

Optimalisasi koordinasi kelompok perjalanan melalui aplikasi pelacakan lokasi berbasis android

Adzikirani¹, Abdul Rasyid², dan Rizky Ardiansyah³

e-mail: ¹adzikirani@polinema.ac.id, ²abdul.rasyid@polinema.ac.id, ³rizkyardiansyah@polinema.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 30 September 2023

Direvisi 26 Oktober 2023

Diterbitkan 30 Oktober 2023

Kata kunci:

Pelacakan
Koordinasi
Android

Keywords:

Tracking
Coordination
Android

ABSTRAK

Pelacakan lokasi antara ketua kelompok perjalanan, seperti *tour guide*, dengan anggota kelompok esensial untuk memastikan koordinasi, efisiensi, dan keamanan selama perjalanan. Penelitian ini mengembangkan sebuah aplikasi seluler berbasis Android untuk memfasilitasi hal tersebut. Menggunakan teknologi GPS, aplikasi ini memungkinkan ketua kelompok untuk memantau lokasi real-time anggota, menyebarkan pesan broadcast, serta memastikan seluruh anggota berada dalam jangkauan yang aman. Sementara anggota dapat melihat lokasi ketua, melihat jarak dari posisi mereka, dan menerima informasi penting secara cepat. Hasil uji coba lapangan menunjukkan *margin error* aplikasi berkisar antara 1 hingga 9.1742 meter dengan keterlambatan notifikasi sekitar 1-3 detik. Meskipun ada keterlambatan tersebut, komunikasi real-time tetap efektif. Aplikasi ini dapat meningkatkan koordinasi, mempercepat respons waktu dalam situasi darurat, dan memperkaya pengalaman perjalanan dengan menjamin keamanan serta komunikasi yang efisien.

ABSTRACT

Tracking the location between the group leader, such as a tour guide, and group members is essential for ensuring coordination, efficiency, and safety during travels. This research developed a mobile application based on the Android platform to facilitate this need. Utilizing GPS technology, the application allows the group leader to monitor members' real-time locations, disseminate broadcast messages, and ensure all members are within a safe range. Conversely, members can view the leader's location, gauge the distance from their position, and swiftly receive crucial information. Field testing results indicate the application has a location margin error ranging between 1 to 9.1742 meters, with a notification delay of about 1-3 seconds. Despite this delay, real-time communication remains effective. This application can enhance coordination, expedite response times in emergencies, and enrich the travel experience by ensuring safety and efficient communication.

Penulis Korespondensi:

Abdul Rasyid

Jurusan Teknik Elektro,

Politeknik Negeri Malang,

Jl. Sukarno Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia.

Email: abdul.rasyid@polinema.ac.id

1. PENDAHULUAN

Dalam era digital saat ini, perjalanan kelompok, baik untuk tujuan wisata maupun kegiatan lainnya, menghadapi tantangan unik dalam koordinasi dan keamanan[1]. Rheingold[2], menjelaskan bagaimana teknologi digital telah merevolusi cara kita berinteraksi dan berkomunikasi dalam kelompok besar. Dalam situasi dimana kelompok-kelompok menjadi terpisah karena berbagai aktivitas atau ketertarikan, koordinasi yang efektif menjadi esensial. Ling dan Donner[3], mencatat bahwa perangkat mobile sekarang menjadi alat komunikasi utama kita. Terutama, platform Android, yang mendominasi pasar perangkat mobile menurut data dari IDC [4], menawarkan solusi potensial bagi tantangan tersebut. Dengan adanya kemajuan teknologi geolokasi seperti yang disoroti oleh Farman[5], serta kemampuan komunikasi real-time, terbuka peluang untuk pengembangan aplikasi yang dapat meningkatkan koordinasi dan keamanan selama perjalanan.

Penelitian oleh Sugimoto et al.[6] mengeksplorasi hubungan antara mobilitas pengunjung dan struktur spasial destinasi pariwisata urban. Menggunakan teknologi pelacakan GPS, penelitian tersebut mengkaji bagaimana mobilitas pengunjung di distrik Ueno, Tokyo, dipengaruhi oleh faktor-faktor spasial dan transportasi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pemahaman tentang perilaku mobilitas pengunjung sangat penting untuk manajemen destinasi pariwisata yang efektif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan dan mengevaluasi aplikasi yang dirancang khusus untuk meningkatkan koordinasi dan keamanan selama perjalanan kelompok.

