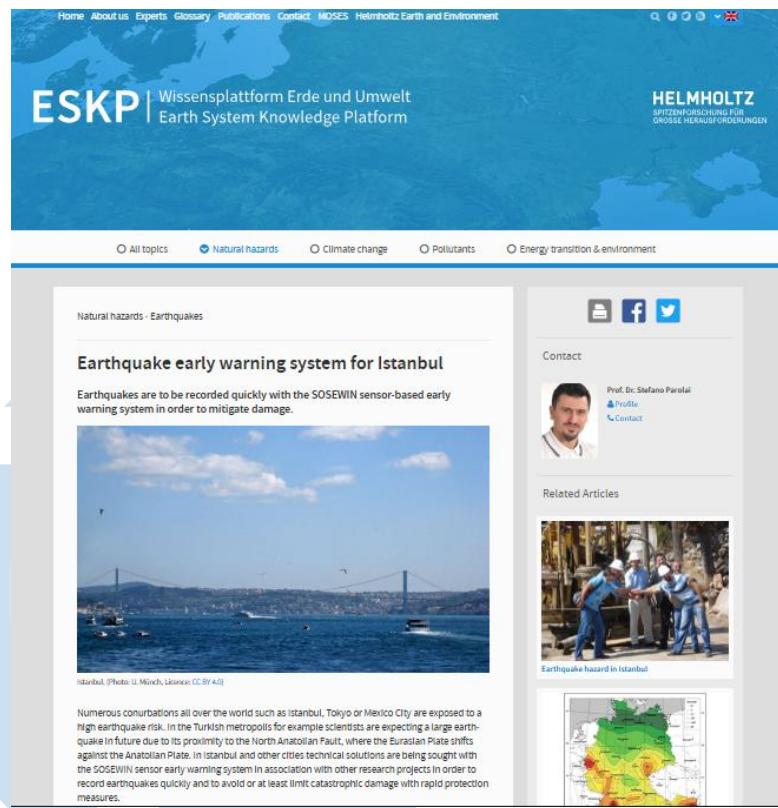
Sistem *Earthquake Early Warning System* (EEWS) di Jepang yang dikembangkan oleh *Japan Meteorological Agency* (JMA) merupakan salah satu sistem peringatan dini gempa paling canggih dan paling stabil di dunia, dengan keandalan tinggi yang telah dioperasikan secara nasional sejak tahun 2007. Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan lebih dari 1.000 sensor seismik dan akselerometer yang tersebar di seluruh wilayah Jepang, terhubung melalui jaringan observasi seismik nasional K-NET dan KiK-net, yang memungkinkan deteksi cepat terhadap gelombang primer (P-wave) hanya dalam hitungan detik setelah gempa terjadi. Data yang diterima kemudian diproses oleh server pusat JMA menggunakan algoritma berkecepatan tinggi untuk memperkirakan parameter gempa seperti lokasi episentrum, kedalaman, dan magnitudo, serta memprediksi intensitas getaran (MMI) di berbagai wilayah sebelum gelombang sekunder (S-wave) tiba.



Gambar 3.35 Japan Meteorological Agency (JMA)

Sistem ini juga terintegrasi dengan platform diseminasi nasional, yang mengirimkan peringatan secara otomatis melalui siaran televisi, radio, aplikasi seluler, dan sistem notifikasi publik (*Public Address Systems*) di berbagai kota besar. Antarmuka web JMA menonjol karena tampilan visualisasi data yang sangat terstruktur dan informatif, menampilkan intensitas guncangan per wilayah berdasarkan skala *Japan Seismic Intensity Scale (Shindo)* yang lebih detail dibandingkan skala MMI.

