Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X **(Printed)**
6 (2) 2026, Page: 46238-46254

Implementasi Algoritma Haversine dan Progressive Web Apps pada Aplikasi Web Pemetaan Posko Bencana di Kota Padang

Muhammad Ikhsan[1], Dedy Irfan[2]
[12]Program Studi Pendidikan Teknik Informatika
Corresponding Author: Muhammad Ikhsan, e-mail: ihsanbarulak001@gmail.com
Dedy Irfan, e-mail: dedy_irf@ft.unp.ac.id

Published: Agustus , 2026

ABSTRAK

Kejadian bencana membutuhkan informasi yang cepat, akurat, dan mudah diakses, khususnya informasi mengenai lokasi dan kondisi posko bencana. Di Kota Padang, informasi mengenai posko bencana perlu disajikan dalam suatu sistem yang terintegrasi agar dapat diakses oleh masyarakat dan dikelola oleh pihak yang berwenang. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi web pemetaan posko bencana terverifikasi di Kota Padang yang dilengkapi dengan fitur pencarian posko terdekat. Pengembangan aplikasi menggunakan metode Prototype yang terdiri dari tahap komunikasi, perencanaan, pemodelan, pembentukan prototype, serta pengujian dan umpan balik. Sistem dikembangkan berbasis web dengan mengintegrasikan Sistem Informasi Geografis (SIG), Location-Based Services (LBS), formula Haversine, dan teknologi Progressive Web Apps (PWA). Aplikasi menyediakan hak akses yang berbeda bagi masyarakat, admin, dan petugas. Masyarakat dapat melihat lokasi posko bencana dan mencari posko terdekat berdasarkan lokasi pengguna. Admin dapat mengelola data posko dan informasi kebencanaan, sedangkan petugas dapat memperbarui kondisi operasional posko yang menjadi tanggung jawabnya. Pengujian sistem dilakukan menggunakan Black Box Testing terhadap 16 skenario pengujian dan seluruh skenario dinyatakan berhasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan mampu menyediakan pemetaan posko bencana, pencarian posko terdekat, pengelolaan berdasarkan hak akses, serta akses berorientasi offline untuk mendukung penyediaan informasi kebencanaan di Kota Padang.

Kata Kunci : Posko Bencana, Aplikasi Web, Sistem Informasi Geografis, Location-Based Services, Haversine, Progressive Web Apps

ABSTRACT

Disasters require fast, accurate, and easily accessible information, particularly regarding the location and condition of disaster posts. In Padang City, information about disaster posts needs to be provided through an integrated system that can be accessed by the public and managed by authorized personnel. This study aims to develop a web-based application for mapping verified disaster posts in Padang City equipped with a nearest disaster-post search feature. The application was developed using the Prototype method, consisting of communication, planning, design modeling, prototype development, and testing and feedback stages. The system integrates Geographic Information System (GIS), Location-Based Services (LBS), the Haversine formula, and Progressive Web Apps (PWA). The application provides different access rights for the public, administrators, and field officers. The public can access disaster-post information and search for the nearest post based on their current location, while administrators manage disaster-post and disaster information, and field officers update the operational conditions of assigned posts. Functional testing was conducted using Black Box Testing, covering the main functions of the developed application. The results show that the application can provide integrated disaster-post mapping, nearest-post searching, role-based data management, and support for information access when internet connectivity is disrupted. The developed application is expected to support the provision of disaster-post information and improve the accessibility of emergency information for the people of Padang City.

Keywords: Disaster Posts, Web Application, Geographic Information System, Location-Based Services, Haversine, Progressive Web Apps.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Bencana merupakan peristiwa yang dapat mengganggu kehidupan masyarakat dan menimbulkan kerugian terhadap manusia, lingkungan, serta sarana dan prasarana. Dalam kondisi bencana, ketersediaan informasi yang cepat dan mudah diakses menjadi salah satu kebutuhan penting, terutama informasi mengenai lokasi posko, kondisi posko, kapasitas, serta fasilitas yang tersedia. Pemanfaatan teknologi informasi dapat membantu penyampaian informasi kebencanaan secara lebih terstruktur sehingga masyarakat maupun petugas dapat memperoleh informasi yang dibutuhkan secara lebih cepat.

Kota Padang merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi terhadap berbagai jenis bencana sehingga penyediaan informasi spasial yang berkaitan dengan lokasi dan kondisi tempat evakuasi maupun posko bencana menjadi penting. Penelitian Yanto et al. (2020) mengembangkan sistem informasi geografis berbasis web untuk menyajikan lokasi, jalur evakuasi, zona aman, dan tempat evakuasi sementara bencana tsunami di Kota Padang. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan SIG berbasis web dapat membantu penyajian informasi lokasi kebencanaan secara lebih mudah diakses oleh masyarakat.

Penelitian Warman dan Ardila (2022) juga mengembangkan sistem informasi mitigasi rawan bencana Kota Padang berbasis web dengan memanfaatkan ArcGIS. Sistem tersebut berfokus pada penyajian informasi geografis mengenai wilayah yang berpotensi mengalami bencana banjir dan tanah longsor. Sementara itu, Mulia dan Handayani (2024) melakukan pemetaan kerawanan bencana banjir di Kota Padang menggunakan Sistem Informasi Geografis berdasarkan beberapa faktor spasial dan data historis. Hasil penelitian tersebut menunjukkan pentingnya pemanfaatan informasi spasial dalam mendukung kesiapsiagaan dan perencanaan penanganan bencana di Kota Padang.

Penelitian Muhammad et al. (2018) mengembangkan sistem informasi panduan mitigasi bencana alam Provinsi Sumatera Barat berbasis Android. Sistem tersebut menyediakan informasi mitigasi, berita dan kegiatan kebencanaan, layanan pelaporan, serta informasi lokasi BPBD dan rute evakuasi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi informasi dapat dimanfaatkan untuk membantu masyarakat memperoleh informasi kebencanaan dan mendukung layanan informasi pada kondisi bencana.

Meskipun penelitian terdahulu telah membahas pemetaan wilayah rawan bencana, lokasi evakuasi, dan penyediaan informasi mitigasi, masih terdapat ruang untuk mengembangkan sistem yang secara khusus berfokus pada pemetaan posko bencana terverifikasi, pencarian posko terdekat berdasarkan lokasi pengguna, serta pembaruan kondisi posko oleh petugas. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya menyajikan informasi spasial, tetapi juga mengintegrasikan pengelolaan data berdasarkan peran pengguna dan dukungan akses melalui Progressive Web Apps (PWA).

Fitur pencarian posko terdekat memanfaatkan Location-Based Services (LBS) untuk menggunakan informasi lokasi pengguna sebagai dasar pemberian layanan berbasis lokasi. Schiller dan Voisard (2004) menjelaskan bahwa LBS mengintegrasikan informasi lokasi geografis pengguna dengan layanan yang diberikan oleh sistem. Dalam penelitian ini, koordinat pengguna diperoleh melalui geolocation dan kemudian dibandingkan dengan koordinat posko yang tersedia dalam sistem.

Untuk menentukan posko yang memiliki jarak paling dekat, digunakan Formula Haversine. Formula ini dapat digunakan untuk menghitung jarak antara dua titik berdasarkan koordinat lintang dan bujur pada permukaan bumi (Hidayati & Mutiah, 2022). Penerapan Formula Haversine yang dikombinasikan dengan Location-Based Services juga dapat digunakan untuk menentukan lokasi terdekat berdasarkan posisi pengguna (Prihantoro & Wahyuddin, 2022). Penggunaan Formula Haversine dalam pencarian lokasi terdekat juga telah diterapkan pada sistem informasi geografis berbasis web (Yulianto et al., 2018). Dalam penelitian ini, hasil perhitungan jarak digunakan untuk mengurutkan posko berdasarkan jarak terkecil sehingga masyarakat dapat memperoleh rekomendasi posko yang paling dekat dengan posisi pengguna.

Selain pencarian lokasi, kondisi konektivitas internet juga menjadi perhatian dalam pengembangan sistem. Progressive Web Apps (PWA) memungkinkan aplikasi berbasis web memberikan pengalaman penggunaan yang menyerupai aplikasi pada perangkat serta memanfaatkan *service worker* dan mekanisme *cache* untuk mendukung akses ketika koneksi mengalami gangguan (Muawwal, 2024). Dalam penelitian ini, PWA digunakan untuk mendukung akses masyarakat terhadap

informasi posko dan informasi bencana, sedangkan petugas dapat menggunakannya untuk mengakses fungsi operasional dan memperbarui kondisi posko.

