

## PERANCANGAN SISTEM PERINGATAN DINI BENCANA BERBASIS WEBSITE TERINTEGRASI BMKG DAN NOTIFIKASI WHATSAPP

I Wayan Nuarta, I Putu Astya Prayudha✉, Ni Gusti Ayu Putu Harry Saptarini,  
Gde Brahupadhy Subiksa

Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Bali, Badung, Indonesia  
Email: [astyaprayudha@pnb.ac.id](mailto:astyaprayudha@pnb.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol10No1.pp7-17>

### ABSTRACT

Indonesia has a high level of disaster risk due to its geological conditions. Although the BMKG has provided early warning information, its dissemination has not been fully received by the public in a timely manner. Meanwhile, the widespread use of WhatsApp in Indonesia offers an opportunity to utilize it as a medium for delivering disaster-related information. This study aims to design a website-based disaster early warning system integrated with BMKG data and WhatsApp notifications based on provincial regions. The system was developed using the Waterfall method with PHP, MySQL, and a WhatsApp gateway service, utilizing earthquake and weather data that are updated automatically. The results indicate that the system operates according to functional requirements. WhatsApp notifications were successfully delivered with a 95% success rate and an average delivery time of 2.6 seconds. Black Box testing showed 100% valid results, while the System Usability Scale evaluation achieved a score of 82.5, indicating a very good level of usability.

**Keyword:** Early Warning System, BMKG, Disaster Notification, Website, Disaster Mitigation.

### ABSTRAK

Indonesia memiliki tingkat kerawanan bencana yang tinggi karena kondisi geologisnya. Meskipun BMKG telah menyediakan informasi peringatan dini, penyebarannya belum sepenuhnya menjangkau masyarakat secara cepat. Di sisi lain, tingginya penggunaan WhatsApp di Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai media penyampaian informasi kebencanaan. Penelitian ini bertujuan merancang sistem peringatan dini bencana berbasis website yang terintegrasi dengan data BMKG dan notifikasi WhatsApp berdasarkan wilayah provinsi. Sistem dikembangkan menggunakan metode Waterfall dengan PHP, MySQL, dan layanan gateway WhatsApp, serta memanfaatkan data gempa dan cuaca yang diperbarui secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan sistem dapat berjalan sesuai kebutuhan. Notifikasi WhatsApp berhasil dikirim dengan tingkat keberhasilan 95% dan rata-rata waktu 2,6 detik. Pengujian Black Box memperoleh hasil 100% valid, sedangkan uji System Usability Scale menghasilkan skor 82,5 yang termasuk kategori sangat baik.

**Kata Kunci:** Sistem Peringatan Dini, BMKG, Notifikasi Bencana, Website, Mitigasi Bencana.

### PENDAHULUAN

Kepulauan Indonesia secara geografis membentang di sepanjang garis khatulistiwa dan berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Posisi geodinamis ini menempatkan Indonesia sebagai salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik tertinggi di dunia. Selain itu, keberadaan 127 gunung api aktif yang tersebar dari Sabang hingga Merauke menjadikan Indonesia sebagai bagian integral dari Pacific Ring of Fire atau Cincin Api Pasifik (Sulistyaningrum & Nurrohmah, 2025).

Data statistik kebencanaan yang dirilis oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan tren peningkatan kejadian bencana dari

tahun ke tahun. Sepanjang periode 2019 hingga 2023, tercatat lebih dari 12.000 kejadian bencana dengan dominasi bencana hidrometeorologi seperti banjir, tanah longsor, dan puting beliung. Gempa bumi tektonik juga menjadi ancaman serius dengan rata-rata lebih dari 6.000 kejadian per tahun yang terdeteksi oleh jaringan seismograf Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2023).

Pengurangan risiko bencana atau Disaster Risk Reduction (DRR) merupakan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengurangi risiko yang ditimbulkan oleh bencana alam. Pengurangan Risiko Bencana (Disaster Risk Reduction/DRR) merupakan pendekatan yang berbeda dari manajemen bencana konvensional, karena tidak hanya berfokus



pada kesiapsiagaan dan penanganan saat bencana terjadi, tetapi juga menitikberatkan pada upaya antisipasi terhadap dampak di masa mendatang serta pengurangan risiko yang mungkin timbul. DRR dirancang dengan pendekatan yang bersifat pencegahan dan menyeluruh, dengan memperhatikan faktor-faktor utama seperti tingkat kerentanan. Selain itu, pendekatan ini terbukti lebih efisien dari segi biaya dibandingkan dengan metode penanganan darurat yang bersifat reaktif (Dimitrova & Snair, 2024). Salah satu komponen krusial dalam manajemen risiko bencana adalah sistem peringatan dini atau Early Warning System (EWS) yang efektif. Menurut United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), sistem peringatan dini yang komprehensif harus mencakup empat elemen fundamental, yaitu: pemahaman terhadap risiko, pemantauan dan layanan peringatan, diseminasi dan komunikasi, serta kapabilitas respons (UNDRR, 2022).

BMKG sebagai lembaga teknis pemerintah memiliki mandat dalam pemantauan dan penyediaan informasi kebencanaan terkait gempa bumi, tsunami, dan fenomena cuaca ekstrem. Dalam era transformasi digital, BMKG telah mengembangkan berbagai kanal diseminasi informasi termasuk website, aplikasi mobile, dan Application Programming Interface (API) publik yang dapat diakses oleh pengembang pihak ketiga melalui portal data (BMKG, 2024).

Meskipun BMKG telah menyediakan berbagai platform diseminasi, masih terdapat kesenjangan antara ketersediaan informasi dengan penerimaan informasi oleh masyarakat. Survei yang dilakukan oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) mengindikasikan bahwa sebagian besar masyarakat Indonesia belum memiliki akses yang memadai terhadap informasi peringatan dini bencana. Faktor-faktor yang berkontribusi meliputi keterbatasan infrastruktur telekomunikasi, rendahnya literasi digital, serta kurangnya sistem push notification yang proaktif (Hidayati & Setyowati, 2021).