Sistem *Earthquake Early Warning System* (EEWS) di Istanbul merupakan bagian dari inisiatif mitigasi bencana seismik yang dikembangkan oleh *Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute* (KOERI) bersama pemerintah daerah Istanbul. Sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan cepat terhadap gempa bumi besar yang berpotensi terjadi di sepanjang *North Anatolian Fault Zone* (NAFZ)



Gambar 3.36 Kandilli Observatory and Earthquake Research

Institute (KOERI)

Fitur utama sistem ini adalah integrasi langsung dengan infrastruktur vital kota, seperti pemberhentian otomatis transportasi publik (kereta bawah tanah, trem), sistem pasokan gas, dan jaringan listrik, guna meminimalkan risiko sekunder seperti kebakaran atau kecelakaan pasca-gempa. Selain itu, sistem juga terhubung dengan pusat krisis kota Istanbul, memungkinkan otoritas untuk segera menilai dampak awal dan mengoordinasikan respons darurat. Antarmuka pemantauan sistem EEWs Istanbul menampilkan peta digital interaktif yang memperlihatkan lokasi sensor, status aktivitas seismik, dan intensitas getaran secara waktu nyata. Tersedia pula dashboard operasional untuk para peneliti yang menampilkan latensi data, keandalan sensor, dan rekaman riwayat aktivitas seismik. Sistem ini juga terus

dikembangkan dengan dukungan dari *Deutsches Geo Forschungs Zentrum* (GFZ) Potsdam, yang membantu dalam pengembangan algoritma prediksi intensitas dan sistem diseminasi cepat.

Servicio Sismológico Nacional (SSN) dan sistem *Earthquake Early Warning System (EEWS)* di negara meksiko telah dikembangkan dan dioperasikan oleh *Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)* sebagai bagian dari jaringan nasional pemantauan gempa bumi. Sistem ini dikenal dengan nama SASMEX (*Sistema de Alerta Sísmica Mexicano*) dan merupakan salah satu sistem peringatan dini gempa tertua di dunia yang telah beroperasi sejak awal tahun 1990-an.

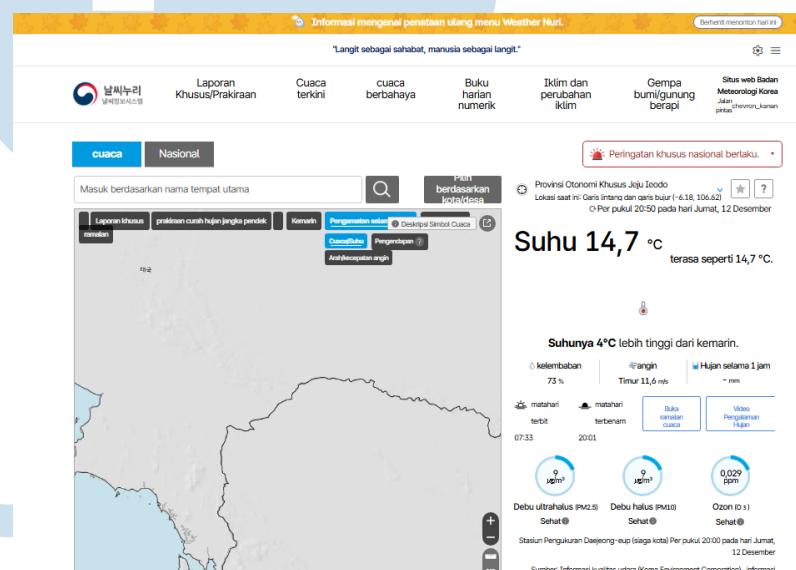


Gambar 3.37 Mexico Servicio Sismológico Nacional (MSSN)

Keunggulan utama dari sistem EEWS Meksiko adalah kecepatan transmisi peringatan yang dapat memberikan waktu evakuasi antara 20 hingga 60 detik sebelum gelombang sekunder (*S-wave*) mencapai area padat penduduk seperti Mexico City. Selain itu, SASMEX juga terintegrasi dengan sistem komunikasi darurat nasional dan telah diuji keandalannya dalam beberapa peristiwa besar

Sistem *Earthquake Early Warning System (EEWS)*

di bawah pengelolaan *Korea Meteorological Administration* (KMA) merupakan bagian dari *Korean Earthquake Information System*, yang berfungsi memberikan deteksi cepat, analisis, dan penyebaran peringatan dini kepada masyarakat serta lembaga terkait di seluruh negeri. EEWs Korea bekerja dengan jaringan sensor seismik nasional yang tersebar di seluruh semenanjung Korea dan pulau-pulau sekitarnya. Begitu terjadi gempa, sensor-sensor tersebut secara otomatis mengirimkan sinyal ke pusat pemrosesan KMA yang akan melakukan analisis terhadap parameter gempa seperti magnitudo, kedalaman, dan lokasi episentrum dalam hitungan detik.