Selanjutnya, teknologi pelacakan telah menjadi pendekatan kunci dalam memahami perilaku wisatawan di daerah tujuan. Sunardi et al.[7] mengembangkan sistem berbasis Android untuk melacak wisatawan asing di Kota Makassar, Indonesia, memanfaatkan teknologi GPS untuk mengakses data lokasi wisatawan secara real-time. Selain itu, integrasi dengan teknologi peta, seperti Google Map, memungkinkan untuk memahami perilaku perjalanan wisatawan dengan lebih baik. Namun, berbeda dengan fokus penelitian Sunardi et al. [7], penelitian ini lebih menekankan pada bagaimana teknologi digital, khususnya platform Android, dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan koordinasi dan keamanan perjalanan kelompok. Sementara Sunardi et al. lebih memfokuskan pada pelacakan lokasi wisatawan, penelitian ini melihat ke dalam potensi solusi yang lebih luas yang dapat ditawarkan oleh teknologi digital.

Berdasarkan hal tersebut diatas, penelitian ini menawarkan pendekatan inovatif dengan menggabungkan aspek-aspek kunci dari literatur sebelumnya untuk memahami bagaimana teknologi digital, khususnya platform Android, dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan koordinasi dan keamanan selama perjalanan kelompok. Sementara penelitian-penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi aspek-aspek individu dari teknologi ini, penelitian ini menyatukan berbagai konsep dan inovasi untuk memberikan solusi komprehensif bagi tantangan yang dihadapi saat berpergian dalam kelompok besar. Ini mencakup komunikasi real-time, integrasi dengan teknologi geolokasi, dan aplikasi yang dirancang khusus untuk meningkatkan koordinasi dan keamanan. Ini tidak hanya menawarkan wawasan teoritis, tetapi juga solusi praktis untuk tantangan kontemporer dalam perjalanan kelompok.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini mengadopsi pendekatan Waterfall. Model Waterfall merupakan salah satu model SDLC yang sering digunakan dalam pengembangan sistem informasi atau perangkat lunak. Model ini menggunakan pendekatan sistematis dan berurutan[8]. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap tahap penelitian diselesaikan sebelum bergerak ke tahap berikutnya.

2.1. Pencarian Literasi

Di tahap awal, pencarian literasi dilakukan untuk memahami literatur yang relevan dengan fokus penelitian, yaitu pemanfaatan teknologi digital dan platform Android dalam meningkatkan koordinasi dan keamanan selama perjalanan kelompok. Melalui kajian literatur, temuan penelitian sebelumnya diidentifikasi dan gap atau kekosongan literatur ditemukan.

2.2. Pembuatan dan Perancangan Aplikasi

Berdasarkan hasil dari tahap pencarian literasi, aplikasi dirancang untuk memenuhi kebutuhan spesifik. Desain antarmuka pengguna diutamakan agar intuitif dan mudah digunakan, dengan penanda lokasi yang jelas dan legenda yang mudah dimengerti. Fitur-fitur lain yang disertakan dalam aplikasi ini meliputi: pemberitahuan real-time jika salah satu anggota kelompok keluar dari zona yang ditentukan, kemampuan untuk mengirim pesan singkat ke anggota kelompok lain, serta integrasi dengan teknologi geolokasi untuk mendapatkan lokasi yang akurat.

Arsitektur sistem aplikasi dibuat dengan mempertimbangkan kebutuhan untuk menangani banyak pengguna secara bersamaan, serta mengintegrasikan dengan API peta Google Map. API Google Maps adalah fungsi pemrograman yang disediakan oleh Google Maps sehingga Google Maps dapat diintegrasikan ke dalam situs web atau aplikasi yang sedang dibuat oleh pengguna [9].

Aplikasi yang dikembangkan khusus dirancang untuk berjalan pada sistem operasi Android. Inti dari aplikasi ini adalah pemanfaatan Google Maps API, yang memungkinkan pemetaan lokasi secara visual dan

interaktif bagi pengguna. Untuk memastikan kecepatan dan akurasi dalam pertukaran data lokasi antar pengguna, aplikasi ini memanfaatkan *Firestore Realtime Database*. Melalui Firestore, data lokasi dapat disimpan, diperbarui, dan dikirimkan dalam waktu nyata, sehingga memungkinkan pemantauan lokasi kontinu dan komunikasi efektif antara anggota kelompok. Integrasi antara Google Maps API dan Firestore Realtime Database memastikan bahwa aplikasi mampu memberikan informasi lokasi yang *up-to-date* dan akurat kepada pengguna, memaksimalkan fungsi koordinasi dan komunikasi selama perjalanan kelompok [10].

