



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Penelitian mengenai *indoor self-localization* berbasis UWB yang terintegrasi dengan antarmuka berbentuk aplikasi Android ini menghasilkan luaran yang dipengaruhi oleh berbagai faktor. Sistem ini menggabungkan beberapa rumusan baru yang saling melengkapi hingga menjadi teknologi yang utuh. Ketiga rumusan tersebut adalah penentuan protokol yang lebih baik untuk sistem IoT-Android antara Wi-Fi atau Bluetooth, pengembangan sistem pelacakan posisi berbasis UWB *real-time*, dan pengembangan *user interface* aplikasi Android untuk pelacakan posisi. Oleh karena itu, peneliti menyampaikan kesimpulan yang didapat dari ketiga permasalahan diatas sebagai berikut.

Berkaitan dengan penggunaan Wi-Fi dan Bluetooth sebagai protokol komunikasi antara UWB dengan Android, diperoleh beberapa kesimpulan, yakni.

1. Wi-Fi menunjukkan hasil performa yang lebih baik dibandingkan Bluetooth pada beberapa parameter pengujian, yaitu latensi dan konsumsi energi. Rata-rata latensi Wi-Fi sebesar 352.09 ms, lebih rendah dibandingkan Bluetooth yang mencapai 1415.51 ms. Konsumsi daya Wi-Fi juga lebih hemat, hanya 46.83 mW dibandingkan 54.39 mW pada Bluetooth.
2. Dari sisi implementasi, Wi-Fi lebih diunggulkan karena tata cara koneksi yang lebih sederhana dan terdapat banyak *library* pendukung. Sebaliknya, Bluetooth memerlukan izin akses yang lebih banyak, kode yang lebih kompleks, dan rawan *deprecated*.
3. Berdasarkan seluruh aspek yang diamati, Wi-Fi dipilih sebagai protokol utama untuk komunikasi Android dengan ESP32(khususnya DW3000) karena memberikan latensi lebih rendah, konsumsi energi lebih efisien, serta mempermudah pengembangan aplikasi.

Berkaitan dengan pengembangan sistem dan arsitektur pelacakan posisi berbasis UWB-Android secara *real-time*, diperoleh beberapa kesimpulan, yakni.

1. Modifikasi algoritme Newton-Raphson dengan penambahan *fixed points*(UWB yang telah terpasang sebagai *server* dan *anchor*) mampu mengatasi masalah *undetermined* dan *overdetermined* pada *multilateration* dan Newton-Raphson, sehingga sistem dapat diselesaikan dengan stabil.
2. Simulasi pada berbagai *use case* menunjukkan bahwa algoritme Newton-Raphson mampu mencapai konvergensi dengan tingkat akurasi yang baik.



3. Rata-rata waktu yang dibutuhkan algoritme Newton-Raphson untuk mendapatkan solusi adalah 115.6 ms dengan standar deviasi 120.5 ms, yang menunjukkan bahwa algoritme cukup efisien untuk diimplementasikan ke dalam sistem.
4. Penerapan Kalman Filter pada posisi hasil perhitungan algoritme Newton-Raphson membuktikan mampu mengoreksi dan memperhalus hasil akhir posisi dengan rata-rata *error* sebesar 0.08 m.
5. Hasil pengujian pada lingkungan riil menunjukkan bahwa pelacakan posisi secara *real-time* memberikan rata-rata *error* sebesar 0.179 meter. Meskipun masih terdapat keterbatasan pada performa seperti latensi dan *packet losses*, sistem membuktikan mampu memvisualisasikan rute secara *real-time*.

Berkaitan dengan pengembangan *user interface* aplikasi Android untuk pelacakan posisi, diperoleh beberapa kesimpulan, yakni.

1. MVP aplikasi berhasil dikembangkan dengan tiga fitur utama yaitu *Tracking*, *Device Management*, dan *Statistic*, yang saling terintegrasi dan mendukung kebutuhan sistem pelacakan posisi berbasis UWB.
2. Implementasi UI berbasis Android ini memungkinkan pengguna untuk memantau posisi secara *real-time*, mengelola perangkat, dan melihat data statistik sehingga aplikasi berfungsi sebagai penghubung utama antara sistem UWB dan *end user*.

## 5.2 Saran

Penelitian terkait *indoor positioning* berbasis UWB dan Android masih dapat dikembangkan lebih jauh dan lebih baik. Oleh karena itu, peneliti menyarankan beberapa hal berikut bagi peneliti selanjutnya.

1. Optimasi sistem pertukaran data secara *real-time* antara mikrokontroler dengan Android agar menggunakan protokol Wi-Fi sehingga lebih cepat dan efisien lagi.
2. Optimasi *firmware* UWB agar dapat menangani banyak *client* dan juga akses ke aplikasi Android.
3. Merancang sistem pelacakan posisi berbasis UWB dengan konsep *multi-server* sehingga beban dapat dibagi dan saling *backup*.
4. Menambahkan fitur baru yakni *multi-user* untuk meningkatkan efektivitas dan kebermanfaatan teknologi.
5. Menerapkan *filtering* pada data jarak yang diberikan kepada aplikasi sehingga lebih stabil dalam pelacakan.