Gambar 3.38 Korea Meteorological Administration (KMA)

Kelebihan dari sistem ini adalah integrasi multi-platform dan kecepatan reaksi tinggi, yang memungkinkan publik menerima informasi hanya dalam waktu 5 hingga 10 detik setelah gempa terdeteksi di wilayah sumber. Selain itu, KMA juga menyediakan dashboard interaktif di laman web resminya, menampilkan peta aktivitas seismik real-time, sejarah kejadian gempa, dan grafik distribusi intensitas (*shaking map*) yang diperbarui setiap beberapa menit.

3.3.1.6 Proses pencatatan fitur unggulan dari masing-masing negara serta penyusunan analisis perbandingan

Pada tahap ini dilakukan proses pendalaman terhadap hasil studi komparatif sistem *Earthquake Early Warning System (EEWS)* dari lima negara, yaitu Kanada, Jepang, Istanbul, Meksiko, dan Korea Selatan. Kegiatan ini merupakan tindak lanjut dari tahap sebelumnya yang berfokus pada eksplorasi fitur dan arsitektur sistem. Tujuannya adalah untuk mencatat keunggulan dari setiap sistem serta melakukan analisis perbandingan secara menyeluruh yang mencakup aspek fungsionalitas, tampilan antarmuka, metode diseminasi informasi, serta kecepatan dan ketepatan sistem dalam memberikan peringatan dini. Dalam pelaksanaannya, dilakukan pengamatan lebih mendalam terhadap struktur sistem dan alur kerja yang diterapkan di masing-masing negara. Kanada melalui NRCan menonjol dengan stabilitas jaringan sensornya dan sistem diseminasi otomatis berbasis regional alert. Jepang melalui JMA memiliki sistem paling matang dengan integrasi sensor berkecepatan tinggi serta koneksi langsung ke sistem publik transportasi. Istanbul menampilkan sistem EEWS yang efektif di wilayah perkotaan padat dengan fokus pada infrastruktur bangunan. Meksiko dengan SSN menonjol pada sistem sirene publik dan cakupan wilayah luas, sementara Korea Selatan melalui KMA menampilkan pendekatan yang kuat dalam hal edukasi publik serta integrasi notifikasi ke perangkat seluler nasional.



Gambar 3.39 Proses pengumpulan data EEWS 5 negara

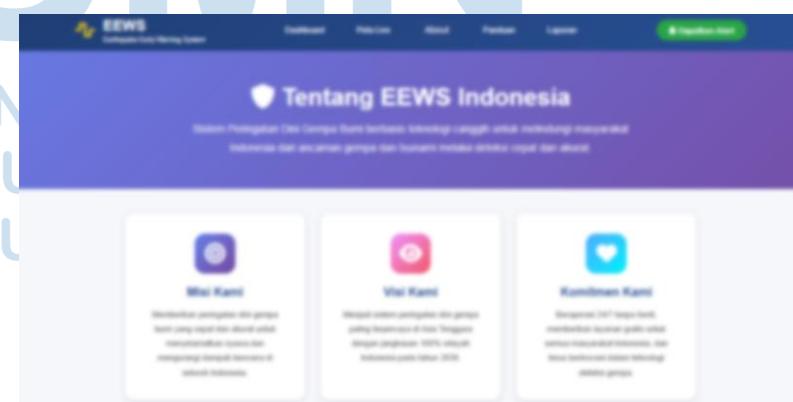
Seluruh hasil pengamatan kemudian disusun dalam bentuk catatan analisis, yang menjadi acuan bagi tim EEWS BMKG dalam menentukan fitur yang paling relevan untuk diadaptasi pada sistem InaEEWS. Beberapa poin penting yang dicatat meliputi efektivitas sistem notifikasi, kemudahan akses data oleh publik, serta desain visual dashboard yang informatif namun tetap sederhana. Hasil analisis tersebut kemudian dipresentasikan kepada supervisor dan tim teknis BMKG untuk mendapatkan masukan lanjutan serta validasi terhadap fitur-fitur yang potensial untuk diimplementasikan pada sistem InaEEWS versi Indonesia.