Di sisi lain, penetrasi penggunaan aplikasi pesan instan WhatsApp di Indonesia menunjukkan angka yang sangat signifikan. Berdasarkan data We Are Social dan Hootsuite, pengguna aktif WhatsApp di Indonesia mencapai lebih dari 112 juta pada tahun 2023, menjadikannya sebagai aplikasi pesan instan dengan jumlah pengguna terbesar di Indonesia. Tingkat penetrasi mencapai 90,9% dari total pengguna internet Indonesia. Karakteristik WhatsApp yang bersifat personal, real-time, dan memiliki tingkat keterbukaan pesan yang tinggi menjadikannya medium yang potensial untuk diseminasi informasi kebencanaan (Kemp, 2024).

Sebuah penelitian yang dipublikasikan di jurnal Telekontran pada tahun 2025 memberikan bukti empiris mengenai efektivitas WhatsApp sebagai kanal notifikasi. Dalam eksperimen pengiriman notifikasi darurat via WhatsApp, waktu delivery tercatat hanya sekitar 2,6 detik. Untuk ukuran sistem peringatan dini, kecepatan seperti ini sangat memadai (Nugraha et al., 2025). Penelitian lain oleh Mulyani di BPBD Kota Gorontalo juga mengungkapkan bahwa proses penyampaian informasi peringatan banjir yang dilakukan secara manual memiliki banyak keterbatasan dan membutuhkan sistem otomatis untuk mengatasinya (Mulyani et al., 2022).

Berdasarkan analisis terhadap kondisi faktual tersebut, terdapat peluang untuk mengembangkan sistem peringatan dini bencana yang mengintegrasikan data resmi dari BMKG dengan mekanisme notifikasi berbasis WhatsApp. Sistem semacam ini diharapkan dapat menjembatani kesenjangan informasi dan meningkatkan jangkauan diseminasi peringatan dini kepada masyarakat luas. Yang membedakan dari sistem serupa adalah adanya mekanisme filter berbasis provinsi, sehingga subscriber hanya menerima peringatan yang relevan dengan wilayah yang dipilih.

## KAJIAN LITERATUR

Untuk memahami posisi dan kontribusi penelitian ini dalam khazanah keilmuan, penulis melakukan kajian terhadap beberapa penelitian terdahulu yang relevan. Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi gap atau celah penelitian yang akan diisi oleh penelitian ini.

Mulyani et al. (2022) melakukan penelitian berjudul "Sistem Informasi Mitigasi Bencana Banjir Berbasis Android pada BPBD Kota Gorontalo". Penelitian ini mengembangkan aplikasi mobile berbasis Android menggunakan metode Prototype dengan Firebase sebagai backend. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil menampilkan notifikasi peringatan dan peta rawan banjir. Namun, cakupannya terbatas pada satu jenis bencana (banjir) dan satu wilayah geografis (Gorontalo).

Sumardiono et al. (2023) mengembangkan "Sistem Peringatan Dini Banjir Triple Node IoT dengan Multisensor". Penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan perangkat keras NodeMCU dan protokol MQTT. Sistem mampu memonitor ketinggian air secara real-time menggunakan sensor ultrasonik. Kelebihan sistem ini adalah kemampuan pemantauan langsung di lapangan, namun membutuhkan investasi perangkat keras yang cukup signifikan.

Penelitian yang dipublikasikan di jurnal Telekontran (Nugraha et al., 2025) berjudul "Sistem Pendeteksi Gempa Berbasis IoT dengan Notifikasi WhatsApp dan Telegram" memberikan kontribusi penting terkait efektivitas WhatsApp sebagai kanal notifikasi. Menggunakan sensor MPU6050 dan mikrokontroler, sistem mampu mendeteksi getaran gempa dan mengirimkan notifikasi via WhatsApp dengan waktu delivery rata-rata 2,6 detik. Temuan ini membuktikan kelayakan WhatsApp untuk sistem peringatan dini.

Huditta et al. (2023) mengkaji "Pesan Mitigasi Bencana dan Sistem Peringatan Dini di Media Sosial Instagram". Menggunakan metode analisis isi kualitatif, penelitian menemukan bahwa media sosial efektif untuk edukasi kebencanaan. Namun, sifat media sosial yang berbasis timeline membuat pesan peringatan mudah tenggelam oleh konten lain.

Penelitian yang dilakukan oleh Yuan et al. (2024) mengembangkan sebuah model peringatan dini banjir bandang secara dinamis dengan tujuan meningkatkan akurasi sistem peringatan. Penelitian tersebut mempertimbangkan ketidakpastian serta variasi pola curah hujan yang sering diabaikan dalam sistem peringatan konvensional. Metode yang digunakan melibatkan identifikasi pola curah hujan menggunakan teknik klusterisasi k-means berdasarkan data curah hujan historis, serta penerapan model hidrologi HEC-HMS untuk melakukan simulasi banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan yang dikembangkan mampu menghasilkan pola curah hujan yang memiliki korelasi tinggi dengan data pengamatan. Selain itu, model tersebut mampu meningkatkan akurasi prediksi banjir dengan nilai Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) lebih dari 0,8 dan memberikan peringatan dini beberapa jam sebelum kejadian banjir dengan tingkat akurasi lebih dari 0,90. Hasil ini menunjukkan bahwa model peringatan dini dinamis dapat memberikan dukungan yang efektif dalam upaya pengelolaan serta mitigasi risiko banjir bandang di wilayah pegunungan dan perbukitan.

Penelitian yang dilakukan oleh Daud et al. (2024) melakukan tinjauan sistematis mengenai pemanfaatan Web-GIS dalam pengelolaan bencana alam dengan menganalisis publikasi pada periode 2014–2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi Web-GIS banyak dimanfaatkan untuk analisis spasial, sistem pendukung keputusan, pemantauan secara real-time, serta sistem peringatan dini bencana. Studi tersebut juga menekankan bahwa penggunaan Web-GIS dapat membantu meningkatkan pengambilan keputusan berbasis data serta ketahanan masyarakat dalam menghadapi bencana alam.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa perangkat lunak (software engineering research) yang berfokus pada perancangan dan pengembangan sistem peringatan dini bencana berbasis web menggunakan metode Waterfall yang bertujuan menghasilkan produk tertentu sekaligus menguji efektivitasnya. Produk yang dimaksud dalam penelitian ini adalah sistem peringatan dini bencana berbasis website dengan fitur notifikasi WhatsApp.