Pengembangan sistem menggunakan metode Prototype. Metode ini dipilih karena memungkinkan pengembang membuat purwarupa berdasarkan kebutuhan awal pengguna, kemudian melakukan penyempurnaan melalui umpan balik selama proses pengembangan. Alda (2023) menunjukkan penerapan metode Prototyping dalam pengembangan aplikasi, sehingga pendekatan ini sesuai dengan kebutuhan penelitian yang melibatkan Masyarakat, Admin, dan Petugas sebagai aktor dan pengguna sistem.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi web pemetaan posko bencana terverifikasi di Kota Padang yang dilengkapi dengan fitur pencarian posko terdekat menggunakan Formula Haversine, dukungan Progressive Web Apps, serta pembagian hak akses antara Admin, Petugas, dan Masyarakat. Sistem diharapkan dapat membantu masyarakat memperoleh informasi lokasi posko secara lebih cepat dan membantu petugas dalam memperbarui kondisi operasional posko.

METODE

Metode Prototype digunakan karena memungkinkan pengembang membuat model awal sistem yang dapat dievaluasi dan disempurnakan berdasarkan kebutuhan pengguna sebelum sistem dikembangkan secara keseluruhan (Alda, 2023). Dalam penelitian ini, metode Prototype terdiri atas lima tahapan, yaitu komunikasi, perencanaan, pemodelan perancangan, pembentukan prototype, serta penyerahan dan evaluasi.

Komunikasi

Tahap komunikasi dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan sistem. Pada penelitian ini, komunikasi dilakukan melalui pengumpulan informasi dari pihak yang berkaitan dengan pengelolaan kebencanaan di Kota Padang. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai kebutuhan informasi posko, pengelolaan kondisi posko, serta kebutuhan pengguna dalam memperoleh informasi lokasi posko.

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, sistem dirancang untuk mendukung tiga kelompok pengguna, yaitu Masyarakat, Admin, dan Petugas. Masyarakat membutuhkan akses terhadap informasi bencana, lokasi posko, kondisi posko, dan pencarian posko terdekat. Admin membutuhkan fungsi untuk mengelola data posko, kategori posko, informasi bencana, dan pengguna. Petugas membutuhkan fungsi untuk melihat posko yang menjadi tanggung jawabnya serta memperbarui kondisi operasional posko.

Perencanaan

Tahap perencanaan dilakukan untuk menentukan kebutuhan fungsional dan nonfungsional sistem berdasarkan hasil komunikasi. Kebutuhan fungsional meliputi penyajian peta lokasi posko, informasi detail posko, pencarian posko terdekat, penyajian informasi bencana, pengelolaan data posko, pengelolaan informasi bencana, serta pembaruan kondisi operasional posko.

Sistem juga dirancang dengan pembagian hak akses berdasarkan peran pengguna. Masyarakat dapat mengakses informasi publik, Admin memiliki kewenangan pengelolaan data sistem, sedangkan Petugas memiliki kewenangan untuk memperbarui informasi operasional posko yang menjadi tanggung jawabnya.

Selain itu, sistem dirancang agar dapat diakses melalui perangkat desktop maupun perangkat mobile. Dukungan terhadap perangkat mobile dilakukan melalui penerapan Progressive Web Apps (PWA). PWA memungkinkan aplikasi berbasis web memberikan pengalaman penggunaan yang menyerupai aplikasi pada perangkat mobile serta memanfaatkan Service Worker dan Cache Storage untuk mendukung penggunaan aplikasi ketika koneksi internet tidak tersedia atau tidak stabil (Muawwal, 2024).

Pemodelan Perancangan

Tahap pemodelan perancangan dilakukan untuk menggambarkan struktur data, alur proses, interaksi pengguna, dan rancangan antarmuka sebelum sistem diimplementasikan.

Perancangan sistem menggunakan Unified Modeling Language (UML) dan Entity Relationship Diagram (ERD). UML digunakan untuk menggambarkan interaksi dan alur proses sistem melalui Use

Case Diagram, Activity Diagram, dan Sequence Diagram. Sementara itu, ERD digunakan untuk menggambarkan hubungan antarentitas pada basis data.
Basis data sistem terdiri atas entitas KATEGORI, POSKO, USERS, UPDATE_POSKO, INFO_BENCANA, dan LOGIN_LOG. Struktur tersebut digunakan untuk menyimpan data kategori posko, informasi lokasi dan kondisi posko, data pengguna, riwayat pembaruan posko, informasi bencana, serta aktivitas login pengguna.

Pembentukan Prototype

Tahap pembentukan prototype merupakan proses implementasi rancangan menjadi aplikasi berbasis web. Prototype yang dikembangkan menyediakan halaman publik untuk Masyarakat, halaman pengelolaan untuk Admin, serta halaman operasional untuk Petugas.
Pada sisi Masyarakat, sistem menyediakan beranda, peta persebaran posko, informasi detail posko, informasi bencana, dan fitur pencarian posko terdekat. Pada sisi Admin, sistem menyediakan fungsi pengelolaan data posko, kategori posko, informasi bencana, dan pengguna. Sementara itu, Petugas dapat melihat informasi posko yang menjadi tanggung jawabnya serta melakukan pembaruan kondisi operasional posko.

Perhitungan Jarak

Formula Haversine digunakan untuk menghitung jarak antara dua titik berdasarkan koordinat geografis. Penerapan Formula Haversine yang dikombinasikan dengan Location Based Service dapat digunakan untuk menentukan lokasi yang memiliki jarak terdekat dari posisi pengguna (Prihantoro & Wahyuddin, 2022).
Fitur pencarian posko terdekat memanfaatkan geolocation untuk memperoleh koordinat lokasi pengguna. Koordinat tersebut kemudian digunakan untuk menghitung jarak antara lokasi pengguna dan lokasi posko menggunakan Formula Haversine. Formula ini digunakan untuk menghitung jarak antara dua titik berdasarkan koordinat lintang dan bujur (Yulianto et al., 2018).
Sebelum dilakukan perhitungan, nilai latitude dan longitude dikonversi dari derajat ke radian. Selanjutnya, perhitungan dilakukan menggunakan persamaan berikut:
Rumus Haversine :
Rumus 1 :

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos(\varphi_1)\cos(\varphi_2)\sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right)$$

Rumus 2 :

$$c = 2\arctan 2\left(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}\right)$$

Rumus 3 :

$$d = R \times c$$

Keterangan:

d= jarak antara posisi pengguna dan posko dalam kilometer.

R= radius bumi sebesar 6.371 km.

φ_1= latitude posisi pengguna.

φ_2= latitude posisi posko.

λ_1= longitude posisi pengguna.

λ_2= longitude posisi posko.

$\Delta\varphi$= selisih latitude antara kedua titik.

$\Delta\lambda$= selisih longitude antara kedua titik.

a= nilai antara yang digunakan dalam perhitungan Haversine.

c= sudut pusat antara kedua titik.

Hasil perhitungan jarak digunakan untuk mengurutkan posko berdasarkan nilai jarak terkecil.
Dengan demikian, sistem dapat menampilkan posko yang memiliki jarak paling dekat dengan lokasi pengguna.

Progressive Web Apps

Dalam implementasinya, sistem memperoleh koordinat pengguna melalui fitur geolocation, kemudian menggunakan koordinat tersebut sebagai titik awal perhitungan. Koordinat pengguna dibandingkan dengan koordinat setiap posko bencana yang aktif menggunakan Formula Haversine. Hasil perhitungan menghasilkan jarak antara pengguna dan masing-masing posko dalam satuan kilometer. Selanjutnya, sistem mengurutkan hasil berdasarkan jarak terkecil sehingga posko dengan jarak paling dekat dapat ditampilkan kepada pengguna.

Selain itu, prototype menerapkan Progressive Web Apps (PWA), Service Worker, dan Web Storage untuk mendukung fleksibilitas akses aplikasi melalui perangkat mobile. PWA dapat digunakan oleh Masyarakat untuk mengakses informasi bencana, peta posko, detail posko, dan pencarian posko terdekat. Pada sisi Petugas, PWA digunakan untuk mengakses fungsi operasional dan melakukan pembaruan kondisi posko. Service Worker digunakan untuk membantu menyediakan sumber daya aplikasi yang telah tersedia sehingga beberapa bagian aplikasi tetap dapat diakses ketika koneksi internet mengalami gangguan. Web Storage digunakan untuk menyimpan data sementara pada perangkat sesuai dengan kebutuhan aplikasi.