3.3.1.7 Melakukan pengerjaan tugas visualisasi pada halaman EEWS About dan EEWS Dashboard

Pada tahap ini, dilakukan proses pembuatan rancangan visualisasi halaman *About* dan *Dashboard* untuk situs resmi *Earthquake Early Warning System (EEWS)* milik BMKG. Pekerjaan ini merupakan hasil kolaborasi antara tiga posisi magang, yaitu Business Analyst, Frontend Developer, dan Backend Developer, yang bersama-sama

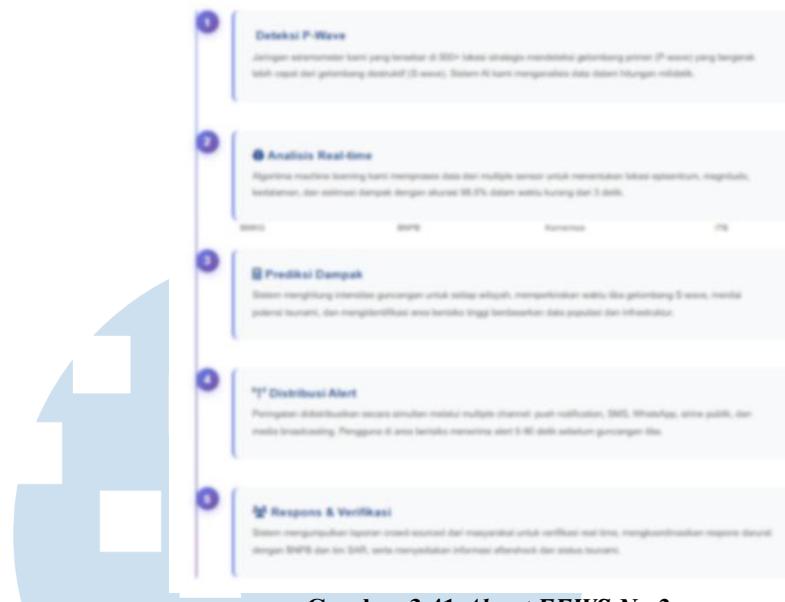
bertanggung jawab dalam merancang tampilan, alur data, dan integrasi antarmuka dari sistem InaEEWS yang akan dikembangkan menjadi situs resmi BMKG di masa mendatang. Proses dimulai dengan analisis kebutuhan informasi dari pengguna dan identifikasi elemen penting yang harus ditampilkan pada halaman *About EEWs* dan *EEWS Dashboard*.

Pada halaman “*About EEWs*”, rancangan difokuskan untuk memberikan pemahaman menyeluruh mengenai sistem *Earthquake Early Warning System* itu sendiri. Struktur kontennya dimulai dengan pengantar tentang definisi dan konsep dasar EEWs, dilanjutkan dengan penjabaran visi dan misi pengembangan EEWs oleh BMKG, serta tujuan utama sistem dalam mendeteksi gempa secara cepat, memberikan peringatan dini, dan mendukung upaya mitigasi bencana. Selain itu, ditampilkan pula informasi mengenai fungsi utama EEWs, yang mencakup proses deteksi gelombang P (primer), analisis data seismik secara otomatis, hingga penyampaian informasi peringatan melalui *Display Warning Cube* dan kanal diseminasi resmi BMKG.