Pendekatan yang digunakan bersifat mixed method atau campuran, menggabungkan aspek kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur performa teknis sistem seperti waktu respons dan tingkat keberhasilan pengiriman notifikasi, serta mengukur tingkat usability menggunakan instrumen System Usability Scale (SUS). Pendekatan kualitatif digunakan untuk menggali kebutuhan pengguna melalui observasi dan wawancara.

## **Model Pengembangan Sistem**

Pengembangan sistem dalam penelitian ini menggunakan model Waterfall karena kebutuhan sistem telah dapat diidentifikasi secara relatif jelas sejak tahap awal penelitian. Model Waterfall dipilih karena memiliki alur pengembangan yang sistematis, terstruktur, serta menghasilkan dokumentasi yang jelas pada setiap tahapan proses pengembangan perangkat lunak. Dengan pendekatan ini, setiap tahap harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya sehingga memudahkan proses pengendalian dan evaluasi pengembangan sistem (Anis et al., 2023). Model Waterfall telah lama dikenal dalam dunia pengembangan perangkat lunak karena memiliki tahapan yang terstruktur dengan jelas. Proses pengembangannya sistem dilakukan secara berurutan (Bani & Sutjiatmo, 2024).

### **1. Analisis Kebutuhan (Requirements Analysis)**

Tahap analisis kebutuhan bertujuan untuk mengidentifikasi serta mendokumentasikan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Proses ini dilakukan melalui studi literatur terkait sistem peringatan dini bencana serta observasi terhadap kebutuhan informasi kebencanaan yang bersumber dari BMKG.

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan sistem yang terbagi menjadi dua kategori, yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional.

Kebutuhan fungsional mencakup fitur-fitur utama yang harus tersedia pada sistem, antara lain:

- a. Menampilkan informasi peringatan dini bencana yang bersumber dari BMKG.
- b. Menyediakan halaman informasi detail terkait jenis dan lokasi potensi bencana.
- c. Mengirimkan notifikasi peringatan dini kepada pengguna melalui layanan WhatsApp.
- d. Menyediakan fitur pengelolaan data oleh administrator.

Sementara itu, kebutuhan non-fungsional meliputi aspek performa sistem, kemudahan penggunaan (usability), aksesibilitas berbasis web, serta kemampuan sistem dalam menampilkan informasi secara cepat dan akurat kepada pengguna. Hasil dari tahap ini berupa dokumen spesifikasi kebutuhan sistem yang menjadi dasar dalam tahap perancangan sistem.

## 2. Perancangan Sistem (System Design)

Tahap perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan struktur serta mekanisme kerja sistem sebelum proses implementasi dilakukan. Pada tahap ini disusun beberapa artefak teknis yang meliputi perancangan arsitektur sistem, perancangan basis data, serta desain antarmuka pengguna.

Perancangan arsitektur sistem menggambarkan hubungan antara komponen utama sistem, yaitu sistem website sebagai platform utama, integrasi data dari BMKG sebagai sumber informasi kebencanaan, serta layanan API WhatsApp yang digunakan untuk mengirimkan notifikasi kepada pengguna.

Selain itu, dilakukan juga perancangan basis data yang bertujuan untuk menyimpan serta mengelola data yang digunakan oleh sistem. Basis data dirancang menggunakan model relasional yang mencakup beberapa entitas utama seperti data pengguna, data informasi bencana, serta data notifikasi yang dikirimkan kepada pengguna.

## 3. Implementasi (Implementation)

Tahap implementasi merupakan proses penerjemahan desain sistem ke dalam bentuk kode program. Pada tahap ini seluruh komponen sistem dikembangkan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat pada tahap sebelumnya.

Pengembangan sistem dilakukan dengan membangun aplikasi berbasis website yang mampu mengambil data peringatan dini dari BMKG serta mengintegrasikannya dengan layanan pengiriman pesan WhatsApp. Sistem juga dilengkapi dengan antarmuka pengguna yang memungkinkan pengguna untuk mengakses informasi peringatan dini secara mudah melalui browser.

## 4. Pengujian (Testing)

Setelah proses implementasi selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah pengujian sistem untuk memastikan bahwa seluruh fungsi berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan. Pengujian dilakukan menggunakan metode Black Box Testing, yang berfokus pada pengujian fungsi sistem tanpa melihat struktur kode program.

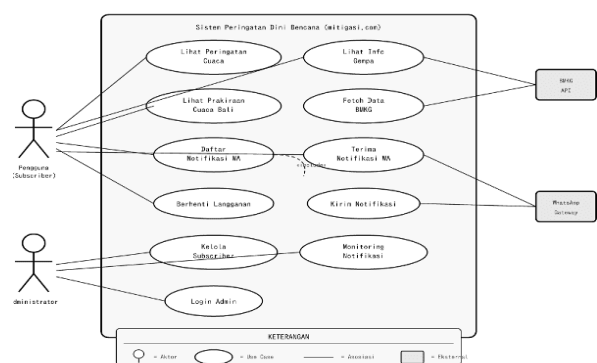
Selain itu, dilakukan juga pengujian usability menggunakan metode System Usability Scale (SUS) untuk mengevaluasi tingkat kemudahan penggunaan sistem oleh pengguna. Pengujian ini dilakukan dengan melibatkan responden yang mencoba menggunakan sistem kemudian mengisi kuesioner SUS untuk menilai pengalaman penggunaan sistem.

## 5. Deployment

Tahap deployment merupakan tahap akhir dalam proses pengembangan sistem, dimana sistem yang telah selesai diuji kemudian dipasang pada lingkungan produksi sehingga dapat diakses oleh pengguna. Pada tahap ini sistem diunggah ke server dan diintegrasikan dengan layanan pendukung seperti API BMKG dan layanan notifikasi WhatsApp agar sistem dapat berfungsi secara optimal dalam memberikan informasi peringatan dini bencana kepada masyarakat.

