



INTISARI

Kebutuhan akan sistem navigasi dalam ruangan yang *real-time* serta dapat diakses dengan mudah melalui *smartphone* Android melatarbelakangi penelitian ini. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, *Ultra-Wideband* (UWB) dipilih sebagai teknologi penentuan jarak karena memiliki keunggulan dalam hal akurasi dan stabilitas dibandingkan dengan teknologi serupa lain. Permasalahan mendasar yang ditemukan saat ini adalah integrasinya dengan aplikasi Android, mulai dari penentuan protokol komunikasi yang optimal, pemrosesan data posisi dengan cepat dan akurat, hingga pengembangan antarmuka pengguna yang informatif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan protokol komunikasi yang optimal, mengembangkan sistem pelacakan posisi *real-time* terintegrasi Android, serta merancang aplikasi untuk visualisasi hasil pelacakan posisi.

Metode dalam melaksanakan penelitian ini meliputi analisis perbandingan protokol komunikasi Wi-Fi dan Bluetooth, modifikasi algoritme Newton-Raphson untuk pemecahan masalah *multilateration*, dan perancangan *user interface* aplikasi Android. Pengujian dilakukan melalui simulasi protokol komunikasi untuk beberapa parameter performa, pengujian akurasi algoritme Newton-Raphson untuk berbagai kasus jumlah titik, koreksi titik hasil perhitungan dengan Kalman Filter, dan implementasi aplikasi Android sebagai penghubung sistem secara keseluruhan. Pengujian dan simulasi tersebut menggunakan DW3000 sebagai mikrokontroler yang memiliki modul UWB. Data hasil pengujian dianalisis berdasarkan beberapa parameter yakni latensi, konsumsi energi, dan akurasi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa Wi-Fi lebih unggul dibandingkan Bluetooth sebagai protokol komunikasi dengan latensi lebih rendah ($352.09 \text{ ms} < 1415.51 \text{ ms}$) serta konsumsi energi yang lebih hemat ($46.83 \text{ mW} < 54.39 \text{ mW}$). Modifikasi algoritme Newton-Raphson berupa pendefinisian *fixed points* juga memberikan hasil memuaskan dan dapat menyelesaikan masalah *underdetermined* dan *overdetermined* dengan hasil akurasi hingga ketelitian 0,004 dan waktu konvergensi rata-rata 115,6 ms. Koreksi titik menggunakan Kalman Filter juga terbukti berdampak besar untuk keakuratan posisi akhir yang dihasilkan. Pengujian sistem secara keseluruhan di lingkungan riil memberikan hasil yang baik yang menunjukkan bahwa sistem mampu melacak posisi dengan *error* akurasi sebesar 0.179 meter. MVP aplikasi Android yang dikembangkan memiliki tiga fitur utama: *Tracking*, *Device Management*, dan *Statistic*, yang memungkinkan pengguna memantau posisi secara *real-time*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah kombinasi penggunaan Wi-Fi sebagai protokol komunikasi, algoritme Newton-Raphson, dan aplikasi Android mampu menghasilkan sistem *indoor self-localization* berbasis UWB yang efektif, efisien, dan menjanjikan untuk navigasi dalam ruangan.

Kata kunci: Ultra-Wideband, Wi-Fi, Newton-Raphson, *Indoor Localization*, *Interface*



ABSTRACT

The need for a real-time indoor navigation system that is easily accessible via Android smartphones forms the background of this research. To meet this need, Ultra-Wideband (UWB) was chosen as the distance measurement technology because it offers advantages in terms of accuracy and stability compared to other similar technologies. The fundamental challenge identified is its integration with Android applications, ranging from determining the optimal communication protocol, processing position data quickly and accurately, to developing an informative user interface. Therefore, this study aims to determine the optimal communication protocol, develop a real-time position tracking system integrated with Android, and design an application for visualizing the tracking results.

The research methodology includes a comparative analysis of Wi-Fi and Bluetooth communication protocols, modification of the Newton-Raphson algorithm for solving multilateration problems, and the design of an Android application user interface. Testing was conducted through communication protocol simulations based on several performance parameters, accuracy evaluation of the Newton-Raphson algorithm for different numbers of points, correction of computed positions using a Kalman Filter, and implementation of an Android application as the central system interface. These tests and simulations used the DW3000 as a microcontroller equipped with a UWB module. The experimental data were analyzed based on parameters such as latency, energy consumption, and accuracy.

The results show that Wi-Fi outperforms Bluetooth as a communication protocol, with lower latency ($352.09 \text{ ms} < 1415.51 \text{ ms}$) and more efficient energy consumption ($46.83 \text{ mW} < 54.39 \text{ mW}$). The modification of the Newton-Raphson algorithm by defining fixed points also produced satisfactory results, solving both underdetermined and overdetermined problems with an accuracy of up to 0.004 and an average convergence time of 115.6 ms. Position correction using the Kalman Filter was also shown to significantly improve the accuracy of the final position output. Real-world system testing demonstrated promising results, showing that the system was able to track positions with an accuracy error of 0.179 meters. The developed Android MVP application features three main functionalities: Tracking, Device Management, and Statistics, enabling users to monitor positions in real time. The conclusion of this study is that the combination of Wi-Fi as the communication protocol, the Newton-Raphson algorithm, and an Android application can produce an effective, efficient, and promising UWB-based indoor self-localization system for indoor navigation.

Keywords: Ultra-Wideband, Wi-Fi, Newton-Raphson, Indoor Localization, Interface