Gambar 3.40 *About EEWs No 1*

④ Cara Kerja Sistem EEWs



Gambar 3.41 About EEWs No 2

⑤ Teknologi yang Kami Gunakan

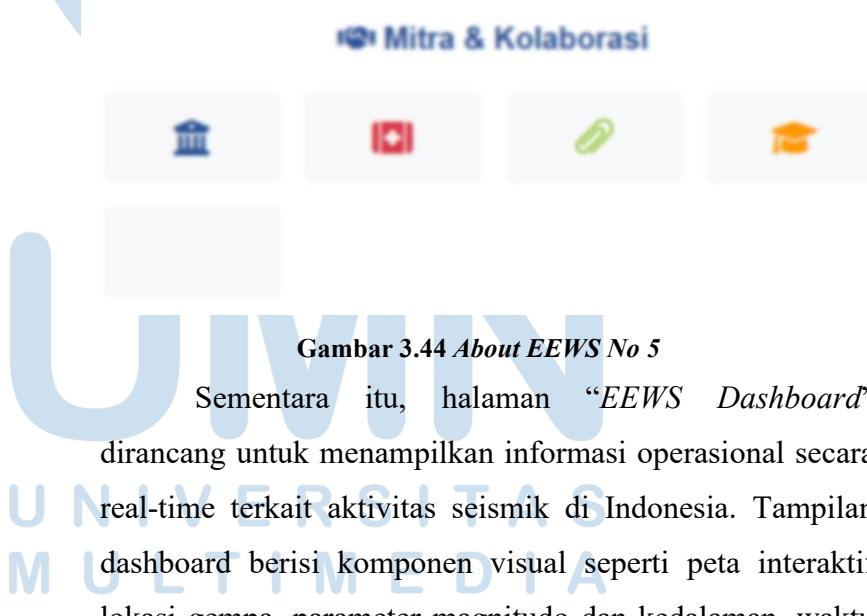


Gambar 3.42 About EEWs No 3

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

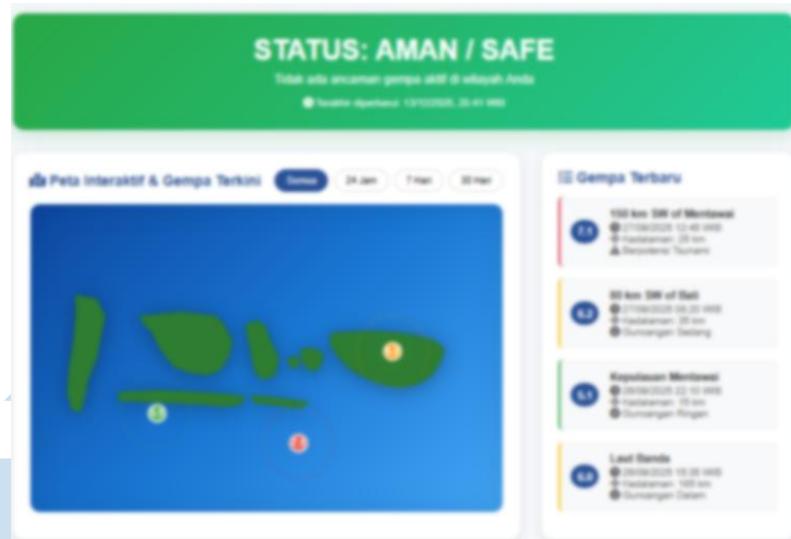


Gambar 3.43 About EEWS No 4



Gambar 3.44 About EEWS No 5

Sementara itu, halaman “EEWS Dashboard” dirancang untuk menampilkan informasi operasional secara real-time terkait aktivitas seismik di Indonesia. Tampilan dashboard berisi komponen visual seperti peta interaktif lokasi gempa, parameter magnitudo dan kedalaman, waktu kejadian, serta indikator status jaringan sensor aktif. Setiap bagian dirancang agar mudah dibaca dan diakses, menggunakan kombinasi grafik, warna status, serta *data card layout* yang rapi.



Gambar 3.45 Dashboard EEWs No 1

Waktu	Lokasi	Magnitudo	Kedalaman	Intensitas	Status
21/06/2025 12:45	150 km SW of Mentawai	3.3	25 km	VI	✓ Aman
21/06/2025 08:29	80 km SW of Bali	3.7	25 km	VI	⚠ Guncangan Derasakan
24/06/2025 22:10	Kepulauan Mentawai	3.1	15 km	V	✓ Aman
24/06/2025 15:35	Laut Banda	3.7	105 km	V	⚠ Guncangan Dalam
25/06/2025 10:22	Selat Sunda	3.7	42 km	VI	✓ Aman

Gambar 3.46 Dashboard EEWs No 2



Gambar 3.47 Dashboard EEWs No 3

3.3.1.8 Melakukan pengerajan visualisasi dan pengujian fungsionalitas pada halaman EEWs Laporan dan EEWs live map

Pada tahap ini dilakukan proses perancangan visual serta pengujian fungsionalitas awal untuk dua komponen penting dalam sistem *Earthquake Early Warning System*

(EEWS) BMKG, yaitu halaman EEWS Laporan dan EEWS Live Map.