## Perancangan Sistem

Perancangan sistem yang dibuat dideskripsikan melalui use case diagram berikut.



Gambar 1. Use Case Diagram Sistem

Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan, berikut adalah penjelasan detail setiap use case dalam sistem:

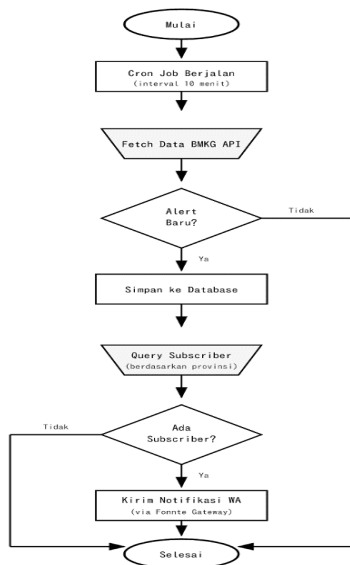
1. Lihat Peringatan Cuaca: Pengguna dapat melihat daftar peringatan cuaca aktif yang bersumber dari BMKG. Use case ini tidak memerlukan autentikasi.
2. Lihat Data Gempa: Pengguna dapat mengakses informasi gempa bumi terkini termasuk visualisasi shakemap. Informasi diperbarui secara otomatis.

3. Lihat Prakiraan Cuaca: Pengguna dapat melihat prakiraan cuaca untuk wilayah Bali dengan detail per kabupaten/kota.
4. Daftar Notifikasi: Pengguna dapat mendaftarkan nomor WhatsApp untuk menerima notifikasi dengan memilih provinsi yang ingin dipantau.
5. Kelola Subscriber: Administrator dapat mengelola data subscriber termasuk aktivasi, deaktivasi, dan penghapusan.
6. Fetch Data BMKG: Sistem secara otomatis mengambil data dari API BMKG melalui cron job yang berjalan setiap 10 menit.
7. Kirim Notifikasi: Sistem mengirimkan notifikasi WhatsApp melalui gateway Fonnte ketika terdeteksi peringatan baru.

4. Data Valid?: Sistem memvalidasi response dari API BMKG. Validasi meliputi: (a) HTTP status code 200, (b) format JSON valid, (c) struktur data sesuai ekspektasi. Jika validasi gagal, sistem mencatat error ke log dan menghentikan proses.
5. Simpan ke Database: Data yang valid disimpan ke tabel yang sesuai (earthquakes untuk gempa, alerts untuk peringatan cuaca, weather\_cache untuk prakiraan). Sistem menggunakan mekanisme UPSERT untuk menghindari duplikasi.
6. Ada Peringatan Baru?: Sistem membandingkan alert\_id yang baru diambil dengan data di tabel notification\_logs. Jika ditemukan alert yang belum pernah dikirimkan notifikasinya, proses dilanjutkan.
7. Ambil Subscriber Sesuai Filter: Sistem melakukan query ke tabel subscribers untuk mendapatkan daftar subscriber yang: (a) berstatus aktif, (b) memiliki provinsi yang cocok dengan wilayah peringatan.
8. Loop Pengiriman: Untuk setiap subscriber yang memenuhi kriteria, sistem mengirimkan notifikasi WhatsApp melalui API Fonnte dan mencatat hasilnya.
9. End: Proses selesai dan menunggu trigger cron job berikutnya.

**Flowchart Sistem**

Flowchart sistem utama menggambarkan alur proses secara komprehensif dari awal hingga akhir.



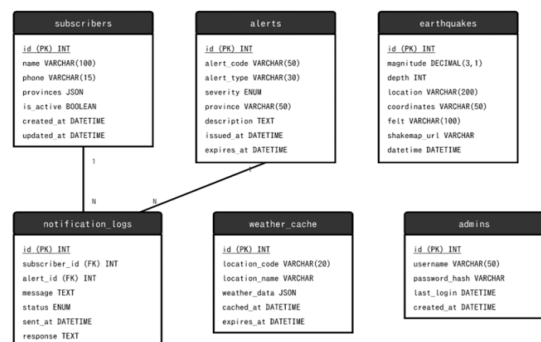
**Gambar 2. Flowchart Sistem**

Berikut adalah penjelasan detail setiap langkah dalam flowchart:

1. Start: Proses dimulai ketika cron job di-trigger oleh sistem operasi server sesuai jadwal yang telah dikonfigurasi (setiap 10 menit).
2. Trigger Cron Job: Cron daemon menjalankan script PHP yang bertanggung jawab untuk mengambil data dari BMKG. Script ini berjalan di background tanpa interaksi pengguna.
3. Fetch Data BMKG: Sistem mengirimkan HTTP request ke berbagai endpoint API BMKG (autogempa.json, cuaca nowcast, prakiraan cuaca). Request menggunakan metode GET dengan timeout 30 detik.

**Entity Relationship Diagram**

Entity Relationship Diagram (ERD) menggambarkan struktur basis data yang digunakan dalam sistem.



**Gambar 3. ERD Sistem**

Sistem Mitigasi.com menggunakan enam entitas utama dengan relasi sebagai berikut:

1. Entitas subscribers  
 Menyimpan data pelanggan notifikasi dengan atribut id (primary key), phone\_number (nomor WhatsApp), provinces (daftar provinsi dalam format JSON), status (aktif/nonaktif), created\_at, dan updated\_at. Entitas ini berelasi one-to-many dengan notification\_logs.

2. Entitas alerts  
Menyimpan data peringatan cuaca dengan atribut id (primary key), alert\_id (ID dari BMKG), headline, description, severity, urgency, certainty, onset, expires, dan provinces. Entitas ini berelasi one-to-many dengan notification\_logs.
3. Entitas earthquakes  
Menyimpan informasi gempa bumi dengan atribut id (primary key), datetime, coordinates, magnitude, depth, region, potential, dan shakemap\_url.
4. Entitas notification\_logs  
Mencatat setiap pengiriman notifikasi dengan atribut id, subscriber\_id (foreign key), alert\_id (foreign key), status, sent\_at, dan response. Entitas ini menjadi penghubung antara subscribers dan alerts.
5. Entitas weather\_cache  
Menyimpan cache data prakiraan cuaca dengan atribut id, region\_code, data (JSON), dan cached\_at untuk optimasi performa.
6. Entitas admins  
Menyimpan data administrator sistem dengan atribut id, username, password\_hash, dan last\_login.