2.3. Implementasi Aplikasi

Dalam fase implementasi, aplikasi dirancang khusus untuk berfungsi pada sistem operasi Android. Untuk kemampuan pemetaan, aplikasi memanfaatkan Google Maps API, memungkinkan penampilan peta yang detail dan akurat. Data lokasi pengguna diperoleh melalui teknologi geolokasi dan selanjutnya disimpan dan disinkronkan dalam waktu nyata menggunakan *Firestore Realtime Database*. Firestore digunakan sebagai backend dikarenakan kemampuannya untuk memperbarui dan menyinkronkan data dalam waktu nyata (real-time) [11], yang penting dalam konteks koordinasi kelompok ini. Selain itu, fitur komunikasi real-time diintegrasikan ke dalam aplikasi, memungkinkan ketua kelompok dan anggota untuk berkomunikasi secara efisien, terutama dalam situasi darurat atau ketika terjadi perubahan rencana mendadak. Secara keseluruhan, implementasi aplikasi menekankan pada aspek kecepatan, akurasi, dan komunikasi untuk memaksimalkan koordinasi antara ketua kelompok dan anggotanya. Berikut adalah flowchart aplikasi yang menggambarkan jalannya aplikasi pada Gambar 1.

Dari flowchart diatas dapat diambil keterangan sebagai berikut,



Gambar 1. Flowchart aplikasi

1. **Mulai Aplikasi**
2. **Login/Sign-up**
 - Jika belum memiliki akun, pengguna dapat mendaftar.
 - Jika sudah memiliki akun, pengguna dapat login.
3. **Memilih Peran**
 - Ketua Kelompok
 - Anggota Kelompok
4. Jika **Ketua Kelompok**:
 - **Memulai Kelompok Perjalanan**
 - Menginput informasi kelompok seperti nama kelompok, destinasi, dll.
 - Mendapatkan link atau kode undangan untuk anggota.

- **Lihat Lokasi Anggota**
 - Peta menampilkan lokasi real-time semua anggota.
 - **Kirim Pesan Broadcast**
 - Menulis pesan.
 - Mengirim ke semua anggota kelompok.
5. Jika **Anggota Kelompok**:
- **Join Kelompok Perjalanan**
 - Menginput kode atau link undangan dari ketua.
 - **Lihat Lokasi Ketua Kelompok**
 - Peta menampilkan lokasi real-time ketua.
 - Menampilkan jarak dari posisi mereka ke ketua.
 - **Terima Pesan Broadcast**
 - Menerima notifikasi.
 - Membaca pesan dari ketua.
6. **Pengaturan Aplikasi**
- Mengubah informasi profil.
 - Log out.
7. **Keluar Aplikasi**

2.4. Pengujian

Aplikasi yang telah dikembangkan diuji untuk memastikan fungsionalitasnya. Pengujian meliputi perbandingan antara jarak sebenarnya dengan jarak yang ditampilkan dalam aplikasi, pengukuran selisih waktu antara perubahan lokasi sebenarnya dan waktu tampilannya pada aplikasi, delay adalah Adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan [12], serta evaluasi kesesuaian data yang disajikan oleh aplikasi dengan kondisi sebenarnya.