Pada halaman EEWS Laporan, rancangan difokuskan untuk menampilkan data rekapitulasi kejadian gempa yang terrekam dalam sistem secara terstruktur dan mudah dipahami. Tampilan ini mencakup informasi penting seperti waktu kejadian, lokasi episentrum (lintang dan bujur), kedalaman, magnitudo, serta status peringatan yang dihasilkan sistem. Setiap data laporan juga disertai informasi estimasi tingkat guncangan (Modified Mercalli Intensity / MMI) yang menggambarkan dampak gempa di permukaan bumi.

Laporkan Pengalaman Gempa Anda
Laporan Anda membantu meningkatkan akurasi data dan respons darurat

♥ Kontribusi Anda Berharga!

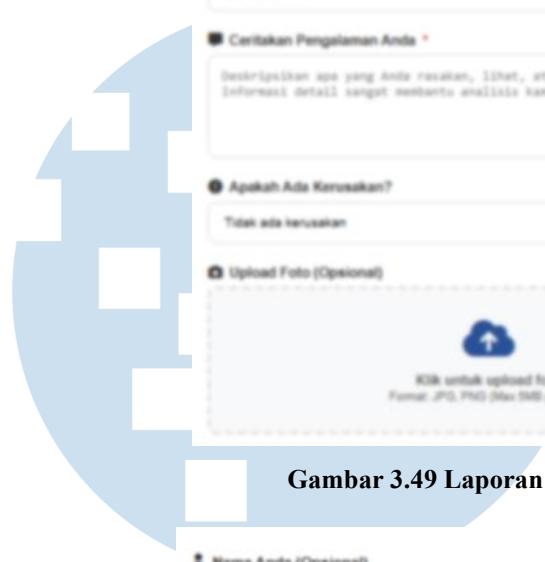
12,847 Laporan Online 98.5% Tingkat Akurasi 4,392 Kontributor Aktif

Saya Merasakan Lapor Kerasakan Kondisi Aman

Seberapa Kuat Guncangan yang Anda Rasakan? *

I Tidak Terasa	II Sangat Lemah	III Lemah	IV Sedang
V Cukup Kuat	VI Kuat	VII Sangat Kuat	VIII+ Merusak

Gambar 3.48 Laporan EEWS No 1



■ Tanggal & Waktu Kejadian
12/13/2025 23:12:27

● Masukkan tanggal dan waktu saat Anda merasakan gempa

● Lokasi Anda
Jakarta Pusat, DKI Jakarta
-6.2000, 106.8400

● Di Mana Anda Berada Saat Gempa?
Pilih lokasi...

● Ceritakan Pengalaman Anda
Deskripsikan apa yang Anda rasakan, lihat, atau alami selama gempa. Informasi detail sangat membantu analisis kami...

● Apakah Ada Kerusakan?
Tidak ada kerusakan

● Upload Foto (Opsiional)
Klik untuk upload foto
Format: .JPG, .PNG (Max 1MB per foto)

Gambar 3.49 Laporan EEWS No 2

● Nama Anda (Opsiional)
Nama Anda atau 'Anonim'

● Email (Opsiional)
email@example.com

Kirim Laporan

■ Privasi Anda terjaga. Data hanya digunakan untuk analisis seismik.