- kartu menampilkan icon cuaca, suhu, dan kondisi cuaca.
3. Grid Peringatan Dini: menampilkan enam peringatan cuaca terbaru dari BMKG dengan informasi lokasi, waktu, tingkat kewaspadaan (WASPADA/SIAGA/AWAS), dan link ke halaman detail.
4. Daftar Gempa Terkini: menampilkan lima gempa bumi terbaru dengan informasi magnitudo, lokasi episentrum, kedalaman, dan waktu kejadian.
5. Footer: berisi navigasi, informasi kontak, tautan media sosial, dan atribusi sumber data BMKG.

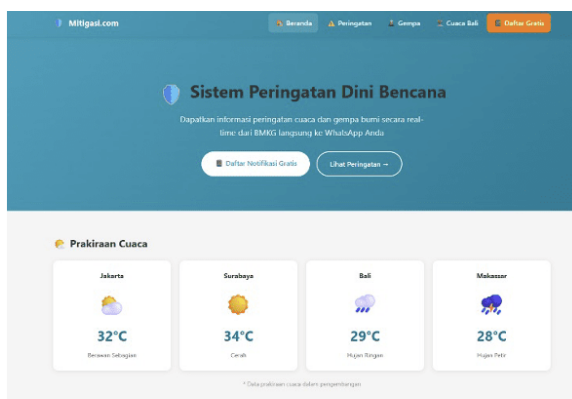
### Implementasi Halaman Peringatan Cuaca

Halaman peringatan cuaca dapat diakses melalui menu "Peringatan" atau alamat <https://mitigasi.com/peringatan.php>.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Implementasi Halaman Beranda

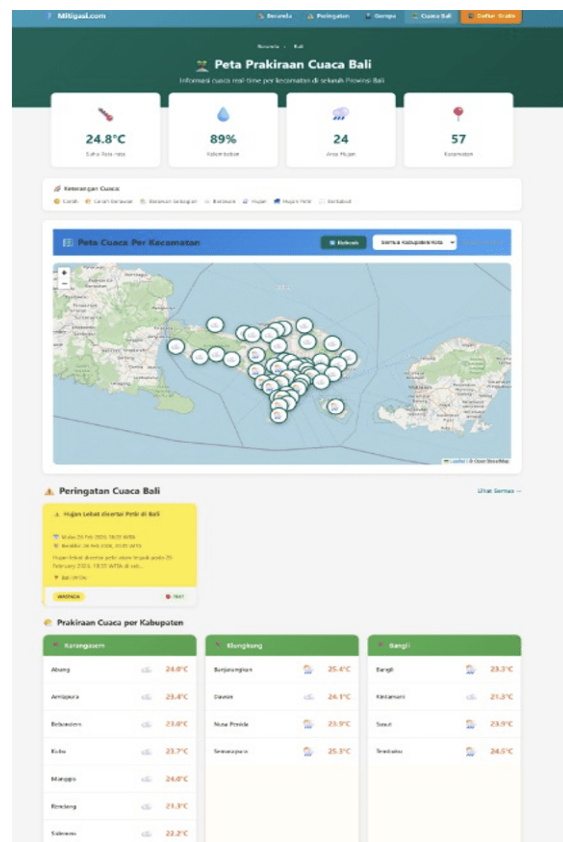
Halaman beranda merupakan landing page utama yang diakses pengunjung saat membuka <https://mitigasi.com>.



Gambar 4. Halaman Beranda

Halaman ini menampilkan ringkasan informasi penting meliputi:

1. Hero Section: menampilkan judul sistem "Sistem Peringatan Dini Bencana" dengan tagline dan dua tombol call-to-action untuk mendaftar notifikasi dan melihat peringatan.
2. Prakiraan Cuaca: menampilkan empat kartu prakiraan cuaca untuk kota-kota besar Indonesia, yaitu Jakarta, Surabaya, Bali, dan Makassar. Setiap



Gambar 5. Halaman Peringatan Cuaca

Halaman ini menampilkan daftar lengkap peringatan cuaca nowcast dari BMKG yang diambil menggunakan Common Alerting Protocol (CAP). Fitur-fitur yang diimplementasikan meliputi:

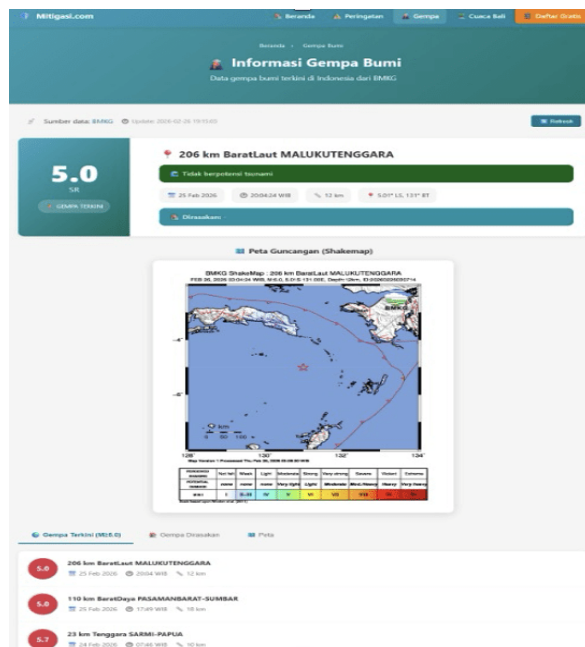
1. Filter Provinsi: pengguna dapat memfilter peringatan berdasarkan provinsi yang dipilih dari dropdown yang berisi 34 provinsi Indonesia.
2. Filter Tingkat Kewaspadaan: pengguna dapat memilih untuk menampilkan peringatan dengan

- tingkat tertentu (WASPADA berwarna kuning, SIAGA berwarna oranye, atau AWAS berwarna merah).
3. Kartu Peringatan: setiap peringatan ditampilkan dalam bentuk kartu yang memuat judul, deskripsi singkat, lokasi, waktu, dan badge tingkat kewaspadaan berwarna sesuai tingkat bahaya.
  4. Halaman Detail: setiap kartu memiliki link ke halaman detail yang menampilkan informasi lengkap peringatan termasuk instruksi tindakan yang harus dilakukan masyarakat.