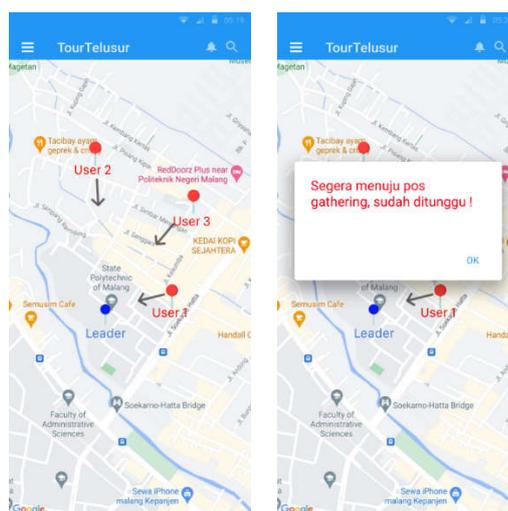
2.5. Analisa

Setelah pengujian selesai, data yang diperoleh selama pengujian dianalisis untuk menilai efektivitas aplikasi, dimana efektifitas aplikasi tersebut dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan koordinasi dan keamanan pada kelompok perjalanan. Analisis ini memberikan wawasan tentang bagaimana aplikasi bekerja dalam situasi nyata, kekuatan dan keterbatasan aplikasi, serta rekomendasi untuk perbaikan atau peningkatan di masa depan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Implementasi

Aplikasi dirancang dengan antarmuka yang intuitif, memastikan kemudahan dalam penggunaannya baik untuk ketua kelompok (*leader*) maupun anggota (*user*). Aplikasi ini disertai dengan visualisasi peta yang menunjukkan lokasi dari masing-masing anggota dan ketua kelompok, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Tampilan Desain Aplikasi

Dalam aplikasi ini, ada dua mode operasional utama:

- a. **Mode Leader:** Dalam mode ini, ketua kelompok dapat:

- Mengetahui lokasi dari seluruh anggota kelompok dalam waktu nyata di peta.
- Mengirimkan notifikasi ke anggota kelompok tertentu atau ke seluruh anggota kelompok. Notifikasi ini dapat berfungsi sebagai sarana komunikasi, misalnya untuk memberitahu tentang perubahan rute, waktu istirahat, atau informasi penting lainnya.

b. **Mode User:** Dalam mode ini, anggota kelompok dapat:

- Mengetahui lokasi ketua kelompok.
- Melihat jarak antara dirinya dengan ketua kelompok dalam satuan meter.
- Menerima notifikasi dari ketua kelompok.
- Memiliki fitur tombol "Meminta Bantuan" yang dapat ditekan saat anggota merasa butuh pertolongan atau dalam situasi darurat. Saat tombol ini ditekan, notifikasi khusus akan dikirim ke ketua kelompok untuk memberi tahu bahwa anggota tersebut memerlukan bantuan.

Desain antarmuka pengguna dan fitur-fitur yang ada dalam aplikasi ini dikembangkan berdasarkan kebutuhan spesifik dari skenario perjalanan kelompok. Tujuannya adalah untuk memaksimalkan koordinasi antara ketua dan anggota kelompok, serta meningkatkan keamanan selama perjalanan. Integrasi antara peta real-time, komunikasi, dan fitur-fitur khusus lainnya menjadikan aplikasi ini sebagai solusi komprehensif untuk tantangan yang dihadapi saat berpergian dalam kelompok besar.

3.2. Hasil Pengujian

Pengujian merupakan salah satu tahapan krusial dalam proses pengembangan aplikasi. Untuk memastikan aplikasi berfungsi dengan optimal dan dapat dipercaya, beberapa jenis pengujian dilakukan.

3.2.1. Pengujian Keakuratan Lokasi

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan lokasi yang ditampilkan oleh aplikasi dengan lokasi sebenarnya dari pengguna dari google map [13]. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa teknologi geolokasi yang digunakan oleh aplikasi dapat menampilkan lokasi pengguna dengan akurasi yang tinggi.

Dalam pengujian ini, digunakan metode perbandingan antara koordinat GPS yang ditampilkan oleh aplikasi dengan koordinat GPS sebenarnya yang diambil langsung dari perangkat. Selisih jarak antara kedua koordinat tersebut dihitung menggunakan rumus Haversine [14].

Tabel 1. Hasil Pengujian Keakuratan Lokasi

No	Lokasi Sebenarnya (Koordinat)	Lokasi pada Aplikasi (Koordinat)	Selisih Jarak (meter)
1	-7.947244, 112.615545	-7.947203, 112.615594	7.043
2	-7.946541, 112.615542	-7.946525, 112.615623	9.172
3	-7.945514, 112.615317	-7.945540, 112.615364	5.929
4	-7.945111, 112.614616	-7.945097, 112.614614	1.5722
5	-7.944060, 112.614660	-7.943998, 112.614665	6.919