Penyerahan dan Evaluasi

Tahap penyerahan dan evaluasi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian prototype dengan kebutuhan sistem yang telah ditentukan. Evaluasi dilakukan terhadap fungsi utama sistem, meliputi autentikasi, pembagian hak akses, peta lokasi posko, geolocation, pencarian posko terdekat, pengelolaan data posko, informasi bencana, pembaruan kondisi posko, serta fungsi PWA.

Pengujian sistem dilakukan menggunakan Black Box Testing. Metode ini berfokus pada pengujian fungsi dan tampilan perangkat lunak berdasarkan masukan dan keluaran yang dihasilkan tanpa memeriksa struktur internal program.

Pengujian dilakukan dengan memberikan input pada setiap fungsi kemudian membandingkan hasil aktual dengan hasil yang diharapkan. Pengujian mencakup fungsi login, hak akses pengguna, pengelolaan data posko, pencarian posko terdekat, perhitungan jarak, informasi bencana, pembaruan kondisi posko, dan fungsi PWA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan aplikasi dilakukan menggunakan metode Prototype melalui lima tahapan, yaitu komunikasi, perencanaan, pemodelan perancangan, pembentukan prototype, serta penyerahan dan evaluasi. Hasil dari setiap tahapan digunakan sebagai dasar dalam proses pengembangan aplikasi web pemetaan posko bencana di Kota Padang.

Komunikasi

Tahap komunikasi dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai permasalahan dan kebutuhan pengguna dalam penyediaan informasi posko bencana. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak BPBD Kota Padang, diperoleh permasalahan terkait penyediaan informasi lokasi dan kondisi posko serta kebutuhan masyarakat untuk memperoleh informasi posko secara lebih mudah ketika terjadi kondisi darurat. Hasil komunikasi tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan fungsional dan nonfungsional sistem.

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, sistem memiliki tiga kelompok pengguna, yaitu Masyarakat, Admin, dan Petugas. Masyarakat berperan sebagai pengguna informasi publik yang dapat melihat peta sebaran posko, informasi detail posko, informasi bencana, dan mencari posko terdekat. Admin berperan dalam mengelola data posko, informasi bencana, kategori, dan pengguna. Petugas berperan dalam mengelola pembaruan kondisi operasional posko yang menjadi tanggung jawabnya.

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional *Sistem*

No.	Pengguna	Kebutuhan Fungsional
1	Masyarakat	Melihat peta sebaran posko
2	Masyarakat	Melihat detail informasi posko
3	Masyarakat	Melihat informasi bencana
4	Masyarakat	Mencari posko terdekat berdasarkan lokasi
5	Admin	Mengelola data posko
6	Admin	Mengelola kategori posko

7	Admin	Mengelola informasi bencana
8	Admin	Mengelola data pengguna/Petugas
9	Petugas	Melihat informasi posko yang menjadi tanggung jawab
10	Petugas	Memperbarui kondisi operasional posko
11	Petugas	Melihat riwayat pembaruan posko

Hasil tahap komunikasi menunjukkan bahwa sistem tidak hanya membutuhkan fungsi pemetaan, tetapi juga membutuhkan pembagian hak akses berdasarkan peran pengguna. Pembagian tersebut memungkinkan pengelolaan informasi dilakukan sesuai kewenangan. Masyarakat difokuskan pada akses informasi publik, Admin pada pengelolaan data sistem, sedangkan Petugas pada pemutakhiran kondisi operasional posko.

Dengan pembagian tersebut, proses pembaruan informasi posko dapat dilakukan oleh Petugas tanpa memberikan akses pengelolaan seluruh data sistem. Hal ini sesuai dengan kebutuhan penelitian yang menempatkan Petugas sebagai pihak yang melakukan pembaruan kondisi posko di lapangan.

Perencanaan

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan pada tahap komunikasi, dilakukan perencanaan fungsi dan teknologi yang akan diterapkan pada sistem. Perencanaan digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan masing-masing pengguna ke dalam fungsi sistem yang akan dikembangkan. Pendekatan User Story digunakan untuk menggambarkan kebutuhan berdasarkan peran pengguna sehingga fungsi yang dirancang dapat disesuaikan dengan kebutuhan Masyarakat, Admin, dan Petugas.

Pada sisi Masyarakat, sistem direncanakan menyediakan fungsi untuk mencari posko bencana terdekat berdasarkan lokasi pengguna, melihat informasi posko, serta memperoleh informasi bencana. Pada sisi Admin, sistem direncanakan menyediakan fungsi pengelolaan data posko, pengelolaan informasi bencana, dan pengelolaan akun Petugas. Sementara itu, Petugas direncanakan memiliki fungsi untuk memperbarui data dan kondisi operasional posko yang menjadi tanggung jawabnya.

Selain kebutuhan fungsional, direncanakan pula Kebutuhan nonfungsional mencakup aspek keamanan dan antarmuka. Aspek keamanan diterapkan melalui pembatasan akses berdasarkan peran pengguna, sedangkan antarmuka dirancang responsif agar dapat digunakan melalui perangkat komputer maupun smartphone.

Untuk mendukung penggunaan melalui perangkat mobile dan kondisi koneksi yang tidak stabil, sistem direncanakan menggunakan Progressive Web Apps (PWA) dengan Service Worker dan penyimpanan lokal. Fitur tersebut diarahkan untuk memungkinkan sumber daya dan informasi yang telah tersedia pada perangkat tetap dapat diakses ketika koneksi internet mengalami gangguan. kebutuhan akses luring masyarakat secara khusus disebutkan sebagai akses terhadap informasi posko yang telah tersimpan dalam cache.

Tabel 2. erencanaan Berdasarkan Peran Pengguna

No.	Pengguna	Perencanaan Fungsi
1	Masyarakat	Melihat peta dan informasi posko
2	Masyarakat	Mencari posko terdekat berdasarkan lokasi
3	Masyarakat	Melihat informasi bencana
4	Admin	Mengelola data posko
5	Admin	Mengelola informasi bencana
6	Admin	Mengelola akun Petugas
7	Petugas	Melihat informasi posko tanggung jawab
8	Petugas	Memperbarui kondisi/data posko
9	Petugas	Melihat riwayat pembaruan

Hasil perencanaan menunjukkan bahwa sistem dirancang berdasarkan perbedaan kebutuhan setiap kelompok pengguna. Masyarakat memperoleh fungsi yang berorientasi pada akses informasi dan pencarian lokasi, sedangkan Admin dan Petugas memperoleh fungsi pengelolaan sesuai dengan kewenangan masing-masing. Pembagian tersebut menjadi dasar dalam penerapan hak akses pada sistem sehingga fungsi pengelolaan data tidak diberikan kepada pengguna umum.

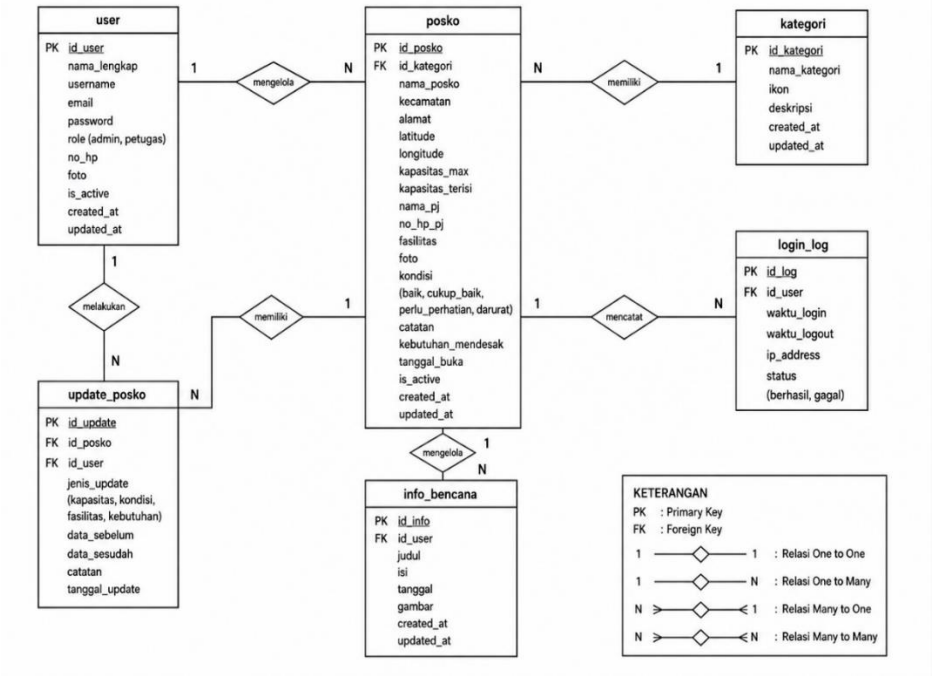
Perencanaan kebutuhan nonfungsional juga menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berfokus pada fungsi utama, tetapi mempertimbangkan aspek keamanan dan kemudahan penggunaan. Antarmuka responsif memungkinkan sistem digunakan pada berbagai ukuran perangkat, sedangkan penerapan PWA mendukung penggunaan aplikasi melalui perangkat mobile.