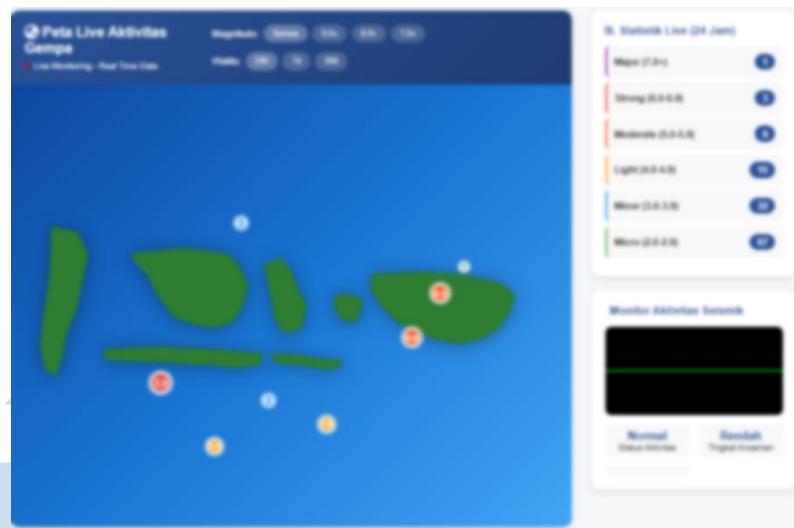
Gambar 3.50 Laporan EEWS No 3

U
N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A



Gambar 3.51 Laporan EEWS No 4

Sementara itu, pada halaman *EEWS Live Map*, rancangan difokuskan untuk memberikan gambaran real-time aktivitas seismik di seluruh Indonesia melalui peta interaktif berbasis data sensor. Peta ini menampilkan titik lokasi sensor aktif BMKG yang tersebar dari barat hingga timur Indonesia. Setiap sensor digambarkan dalam bentuk marker berwarna yang akan berubah sesuai dengan tingkat aktivitas seismik. Ketika sebuah gempa terdeteksi, sistem menampilkan marker kejadian gempa beserta informasi detail seperti waktu, magnitudo, lokasi, dan tingkat MMI. Selain itu, ditampilkan juga radius estimasi guncangan menggunakan gradasi warna, sehingga pengguna dapat dengan cepat memvisualisasikan area terdampak.



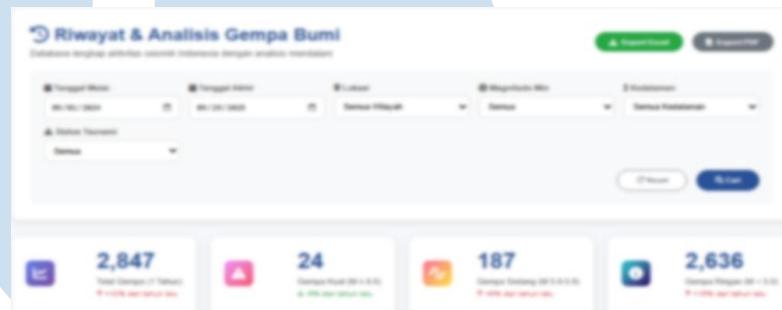
Gambar 3.52 Live Map EEWs No 1

Proses pengujian fungsionalitas dilakukan bersama tim frontend dengan melakukan simulasi *live update* data dari server dummy, untuk memastikan perubahan posisi titik sensor dan pembaruan data gempa muncul secara otomatis tanpa perlu *refresh* manual. Pengujian juga mencakup uji kompatibilitas antarmuka agar tetap stabil ketika diakses melalui berbagai ukuran layar (desktop, tablet, dan mobile).

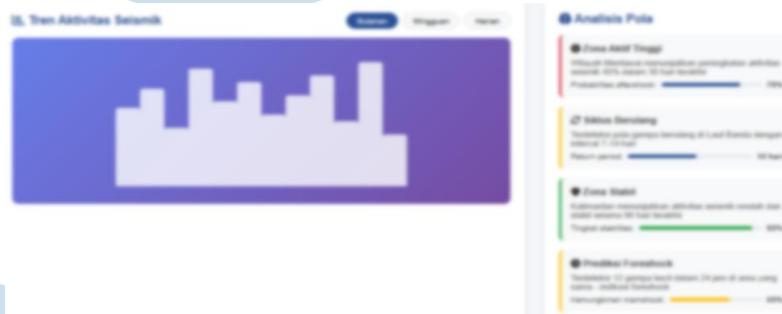
3.3.1.9 Membuat visualisasi review halaman EEWs Riwayat yang menampilkan daftar lengkap kejadian gempa sebelumnya.