Dari hasil pengujian yang disajikan dalam tabel, terlihat bahwa aplikasi memiliki kemampuan dalam menampilkan lokasi dengan akurasi yang cukup baik. Selisih jarak antara lokasi sebenarnya dan lokasi yang ditampilkan oleh aplikasi terendah adalah 1.5722 meter (titik ke-4) dan terbesar adalah 9.172 meter (titik ke-2). Meskipun terdapat variasi dalam selisih jarak antar titik, namun rata-rata selisihnya masih di bawah 10 meter. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi dapat diandalkan dalam situasi nyata, khususnya dalam konteks perjalanan kelompok. Ketepatan lokasi yang ditampilkan oleh aplikasi sangat penting untuk memastikan keamanan dan koordinasi yang efektif antara anggota kelompok. Dengan selisih jarak yang relatif kecil seperti yang ditunjukkan dalam pengujian, anggota kelompok dapat dengan mudah mengetahui posisi satu sama lain dan berkomunikasi dengan efisien.

3.2.2. Pengujian Pengiriman Notifikasi

Pengujian pengiriman notifikasi dilakukan untuk menilai seberapa cepat notifikasi dikirimkan dan diterima oleh pengguna. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan komunikasi real-time, kecepatan dan ketepatan waktu pengiriman notifikasi menjadi faktor penting dalam kualitas aplikasi. Untuk melakukan pengukuran, sebuah notifikasi akan dikirimkan dari ketua kelompok kepada anggota yang kemudian waktu selisihnya akan dicatat. Berikut hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Selisih Waktu Notifikasi

No	Waktu Pengiriman (hh:mm:ss.mmm)	Waktu Penerimaan (hh:mm:ss.mmm)	Selisih Waktu (ms)
1	08:35:12.125	08:35:12.634	509
2	09:12:45.452	09:12:45.907	455

No	Waktu Pengiriman (hh:mm:ss.mmm)	Waktu Penerimaan (hh:mm:ss.mmm)	Selisih Waktu (ms)
3	09:48:01.985	09:48:03.222	1237
4	10:10:10.347	10:10:13.629	3282
5	10:42:45.512	10:42:46.531	1019
6	11:05:03.745	11:05:04.213	468
7	11:26:15.487	11:26:15.964	477
8	11:48:24.115	11:48:25.173	1058
9	11:59:32.450	11:59:33.421	971
10	12:01:01.742	12:01:02.236	494

Dari hasil pengujian, dapat dilihat bahwa sebagian besar selisih waktu pengiriman notifikasi berada di bawah 1 detik, dengan beberapa pengecualian yang mencapai hingga 3282 ms. Performa ini menunjukkan efisiensi dan responsivitas yang tinggi dari aplikasi dalam mengirimkan notifikasi. Keterlambatan tertinggi yang dicatat dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk gangguan jaringan atau beban server. Semakin besar beban traffic pada jaringan akan menyebabkan semakin besarnya selisih waktu yang dihasilkan [15]. Namun, secara keseluruhan, aplikasi menunjukkan kemampuan yang baik dalam menyampaikan notifikasi dengan sedikit delay, memastikan komunikasi efektif antara leader dan user.

Dari hasil pengujian diatas walaupun terdapat keterlambatan rata-rata waktu notifikasi dan sedikit kesalahan lokasi, fitur real-time dalam menampilkan lokasi tetap efektif untuk mencegah kesalahan komunikasi atau kehilangan anggota kelompok. Fitur notifikasi waktu nyata ini juga meningkatkan komunikasi antara ketua dan anggota, memfasilitasi pertukaran informasi krusial dengan cepat yang tentunya juga akan meningkatkan keamanan dari anggota kelompok perjalanan.

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, pemanfaatan aplikasi berbasis platform Android yang dibuat menunjukkan kemampuannya untuk meningkatkan koordinasi dan keamanan kelompok selama perjalanan. Melalui pemanfaatan teknologi GPS, aplikasi ini memungkinkan pemantauan kontinu oleh ketua kelompok terhadap posisi anggotanya. Pengujian menunjukkan margin error lokasi yang relatif kecil, yaitu berkisar antara 1 hingga 9.1742 meter. Hal ini memastikan keakuratan lokasi yang ditampilkan. Anggota kelompok dapat selalu mengetahui lokasi ketua, yang meminimalkan risiko terpisah dari kelompok. Walaupun terdapat keterlambatan rata-rata waktu notifikasi antara 1 hingga 3 detik, fitur real-time dalam menampilkan lokasi tetap efektif untuk mencegah kesalahan komunikasi atau kehilangan anggota kelompok. Fitur notifikasi waktu nyata ini juga meningkatkan komunikasi antara ketua dan anggota, memfasilitasi pertukaran informasi krusial dengan cepat.