Pemodelan

Tahap pemodelan perancangan dilakukan untuk menghasilkan rancangan sistem sebagai dasar dalam proses pembentukan prototype. Pemodelan mencakup perancangan interaksi pengguna dengan sistem menggunakan Use Case Diagram dan perancangan struktur basis data menggunakan Entity Relationship Diagram (ERD).

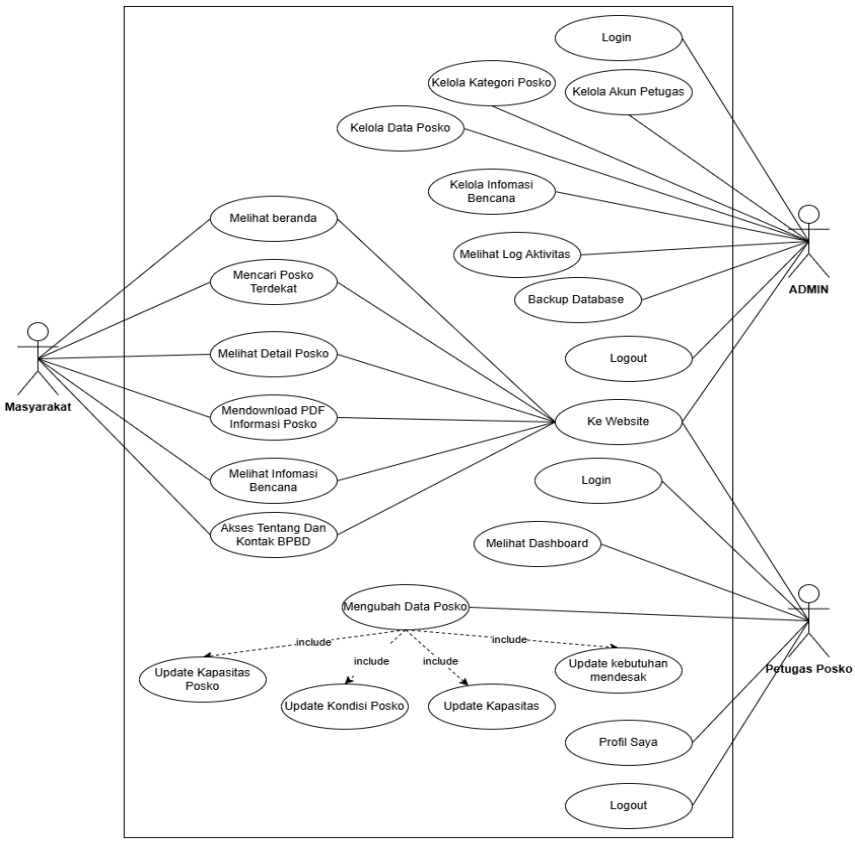
Use Case Diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi dan hak akses tiga kelompok pengguna, yaitu Masyarakat, Admin, dan Petugas. Masyarakat dapat mengakses informasi publik dan melakukan pencarian posko terdekat, Admin memiliki fungsi pengelolaan data sistem, sedangkan Petugas memiliki fungsi untuk melihat dan memperbarui kondisi posko yang menjadi tanggung jawabnya.

ERD digunakan untuk menggambarkan struktur dan hubungan antarentitas pada basis data. Entitas yang digunakan terdiri atas KATEGORI, POSKO, USER, UPDATE_POSKO, INFO_BENCANA, dan LOGIN_LOG. Rancangan tersebut menjadi dasar dalam pengelolaan data kategori, posko, pengguna, pembaruan kondisi posko, informasi bencana, dan aktivitas login.



Gambar 1 .*Entity Relationship Diagram*

ERD menggambarkan struktur basis data yang digunakan dalam sistem SigapPadang. Entitas yang digunakan mencakup data pengguna, data bencana, data posko, serta data lain yang mendukung proses pengelolaan informasi kebencanaan. Hubungan antarentitas dirancang untuk mendukung proses penyimpanan, pengelolaan, dan penyajian informasi posko bencana.



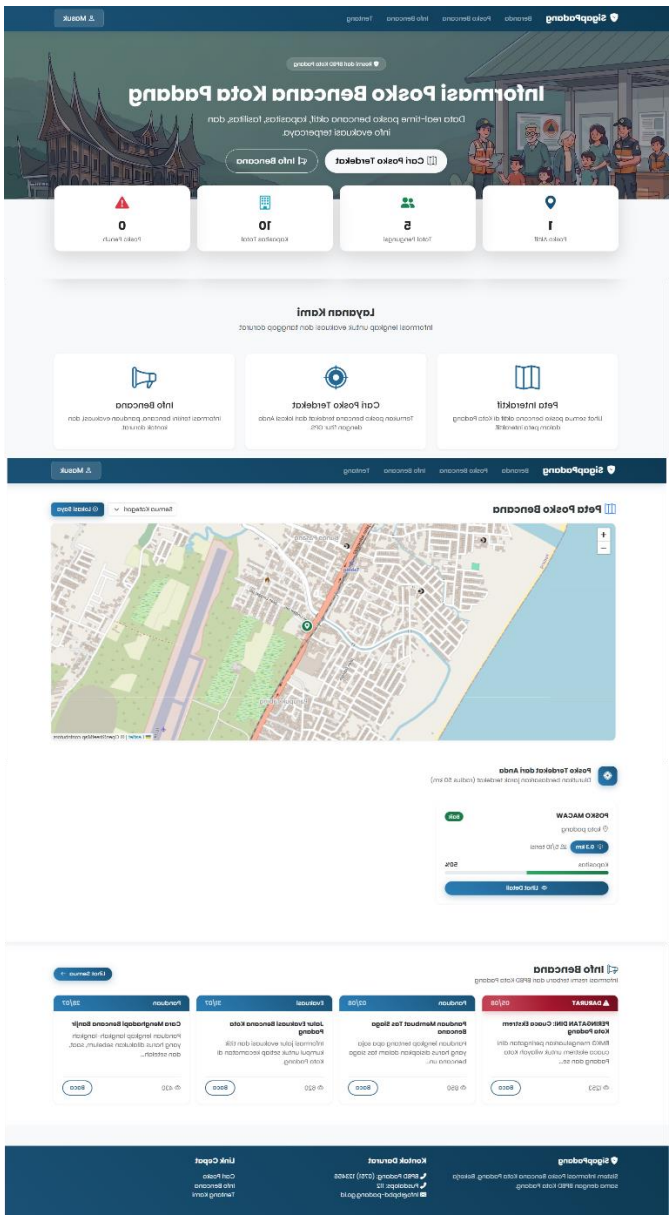
Gambar 2. *Use Case Diagram*

Use Case Diagram menggambarkan interaksi antara aktor dengan sistem. Sistem memiliki tiga aktor utama, yaitu Masyarakat, Petugas, dan Admin. Masyarakat dapat mengakses informasi bencana dan posko serta menggunakan fitur pencarian posko terdekat. Petugas memiliki fungsi pengelolaan dan pembaruan informasi posko, sedangkan Admin memiliki hak akses untuk mengelola dan mengawasi data sistem.