Berdasarkan data live pada saat pengujian, sistem berhasil menampilkan peringatan dari berbagai wilayah Indonesia seperti Papua Barat Daya, Papua Barat, Sulawesi Tenggara, dan Maluku Utara dengan jenis peringatan "Hujan Lebat disertai Petir".

### Implementasi Halaman Gempa Bumi

Halaman gempa bumi dapat diakses melalui menu "Gempa". Data gempa diambil dari endpoint `autogempa.json` BMKG dan ditampilkan dalam format yang informatif.



Gambar 6. Halaman Gempa Bumi

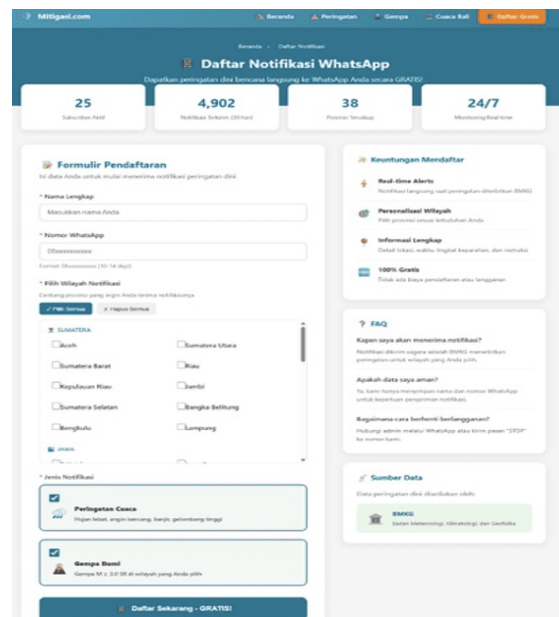
- Komponen yang diimplementasikan meliputi:
1. Statistik Ringkasan: menampilkan jumlah total gempa yang tercatat, gempa dengan magnitudo signifikan ( $\geq 5.0$ ), dan rata-rata kedalaman.
  2. Daftar Gempa: setiap gempa ditampilkan dalam kartu dengan visualisasi magnitudo berupa lingkaran berwarna (hijau untuk  $M < 4$ , kuning untuk  $M 4-5$ , merah untuk  $M > 5$ ).

3. Informasi Detail: mencakup lokasi episentrum, kedalaman, wilayah yang merasakan getaran beserta skala intensitasnya (dalam skala MMI).
4. Shakemap: pada halaman detail gempa, ditampilkan peta shakemap yang menggambarkan distribusi intensitas getaran.

Pada saat pengujian, sistem berhasil menampilkan data gempa terbaru dengan berbagai magnitudo, seperti gempa M5.7 di Tanimbar (kedalaman 167 km), M5.4 di Sulawesi Tengah (kedalaman 64 km), M4.2 di Pesisir Selatan (kedalaman 56 km), dan M3.8 di Mukomuko (kedalaman 10 km).

### Implementasi Halaman Pendaftaran

Halaman pendaftaran atau subscriber dapat diakses melalui tombol "Daftar Notifikasi Gratis" atau alamat <https://mitigasi.com/daftar.php>.



Gambar 7. Halaman Pendaftaran

Formulir pendaftaran terdiri dari:

1. Input Nomor WhatsApp: field untuk memasukkan nomor telepon yang akan menerima notifikasi. Validasi dilakukan untuk memastikan format nomor Indonesia yang benar.
2. Input Nama (opsional): field untuk memasukkan nama subscriber agar pesan notifikasi dapat dipersonalisasi.
3. Checkbox Provinsi: grid berisi 34 checkbox provinsi di Indonesia. Subscriber dapat memilih satu atau lebih provinsi yang ingin dipantau.
4. Tombol Daftar: mengirimkan data ke server untuk diproses dan disimpan ke dalam basis data.

Setelah pendaftaran berhasil, sistem menampilkan pesan konfirmasi dan subscriber akan menerima pesan WhatsApp selamat datang sebagai verifikasi bahwa nomor telah terdaftar dengan benar.

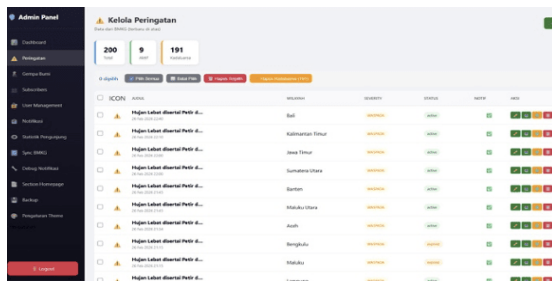
**Implementasi Mekanisme Notifikasi WhatsApp**

Mekanisme notifikasi WhatsApp diimplementasikan dengan menggunakan layanan gateway Fonnte sebagai penyedia API pengiriman pesan. Proses notifikasi berjalan secara otomatis melalui cron job yang dijadwalkan setiap 10 menit. Alur kerja notifikasi adalah sebagai berikut:

1. Cron job memicu script PHP untuk mengambil data terbaru dari API BMKG.
2. Sistem membandingkan data baru dengan data yang sudah tersimpan di database untuk mendeteksi peringatan yang belum pernah dikirimkan.
3. Jika terdeteksi peringatan baru, sistem mengambil daftar subscriber yang memilih provinsi sesuai dengan lokasi peringatan.
4. Pesan notifikasi disusun dengan format yang informatif, mencakup jenis peringatan, lokasi, waktu, tingkat kewaspadaan, dan instruksi tindakan.
5. Pesan dikirim melalui API Fonnte ke nomor WhatsApp masing-masing subscriber.
6. Status pengiriman (berhasil atau gagal) dicatat dalam tabel notification\_logs. Jika gagal, sistem akan melakukan retry hingga tiga kali.