Apabila anggota berada terlalu jauh, mereka dapat diingatkan dan ditemukan dengan mudah. Lebih lanjut, setiap anggota memiliki kemampuan untuk mengetahui posisi ketua kelompok dan kembali ke kelompok dengan aman. Sehingga aplikasi ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan koordinasi kelompok perjalanan dan juga meningkatkan keamanan kelompok perjalanan tersebut

Meski aplikasi ini sudah memiliki banyak manfaat, masih ada ruang untuk peningkatan, seperti menambahkan fitur meminta bantuan dan integrasi dengan sensor-sensor lain yang ada pada perangkat Android.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Ling, "The Mobile Connection: The Cell Phone's Impact on Society," *The Mobile Connection: The Cell Phone's Impact on Society*, Oct. 2004.
- [2] H. Rheingold, *Smart mobs: The next social revolution*. Basic books, 2007.
- [3] R. Ling and J. Donner, *Mobile communication*. John Wiley & Sons, 2013.
- [4] IDC, "Worldwide Quarterly Mobile Phone Tracker." International Data Corporation (IDC) Massachusetts, USA, 2015.
- [5] J. Farman, *Mobile interface theory: Embodied space and locative media*. Routledge, 2020.
- [6] K. Sugimoto, K. Ota, and S. Suzuki, "Visitor mobility and spatial structure in a local urban tourism destination: GPS tracking and network analysis," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 11, no. 3, Feb. 2019, doi: 10.3390/su11030919.
- [7] S. Sunardi and F. Faizal, "SISTEM PELACAKAN WISATAWAN ASING UNTUK PENGEMBANGAN DATA KEPARIWISATAAN PEMERINTAH DAERAH," in *SENSITIF: Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 2019, pp. 681–688.
- [8] A. A. Wahid, "Analisis metode waterfall untuk pengembangan sistem informasi," *J. Ilmu-ilmu Inform. dan Manaj. STMIK*, no. November, pp. 1–5, 2020.

- [9] N. Nurdin, S. S. Pettalongi, M. Mangasing, and others, "Implementation of Geographic Information System Base On Google Maps API to Determine Bidikmisi Scholarship Recipient Distribution in Central Sulawesi Indonesia," *Journal of Humanities and Social Sciences Studies*, vol. 3, no. 12, pp. 38–53, 2021.
- [10] S. Ahdan, E. R. Susanto, and N. R. Syambas, "Proposed Design and Modeling of Smart Energy Dashboard System by Implementing IoT (Internet of Things) Based on Mobile Devices," in *2019 IEEE 13th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA)*, 2019, pp. 194–199.
- [11] F. Pratiwi and M. Safika, "PROTOTYPE OTOMATISASI DAN PEMANTAUAN SISTEM PENGISIAN AIR SECARA REALTIME," *Lentera Dumai*, vol. 11, no. 2, 2020.
- [12] P. R. Utami, "Analisis Performa Aplikasi Video Conference Pada Sistem Point To Multipoint Jaringan Wireless," *Ug Journal*, vol. 14, no. 12, 2021.
- [13] M. Lutfi and E. Khoirotuzzuhria, "Pencarian Rute Jasa Pemesanan Penggilingan Padi Berbasis Android Dengan Menggunakan Google Maps," *INFORMAL: Informatics Journal*, vol. 8, no. 1, pp. 57–58, 2023.
- [14] D. A. Prasetya, P. T. Nguyen, R. Faizullin, I. Iswanto, and E. F. Armay, "Resolving the shortest path problem using the haversine algorithm," *Journal of critical reviews*, vol. 7, no. 1, pp. 62–64, 2020.
- [15] S. Syahrial, R. Munadi, and A. M. Nasution, "Analisis Perbandingan Kualitas Jaringan Wireless LAN (WLAN) dengan Menggunakan Antena Eksternal Yagi 2, 4 GHz dan Grid 2, 4 GHz," in *Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro*, 2015, pp. 1–6.