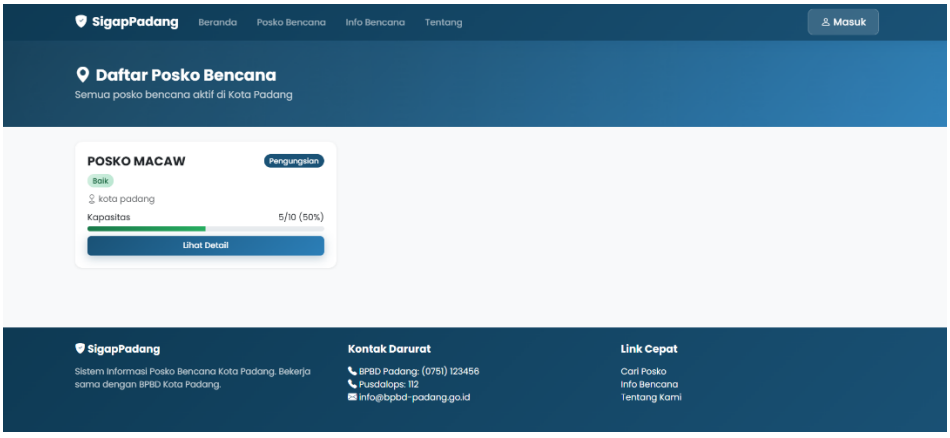
Hasil pemodelan menunjukkan bahwa sistem telah dirancang berdasarkan pembagian fungsi dan hak akses setiap pengguna. Use Case Diagram menggambarkan kebutuhan interaksi Masyarakat, Admin, dan Petugas, sedangkan ERD menggambarkan struktur data yang mendukung proses pengelolaan posko dan informasi bencana. Kedua rancangan tersebut menjadi acuan dalam proses implementasi prototype.

Pembentukan Prototype

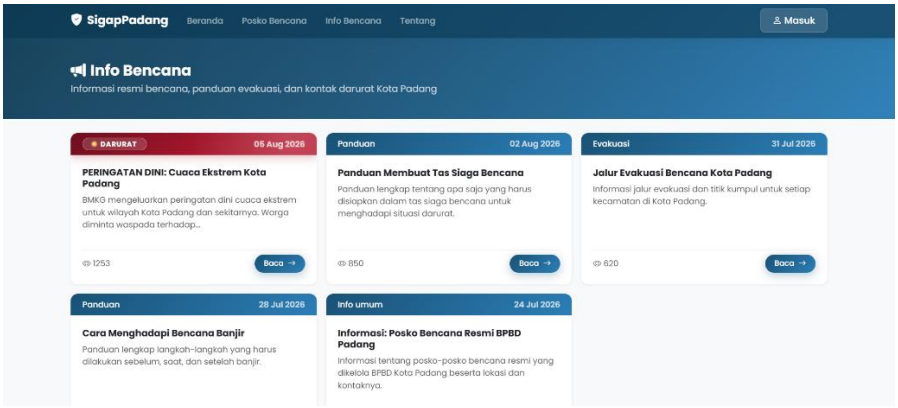
Tahap pembentukan prototype merupakan proses implementasi rancangan sistem menjadi aplikasi web yang dapat digunakan oleh Masyarakat, Admin, dan Petugas. Prototype yang dihasilkan terdiri dari beberapa halaman yang merepresentasikan fungsi utama sistem, mulai dari halaman beranda, peta posko, informasi detail posko, dashboard Admin, hingga halaman pembaruan kondisi posko oleh Petugas.