**Implementasi Panel Administrasi**

Panel administrasi wajib login dengan username dan password. Password disimpan dalam bentuk hash menggunakan algoritma bcrypt untuk keamanan.



**Gambar 8.** Halaman Admin

Fitur-fitur yang tersedia di panel admin meliputi:

1. Dashboard: menampilkan statistik ringkasan seperti jumlah subscriber aktif, jumlah peringatan terkirim, dan tingkat keberhasilan pengiriman.
2. Manajemen Subscriber: melihat daftar subscriber, mengaktifkan/menonaktifkan status, dan menghapus data subscriber.

3. Log Notifikasi: melihat riwayat pengiriman notifikasi beserta statusnya.
4. Pengaturan Tema: mengatur tampilan website seperti warna utama, logo, dan teks footer.
5. Pengujian Notifikasi: mengirim pesan uji coba ke nomor tertentu untuk memverifikasi konfigurasi gateway.

**Hasil Black Box Testing**

Pengujian Black Box Testing dilakukan terhadap seluruh kebutuhan fungsional yang telah didefinisikan pada BAB III. Pengujian mencakup berbagai skenario penggunaan untuk memastikan sistem menghasilkan output yang sesuai dengan harapan.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Black Box Testing

No	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual
1	Mengakses halaman beranda	Menampilkan hero, cuaca, peringatan, dan gempa	Sesuai
2	Filter peringatan berdasarkan provinsi	Hanya menampilkan peringatan sesuai provinsi yang dipilih	Sesuai
3	Melihat detail gempa bumi	Menampilkan informasi lengkap dan shakemap	Sesuai
4	Mendaftar dengan nomor valid	Data tersimpan dan menerima pesan konfirmasi	Sesuai
5	Mendaftar dengan nomor tidak valid	Menampilkan pesan error validasi	Sesuai
6	Login admin dengan kredensial benar	Berhasil masuk ke dashboard admin	Sesuai
7	Login admin dengan kredensial salah	Menampilkan pesan error autentikasi	Sesuai
8	Pengiriman notifikasi otomatis	Pesan terkirim ke subscriber sesuai provinsi	Sesuai
9	Akses halaman cuaca	Menampilkan grid 9	Sesuai

Bali	kabupaten/kota
10	Responsivitas pada mobile
	Tampilan menyesuaikan layar mobile
	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian Black Box Testing yang dilakukan terhadap 10 skenario pengujian, seluruhnya menunjukkan status VALID.

### Hasil Pengujian System Usability Scale (SUS)

Pengujian usabilitas pada sistem dilakukan menggunakan metode System Usability Scale (SUS) dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan sistem oleh pengguna. Pengujian ini melibatkan 20 responden yang dipilih secara purposive, yaitu individu yang memiliki pengalaman menggunakan perangkat berbasis web serta berpotensi menjadi pengguna sistem peringatan dini bencana. Responden terdiri dari berbagai latar belakang, seperti mahasiswa, masyarakat umum, serta pengguna yang terbiasa mengakses informasi melalui internet. Pemilihan responden dari latar belakang yang beragam bertujuan untuk memperoleh gambaran yang lebih representatif terhadap pengalaman pengguna dalam menggunakan sistem.

Prosedur pengujian dilakukan dalam beberapa tahapan. Pertama, responden diberikan penjelasan singkat mengenai tujuan pengujian serta fitur utama yang terdapat pada sistem peringatan dini bencana berbasis website yang terintegrasi dengan data BMKG dan notifikasi WhatsApp. Selanjutnya, responden diminta untuk mencoba menggunakan sistem secara langsung dengan melakukan beberapa aktivitas utama, seperti mengakses halaman utama, melihat informasi peringatan bencana, serta menguji fitur notifikasi yang tersedia pada sistem. Setelah responden selesai mencoba seluruh fitur utama sistem, mereka diminta untuk mengisi kuesioner System Usability Scale (SUS) yang terdiri dari 10 pernyataan standar dengan menggunakan skala Likert 1–5, dimana nilai 1 menunjukkan sangat tidak setuju dan nilai 5 menunjukkan sangat setuju.

Hasil kuesioner kemudian diolah menggunakan metode perhitungan SUS. Pada pernyataan bernomor ganjil, skor dihitung dengan cara mengurangi nilai jawaban responden dengan angka 1, sedangkan pada pernyataan bernomor genap, skor dihitung dengan mengurangkan nilai 5 dengan nilai jawaban responden. Seluruh skor kontribusi kemudian dijumlahkan untuk memperoleh total skor kontribusi responden.

Tabel 2. Pengujian SUS

No	Pertanyaan SUS	Rata-rata Skor	Kontribusi
1	Saya akan menggunakan sistem ini secara rutin	4.2	3.2
2	Sistem ini terlalu rumit	1.8	3.2
3	Sistem ini mudah digunakan	4.4	3.4
4	Saya perlu bantuan teknis untuk menggunakan sistem	1.6	3.4
5	Fitur-fitur sistem terintegrasi dengan baik	4.3	3.3
6	Terlalu banyak inkonsistensi dalam sistem	1.7	3.3
7	Orang lain akan cepat belajar menggunakan sistem	4.5	3.5
8	Sistem ini sangat tidak praktis	1.5	3.5
9	Saya merasa percaya diri menggunakan sistem	4.3	3.3
10	Perlu belajar banyak sebelum menggunakan sistem	1.6	3.4
<b>Total Kontribusi</b>			<b>33.5</b>

Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh total kontribusi sebesar:

$$\text{Total Kontribusi} = 3.2 + 3.2 + 3.4 + 3.4 + 3.3 + 3.3 + 3.5 + 3.5 + 3.3 + 3.4 = 33.5$$

Selanjutnya skor SUS dihitung dengan mengalikan total kontribusi dengan faktor pengali 2,5, sehingga diperoleh:

$$\text{Skor SUS} = 33.5 \times 2.5 = 82.5$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, sistem memperoleh skor SUS sebesar 82,5. Nilai ini berada pada kategori Excellent dengan grade A, serta berada

di atas rata-rata nilai SUS secara umum yaitu 68. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki tingkat kemudahan penggunaan yang sangat baik serta dapat diterima dengan baik oleh pengguna. Dengan demikian, sistem peringatan dini bencana berbasis website yang terintegrasi dengan BMKG dan notifikasi WhatsApp dinilai telah memenuhi aspek usability dan layak digunakan sebagai media penyampaian informasi peringatan dini kepada masyarakat.