Pada tahap ini dilakukan proses perancangan dan visualisasi halaman “EEWS Riwayat”, yang berfungsi sebagai pusat informasi untuk menampilkan daftar kejadian gempa bumi yang telah terjadi dan terrekam oleh sistem *Earthquake Early Warning System (EEWS)* BMKG. Fokus utama dari halaman ini adalah penyajian data historis gempa bumi secara kronologis, informatif, dan mudah dipahami oleh pengguna, baik bagi tim internal BMKG maupun masyarakat umum. Setiap entri data pada tampilan “EEWS

Riwayat” memuat informasi penting seperti tanggal dan waktu kejadian gempa, lokasi episentrum (lintang dan bujur), kedalaman pusat gempa, magnitudo, tingkat MMI (Modified Mercalli Intensity), serta status peringatan yang dikeluarkan sistem. Untuk membantu pengguna melakukan analisis cepat, ditambahkan pula fitur pencarian (search bar) dan filterisasi berdasarkan wilayah, magnitudo, dan periode waktu tertentu, sehingga data historis dapat ditampilkan sesuai kebutuhan.



Gambar 3.47 Riwayat EEWs No 1



Gambar 3.53 Riwayat EEWs No 2

Laporan Cepat Peringatan Dini								Diperbarui 1.15 dari 1.047.000	
No.	Waktu	Lokasi	Magnitudo	Kedalaman	Intensitas	Status	Aksi	Download	Print
27980005 12.05	100 km SW Merapi	2.14, 99.85	6.0	20 km	VI MM	Adem	Pesan	Download	Print
27980005 08.29	80 km SW Salatiga	2.05, 115.15	6.0	20 km	VI MM	Guncangan Diderita	Pesan	Download	Print
27980005 22.10	Merakau Merapi	2.06, 99.35	6.0	10 km	VI MM	Aman	Pesan	Download	Print
27980005 10.29	Laut Sunda	0.12, 127.45	6.0	100 km	VI MM	Guncangan Diderita	Pesan	Download	Print
27980005 18.01	Selat Sunda	0.05, 105.45	6.0	10 km	VI MM	Aman	Pesan	Download	Print

Gambar 3.54 Riwayat EEWs No 3

3.3.2 Kendala yang Ditemukan

Selama pelaksanaan magang di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), ditemukan beberapa kendala yang dihadapi dalam proses pelaksanaan kegiatan, baik dari sisi teknis maupun koordinasi, antara lain sebagai berikut:

- 1) Spesifikasi perangkat instansi yang tidak sepenuhnya mendukung aplikasi desain dan simulasi yang cukup berat, sehingga proses render atau visualisasi berjalan lebih lambat dari perkiraan.
- 2) Adanya kegiatan internal BMKG seperti rapat, pelatihan, dan pembaruan sistem para supervisor yang menyebabkan penyesuaian jadwal pengerjaan proyek serta pengumpulan hasil yang harus disesuaikan dengan agenda anak magang.

3.3.3 Solusi atas Kendala yang Ditemukan

Untuk mengatasi kendala yang muncul selama pelaksanaan magang, dilakukan beberapa langkah penyelesaian agar kegiatan tetap berjalan dengan efektif dan sesuai target, yaitu:

- 1) Untuk mengatasi keterbatasan perangkat, dilakukan penyesuaian dengan menggunakan aplikasi versi ringan serta memanfaatkan perangkat pribadi yang memiliki spesifikasi lebih tinggi agar proses desain dan simulasi dapat berjalan lancar tanpa menghambat waktu pengerjaan.
- 2) Menyesuaikan dengan agenda internal BMKG seperti rapat dan pelatihan, dilakukan pengaturan ulang jadwal proyek serta koordinasi rutin dengan supervisor melalui pesan daring atau pertemuan singkat agar progres pekerjaan tetap terpantau dan sesuai dengan target waktu yang telah ditentukan.