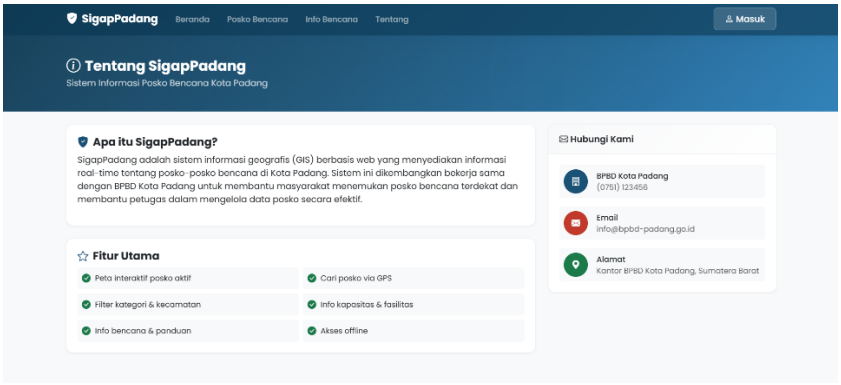
Gambar 3. *Landing Page*



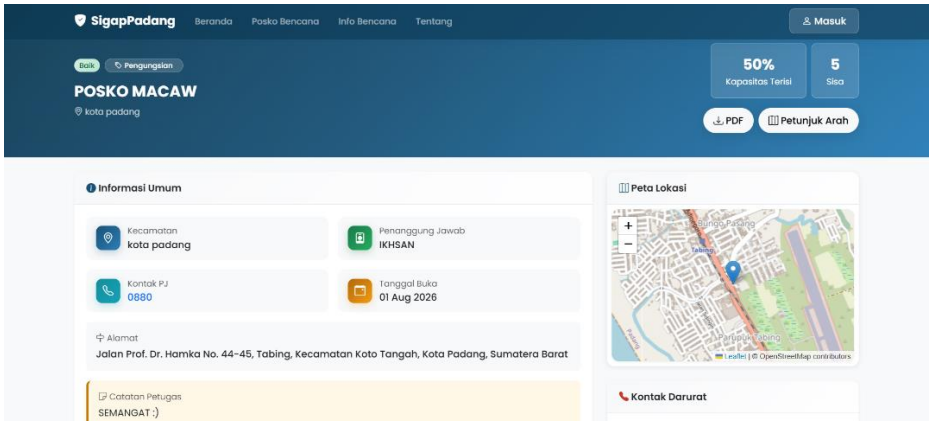
Gambar 4. Daftar Posko



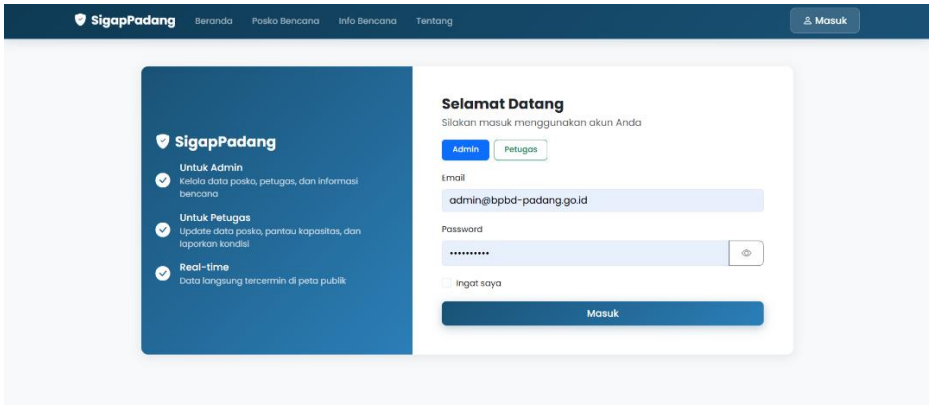
Gambar 5. Informasi bencana



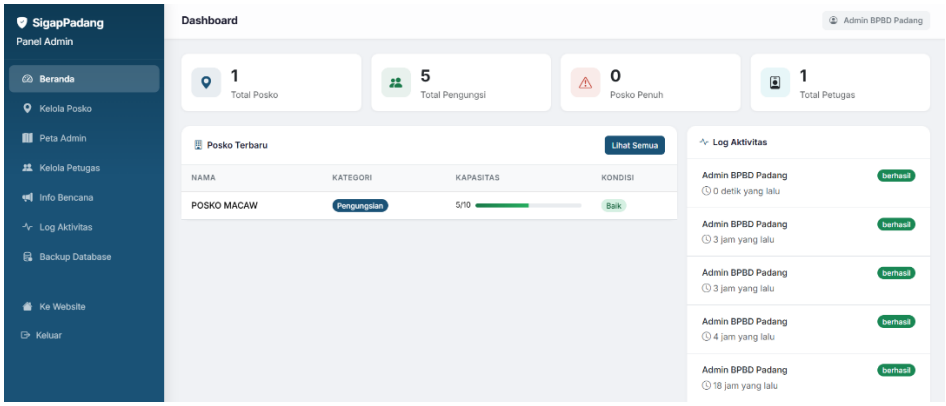
Gambar 6. Tentang



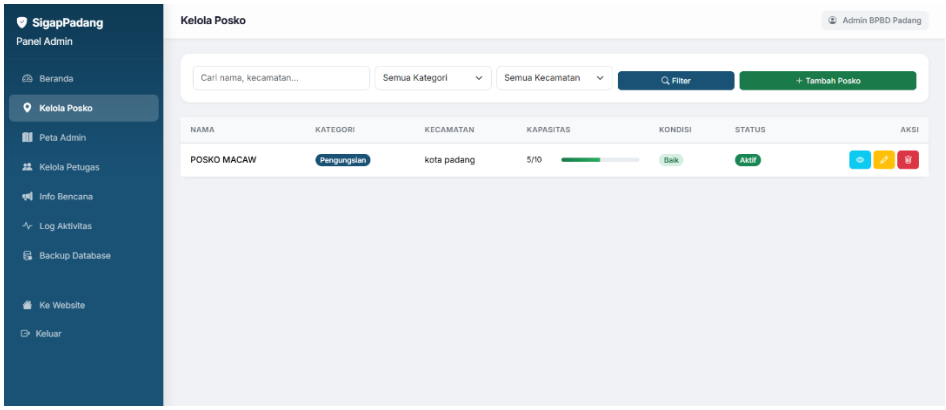
Gambar 7. Lihat Detail Posko



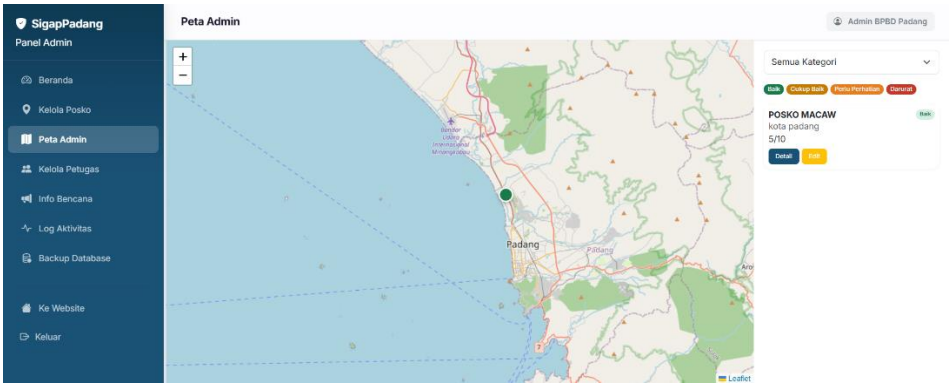
Gambar 8. Halaman Login Admin dan Petugas



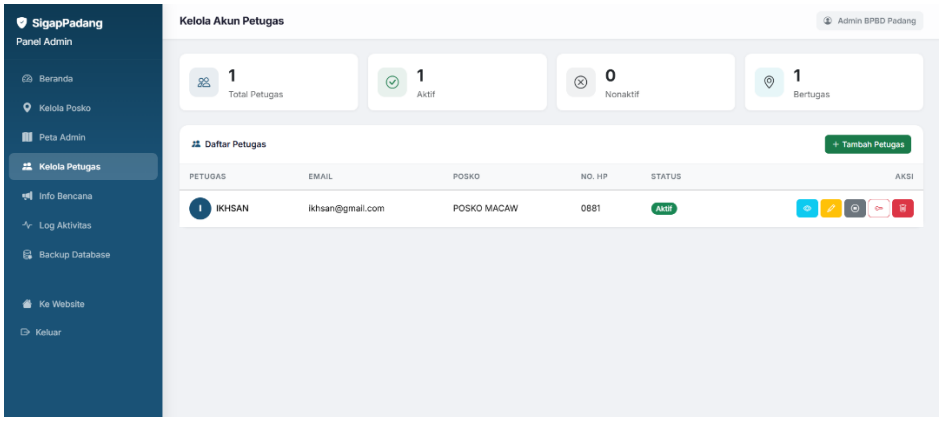
Gambar 9. Dashboard Admin



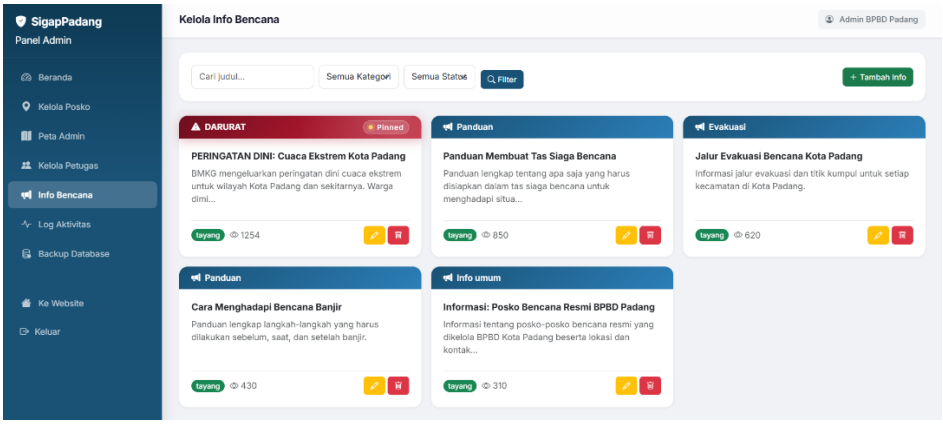
Gambar 10. Kelola Posko Admin



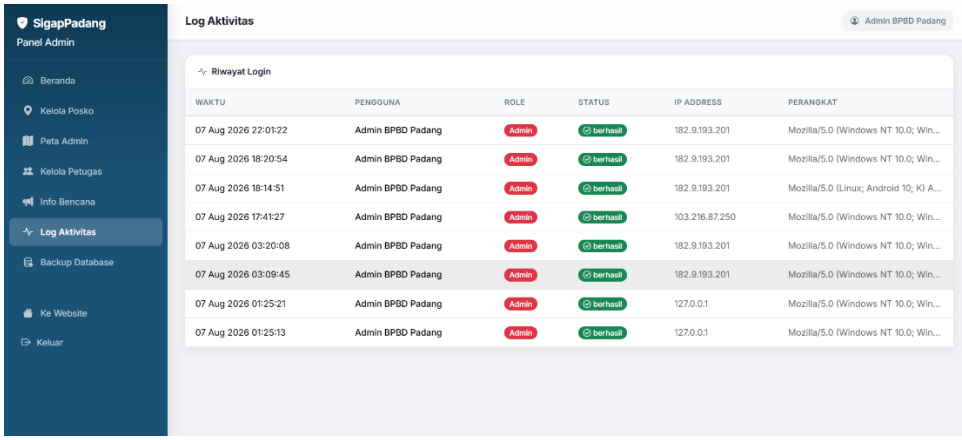
Gambar 11. Peta Posko Admin



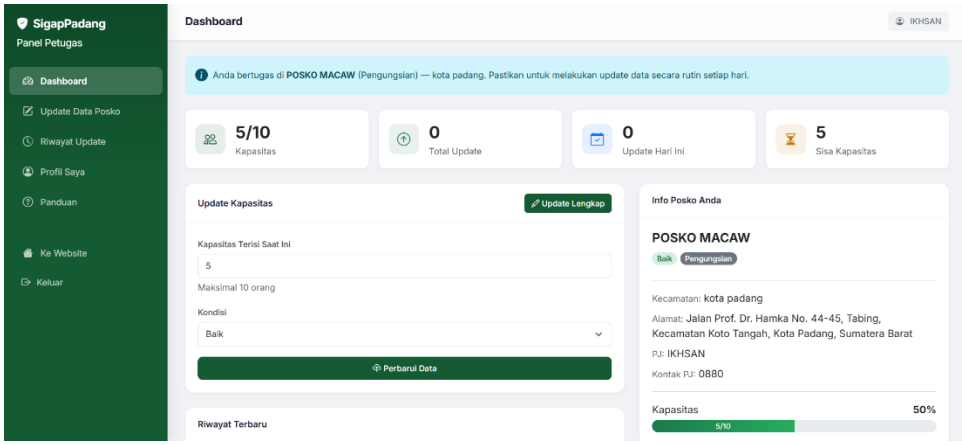
Gambar 12. Kelola Akun Admin



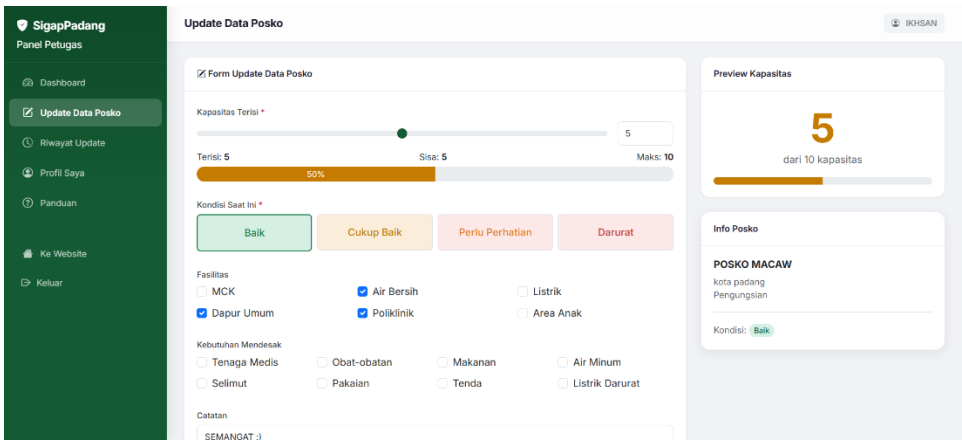
Gambar 13. Kelola Infomasi Bencana Admin