### Hasil Pengujian Performa

Selain pengujian fungsional dan usability, dilakukan pula pengujian performa untuk mengukur keandalan sistem dalam kondisi operasional. Pengujian dilakukan selama periode dua minggu dengan memantau berbagai metrik.

Tabel 3. Hasil Pengujian Performa Sistem

No	Metrik	Target	Hasil Aktual	Status
1	Tingkat keberhasilan pengiriman notifikasi	$\geq 90\%$	95%	Tercapai
2	Waktu respons halaman (rata-rata)	$< 5$ detik	2,8 detik	Tercapai
3	Uptime sistem	$\geq 99\%$	99,2%	Tercapai
4	Waktu delivery notifikasi WhatsApp	$< 5$ detik	2,6 detik	Tercapai
5	Interval pembaruan data BMKG	$\leq 15$ menit	10 menit	Tercapai

Seluruh metrik performa berhasil mencapai target yang ditetapkan. Tingkat keberhasilan pengiriman notifikasi mencapai 95%, melebihi target minimal 90%. Waktu respons halaman rata-rata 2,8 detik dan waktu delivery notifikasi WhatsApp 2,6 detik menunjukkan bahwa sistem mampu menyampaikan informasi dengan cepat kepada pengguna.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, mulai dari tahap analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga pengujian sistem peringatan dini bencana berbasis website dengan notifikasi WhatsApp, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem peringatan dini bencana Mitigasi.com telah berhasil dirancang dan dibangun dengan mengintegrasikan data dari Application Programming Interface (API) publik BMKG. Sistem mampu mengambil dan menampilkan tiga jenis informasi kebencanaan secara real-time, yaitu: informasi gempa bumi melalui endpoint autogempa.json, peringatan cuaca nowcast berbasis Common Alerting Protocol (CAP), dan prakiraan cuaca per wilayah. Data diperbarui secara otomatis setiap 10 menit melalui mekanisme cron job.
2. Modul notifikasi WhatsApp telah berhasil dikembangkan dengan fitur filter berbasis provinsi yang memungkinkan subscriber hanya menerima peringatan sesuai dengan wilayah yang dipilih dari 34 provinsi di Indonesia. Mekanisme notifikasi berjalan secara otomatis ketika terdeteksi peringatan baru, dengan tingkat keberhasilan pengiriman mencapai 95% dan waktu delivery rata-rata 2,6 detik.
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan diterima oleh pengguna. Pengujian Black Box Testing terhadap 10 skenario penggunaan menghasilkan status 100% VALID, yang mengindikasikan bahwa seluruh kebutuhan fungsional telah diimplementasikan dengan benar. Pengujian usability menggunakan System Usability Scale (SUS) menghasilkan skor 82,5 yang masuk kategori Excellent dengan grade A. mengindikasikan bahwa sistem memiliki tingkat kebergunaan yang sangat baik dan mudah digunakan oleh berbagai kalangan pengguna.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anis, Y., Mukti, A. B., & Rosyid, A. N. (2023). Penerapan model Waterfall dalam pengembangan sistem informasi aset destinasi wisata berbasis website. *Media Online*, 4(2), 1134–1142.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2023). *Data informasi bencana Indonesia periode 2019–2023*. <https://dibi.Bnpb.Go.Id>.
- Bani, F. D., & Sutjiatmo, B. P. (2024). Design e-consulting system using the waterfall model. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, 22(1), 7–14.
- BMKG. (2024). *Dokumentasi API publik BMKG*. <https://Data.Bmkg.Go.Id>.

- Daud, M., Ugliotti, F. M., & Osello, A. (2024). Comprehensive Analysis of the Use of Web-GIS for Natural Hazard Management: A Systematic Review. *Sustainability*, 16(10), 4238. <https://doi.org/10.3390/su16104238>
- Dimitrova, M., & Snair, M. (2024). Classifying disaster risk reduction strategies: conceptualizing and testing a novel integrated approach. *Globalization and Health*, 20(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s12992-023-01006-8>
- Hidayati, R. A., & Setyowati, D. L. (2021). Kesiapsiagaan Ubaloka dalam Tanggap Darurat Bencana. *Edu Geography*, 9(3), 215–222.
- Huditta, H. N. P., Hariyani, N., & Nurchayati, Z. (2023). Pesan mitigasi bencana dan sistem peringatan dini di media sosial Instagram. *Jurnal Sosial*, 24(2), 52–58.
- Kemp, S. (2024). *Digital 2024: Indonesia*. We Are Social & Meltwater.
- Mulyani, S., Katili, M. R., & Yusuf, R. (2022). Sistem Informasi Mitigasi Bencana Banjir Berbasis Android Pada Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Gorontalo. *Diffusion: Journal of Systems and Information Technology*, 2(1), 150–161.
- Nugraha, S. F., Bhuwana, M. S., & Hidayat, D. T. (2025). Integration of Multi-Platform IoT System for Earthquake Detection via Telegram and WhatsApp. *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 13(2), 240–248.
- Sulistyaningrum, N. P., & Nurrohmah, A. (2025). Gambaran Tingkat Pengetahuan Kesiapsiagaan Petani Menghadapi Bencana Gunung Meletus di Desa Jrasah Selo Boyolali. *Indonesian Journal of Public Health*, 3(1), 14–23.
- Sumardiono, A., Alimudin, E., & Zaenurohman, Z. (2023). Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Menggunakan Triple Node IoT dan Multisensor. *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 4(2).
- UNDRR. (2022). *Global assessment report on disaster risk reduction 2022*.
- Yuan, W., Jing, B., Xu, H., Tang, Y., & Zhang, S. (2024). A Dynamic Early Warning Model for Flash Floods Based on Rainfall Pattern Identification. *International Journal of Disaster Risk Science*, 15(5), 769–788. <https://doi.org/10.1007/s13753-024-00593-3>