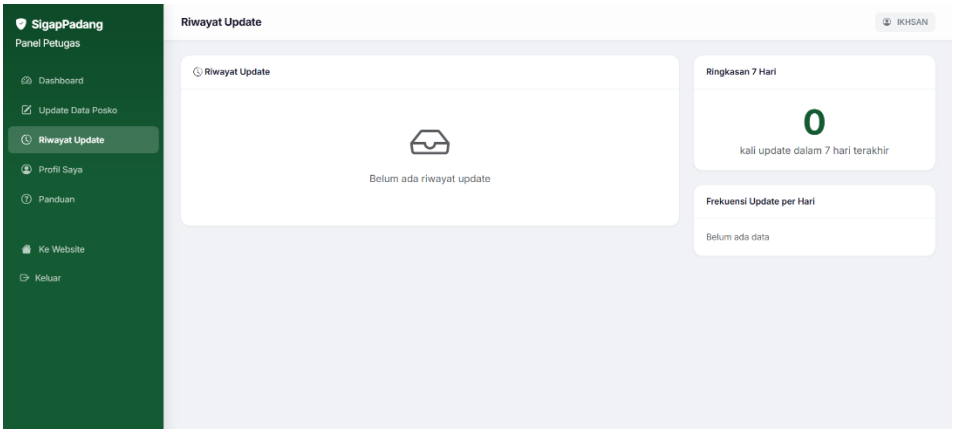
Gambar 14. Log aktivitas Admin



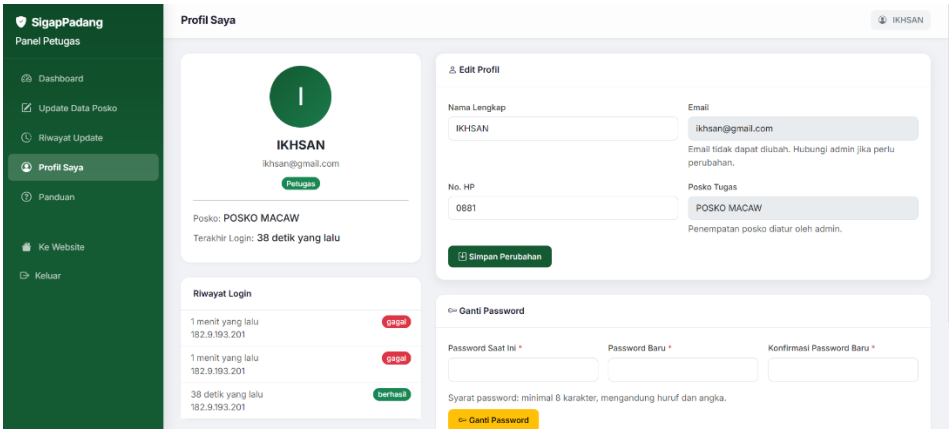
Gambar 15. *Dashboard* Petugas



Gambar 16. *Update* posko Petugas



Gambar 17. Riwayat *Update* Petugas



Gambar 18. *Profil* Saya Petugas

Implementasi Formula Haversine

Fitur pencarian posko terdekat diimplementasikan dengan memanfaatkan Location-Based Services (LBS) dan Formula Haversine. Sistem terlebih dahulu memperoleh koordinat lokasi pengguna melalui layanan geolocation, kemudian mengambil data koordinat posko bencana yang berstatus aktif. Setiap koordinat pengguna dibandingkan dengan koordinat posko untuk memperoleh nilai jarak.

Perhitungan jarak menggunakan Formula Haversine yang menentukan jarak antara dua titik berdasarkan koordinat latitude dan longitude. Formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

Rumus Haversine :
Rumus 1 :

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos(\varphi_1)\cos(\varphi_2)\sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right)$$

Rumus 2 :

$$c = 2\arctan 2\left(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}\right)$$

Rumus 3 :

$$d = R \times c$$

Keterangan:

d= jarak antara posisi pengguna dan posko dalam kilometer.

R= radius bumi sebesar 6.371 km.

φ_1= latitude posisi pengguna.

φ_2= latitude posisi posko.

λ_1= longitude posisi pengguna.

λ_2= longitude posisi posko.

$\Delta\varphi$= selisih latitude antara kedua titik.

$\Delta\lambda$= selisih longitude antara kedua titik.

a= nilai antara yang digunakan dalam perhitungan Haversine.

c= sudut pusat antara kedua titik.

Nilai latitude dan longitude terlebih dahulu dikonversi dari derajat ke radian sebelum digunakan dalam fungsi trigonometri. Setelah jarak seluruh posko diperoleh, sistem melakukan pengurutan berdasarkan nilai jarak dari yang terkecil hingga terbesar. Posko dengan nilai jarak terkecil kemudian ditampilkan sebagai rekomendasi posko terdekat kepada pengguna.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa Formula Haversine dapat digunakan untuk menentukan jarak antara lokasi pengguna dan posko bencana berdasarkan koordinat geografis. Proses pengurutan hasil perhitungan memungkinkan sistem menampilkan posko berdasarkan kedekatan lokasi, sehingga fitur tersebut dapat membantu masyarakat dalam menemukan posko yang berada paling dekat dengan posisi pengguna.

Implementasi Progressive Web Apps (PWA)

Progressive Web Apps (PWA) diterapkan pada aplikasi untuk mendukung akses melalui perangkat mobile serta membantu penggunaan aplikasi ketika terjadi gangguan koneksi internet. Implementasi PWA menggunakan Service Worker dan Web Storage untuk mengelola sumber daya dan penyimpanan data pada sisi perangkat.

Service Worker digunakan untuk menyimpan sumber daya aplikasi yang diperlukan ke dalam cache sehingga sumber daya yang telah tersedia dapat tetap digunakan ketika koneksi internet mengalami gangguan. Sementara itu, Web Storage digunakan untuk menyimpan data tertentu pada perangkat pengguna. Pada sisi Petugas, mekanisme penyimpanan lokal digunakan untuk mempertahankan draf data operasional ketika koneksi terputus, kemudian data dapat disinkronkan kembali ketika koneksi tersedia. Hal ini sesuai dengan hasil implementasi yang menunjukkan penggunaan Service Worker dan Web Storage untuk mempertahankan data operasional Petugas ketika koneksi terputus.

PWA diterapkan pada sisi Masyarakat dan Petugas. Pada sisi Masyarakat, PWA mendukung akses terhadap informasi posko, informasi bencana, dan pencarian posko. Pada sisi Petugas, PWA mendukung akses terhadap fungsi operasional dan pembaruan kondisi posko melalui perangkat mobile.

Penyerahan dan Evaluasi

Tahap penyerahan dan evaluasi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian prototype dengan kebutuhan fungsional yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan menggunakan Black Box Testing dengan menguji fungsi sistem berdasarkan skenario, hasil yang diharapkan, dan hasil aktual yang diperoleh.

Pengujian mencakup fungsi autentikasi, pembatasan hak akses, geolocation, pencarian posko terdekat menggunakan Formula Haversine, informasi detail posko, pengunduhan PDF, instalasi PWA, akses

terhadap sumber daya yang tersimpan pada cache, pengelolaan data posko, informasi bencana, pembaruan kapasitas, dan riwayat pembaruan.
Berdasarkan hasil pengujian terhadap 16 skenario, seluruh skenario memperoleh status Berhasil. Hal tersebut menunjukkan bahwa fungsi yang diuji dapat berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Tabel 3. *Black Box Testing*

No	Fitur Yang Di Uji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Login Sukses	Memasukkan email dan kata sandi yang valid, lalu klik Login.	Sistem mengarahkan ke dasbor Admin atau Petugas sesuai hak akses.	Berhasil
2	Login Gagal	Memasukkan email atau kata sandi yang salah/asal.	Sistem menolak masuk dan menampilkan pesan "Email atau Password salah".	Berhasil
3	Pembatasan Akses	Petugas mencoba mengetik URL halaman kelola posko milik Admin.	Sistem memblokir akses dan mengarahkan kembali ke dasbor petugas.	Berhasil
4	Logout	Menekan tombol keluar (Logout) dari dalam dasbor.	Sesi (session) dihapus dan pengguna dikembalikan ke halaman Login.	Berhasil
5	Izin GPS Ditolak	Menekan tombol "Cari Posko" namun pengguna menolak (Block) izin akses lokasi di HP.	Sistem memunculkan pesan peringatan "Gagal mendapatkan lokasi Anda".	Berhasil
6	Algoritma Haversine	Menekan tombol "Cari Posko" dan mengizinkan akses lokasi (GPS).	Sistem membaca koordinat pengguna, menghitung jarak ke posko, dan menampilkan daftar posko berdasarkan jarak terdekat.	Berhasil
7	Detail Posko	Mengklik nama salah satu posko di daftar pencarian.	Sistem memunculkan detail sisa kapasitas, fasilitas, dan kontak darurat posko tersebut.	Berhasil
8	Unduh PDF Posko	Mengklik tombol "Download PDF" pada halaman detail posko.	Sistem berhasil membuat (generate) dan mengunduh fail PDF berisi rincian info posko tersebut ke perangkat pengguna.	Berhasil
9	Instalasi PWA	Masyarakat membuka web dari browser HP (Google Chrome).	Muncul penawaran "Tambahkan ke Layar Utama", dan web terinstal menjadi aplikasi di HP.	Berhasil
10	Akses Tanpa Internet	Masyarakat mematikan internet (Mode Pesawat) lalu membuka aplikasi PWA.	Aplikasi tetap terbuka, peta dasar dan daftar posko muncul bersumber dari memori cache.	Berhasil
11	Tambah Posko	Admin mengisi data posko baru, mengatur koordinat, dan klik "Simpan".	Data tersimpan di database dan penanda (marker) posko langsung muncul di peta.	Berhasil
12	Edit Posko	Admin mengubah jumlah kapasitas maksimal pada posko yang sudah ada.	Data kapasitas berhasil diperbarui di sistem.	Berhasil
13	Hapus Posko	Admin menekan tombol hapus pada salah satu data posko.	Muncul konfirmasi, dan titik posko tersebut hilang dari peta publik.	Berhasil
14	Update Info Bencana	Admin menambahkan atau mengedit artikel	Artikel berhasil tersimpan dan langsung muncul di	Berhasil

		peringatan/info bencana lalu mengeklik simpan.	halaman "Info Bencana" pada tampilan masyarakat.	
15	Update Kapasitas	Petugas mengetik jumlah pengungsi baru yang masuk dan menekan simpan.	Sisa kuota posko tersebut otomatis berkurang sesuai data yang diinputkan.	Berhasil
16	Riwayat Update	Petugas membuka menu riwayat laporan.	Sistem menampilkan tabel riwayat kapan saja petugas melakukan perubahan data.	Berhasil

Hasil Black Box Testing menunjukkan bahwa seluruh 16 skenario pengujian dapat dijalankan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Pada aspek keamanan, pengujian login dan pembatasan akses menunjukkan bahwa sistem dapat membedakan akses Admin dan Petugas. Pada aspek Location-Based Services, sistem dapat menangani kondisi ketika izin GPS ditolak serta menjalankan pencarian posko ketika izin lokasi diberikan.

Pada fungsi pengelolaan data, proses penambahan, perubahan, dan penghapusan posko serta pembaruan informasi bencana dapat berjalan sesuai skenario. Sementara itu, pada sisi Petugas, pembaruan kapasitas dan pencatatan riwayat perubahan dapat dijalankan sesuai fungsi yang dirancang. Pengujian PWA juga menunjukkan bahwa aplikasi dapat dipasang pada perangkat dan sumber daya yang telah tersimpan pada cache dapat digunakan ketika perangkat berada dalam kondisi tanpa koneksi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan dan pengujian, telah dihasilkan aplikasi web pemetaan posko bencana di Kota Padang yang menyediakan informasi lokasi dan kondisi posko bagi masyarakat serta mendukung pengelolaan data oleh Admin dan Petugas. Sistem dikembangkan menggunakan metode Prototype melalui tahapan komunikasi, perencanaan, pemodelan perancangan, pembentukan prototype, serta penyerahan dan evaluasi.

Penerapan Location-Based Services (LBS) dan Formula Haversine memungkinkan sistem menghitung jarak antara lokasi pengguna dengan posko berdasarkan koordinat geografis dan menampilkan posko berdasarkan jarak terdekat. Fitur ini memberikan informasi lokasi yang lebih relevan bagi masyarakat ketika membutuhkan posko bencana.

Penerapan Progressive Web Apps (PWA) memberikan dukungan akses melalui perangkat mobile serta memungkinkan sumber daya dan data tertentu yang telah tersimpan pada perangkat tetap digunakan ketika koneksi internet mengalami gangguan. Pada sisi Petugas, penyimpanan lokal juga mendukung proses pembaruan data operasional ketika koneksi tidak tersedia.

Hasil Black Box Testing terhadap 16 skenario menunjukkan bahwa seluruh skenario berhasil dijalankan sesuai dengan hasil yang diharapkan, sehingga diperoleh tingkat keberhasilan pengujian sebesar 100% (16 dari 16 skenario). Hasil tersebut menunjukkan bahwa fungsi utama sistem, meliputi autentikasi, pembatasan hak akses, geolocation, pencarian posko terdekat, pengelolaan data posko, informasi bencana, PWA, serta pembaruan data Petugas, telah berjalan sesuai dengan kebutuhan yang ditetapkan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian yang berjudul "Implementasi Algoritma Haversine dan Progressive Web Apps pada Aplikasi Web Pemetaan Posko Bencana di Kota Padang" dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Dedy Irfan, S.Pd., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, dan masukan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini.

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua tercinta atas segala kasih sayang, doa, dan dukungan yang tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Universitas Negeri Padang, khususnya Departemen Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, serta Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Padang yang telah memberikan dukungan, informasi, dan kesempatan dalam pelaksanaan penelitian ini.
Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan motivasi selama proses perancangan, pengembangan, pengujian, hingga penyelesaian penelitian ini. Semoga segala bantuan dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang terbaik dari Allah SWT.

DAFTAR PUSTAKA

Alda, M. (2023). Pengembangan Aplikasi Pengolahan Data Siswa Berbasis Android Menggunakan Metode Prototyping. *Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA), 13*(1), 11–23. https://doi.org/10.34010/jamika.v13i1.8216.

Hidayati, R., & Mutiah, N. (2022). Penerapan Metode Haversine Formula Pada Pencarian Lokasi Fasilitas Kesehatan Terdekat. *Jurnal Media Informatika Budidarma, 6*(1), 278–286. https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3445.

Muhammad, F., Hadi, A., & Irfan, D. (2018). Pengembangan Sistem Informasi Panduan Mitigasi Bencana Alam Provinsi Sumatera Barat Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan, 11*(1), 27–42. https://doi.org/10.24036/tip.v11i1.93.

Mulia, F. A., & Handayani, W. (2024). Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kerawanan Bencana Banjir Kota Padang Tahun 2011–2022. *Geoid, 19*(2), 192–201. https://doi.org/10.12962/geoid.v19i2.1205.

Muawwal, A. (2024). The Implementation of PWA (Progressive Web App) Technology in Enhancing Website Performance & Mobile Accessibility. *Buletin Pos dan Telekomunikasi, 22*(1), 25–36. https://doi.org/10.17933/bpostel.v22i1.395.

Prihantoro, D. D., & Wahyuddin, M. I. (2022). Implementasi Algoritma Haversine Formula dan Location Based Service Pada Aplikasi Pencarian Lokasi Bird Contest Berbasis Android. *Jurnal Media Informatika Budidarma, 6*(1), 663–671. https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3546.

Schiller, J., & Voisard, A. (Eds.). (2004). *Location-Based Services*. Morgan Kaufmann.

Warman, I., & Ardila, A. (2022). Sistem Informasi Mitigasi Rawan Bencana Kota Padang Berbasis Web-ArcGIS. *Explore: Jurnal Sistem Informasi dan Telematika, 13*(1), 38–44. https://doi.org/10.36448/jsit.v13i1.2536.

Yanto, G., Rahmelina, L., & Rahayu, M. S. (2020). Sistem Informasi Geografis Tempat dan Potensi Evakuasi Sementara Bencana Tsunami di Kota Padang. *SIMTIKA, 3*(3), 1–8.

Yulianto, Y., Ramadiani, R., & Kridalaksana, A. H. (2018). Penerapan Formula Haversine pada Sistem Informasi Geografis Pencarian Jarak Terdekat Lokasi Lapangan Futsal. *Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, 13*(1), 14–21. https://doi.org/10.30872/jim.v13i1.1027.