

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi komunikasi nirkabel atau *wireless communication* tengah menjadi tren utama dalam perkembangan teknologi. Tanggapan terhadap kebutuhan layanan lokalisasi di dalam ruangan telah mendorong kemunculan berbagai teknologi *wireless communication* berbasis lokalisasi [1]. Sampai saat ini, penerapan layanan berbasis lokalisasi sudah meluas ke berbagai lingkungan, seperti pusat perbelanjaan, gudang, lapangan bola, dan berbagai bangunan lainnya [2]–[9].

Pada pusat perbelanjaan, perangkat *indoor positioning system* dipergunakan dalam menyediakan pelacakan pelanggan untuk menentukan kebutuhan komoditas pelanggan di posisi terdekat [7]. Pada penelitian berikutnya penggunaan *indoor positioning system* juga dapat digunakan sebagai algoritma untuk menganalisis perilaku dan kebiasaan pelanggan sehingga penempatan komoditas dapat diposisikan sedemikian rupa untuk meningkatkan penjualan.

Pada aplikasi lainnya, seperti di sebuah lapangan *indoor* yang tidak dapat ditembus oleh GPS, *indoor positioning system* ini digunakan untuk mendapatkan informasi objektif dari perilaku atau kebiasaan pergerakan pemain di lapangan [5]. Adapun penggunaan teknologi *indoor positioning system* dibuat untuk mendeteksi pergerakan pemain olahraga kursi roda di dalam ruangan [4].

Sebelumnya, para peneliti telah mengembangkan metode lokalisasi konvensional menggunakan komunikasi nirkabel [10]–[14], dan sensor [15], [16]. Namun, untuk beberapa aplikasi yang membutuhkan presisi tinggi,

metode tersebut tidak selalu memadai. Kebutuhan terhadap lokalisasi dalam ruangan dengan akurasi dan respons tinggi melibatkan berbagai kasus, seperti navigasi robot atau *drone* [17], pemosisian dalam ritel atau pusat perbelanjaan [7], pemosisian dalam industri manufaktur [18], pemosisian dalam lingkungan kesehatan [19], [20], sistem pemandu museum [21], dan aplikasi *game augmented reality* atau *virtual reality* [22].

Kendala dari metode lokalisasi berbasis sensor, seperti sensor visi dan unit pengukuran inersial, kesulitan mencapai posisi yang stabil karena batasan fisik sensor di beberapa lingkungan. Beberapa upaya untuk mengatasi degradasi akurasi ini melibatkan teknik sensor fusi dan penyaringan data [2], [16]. Namun, penggunaan beberapa sensor dalam teknologi sensor fusi dapat meningkatkan biaya perangkat keras dan waktu komputasi, menghambat efisiensi dalam pembaharuan data (*update*) posisi.

Teknologi *ultra-wideband* (UWB) telah muncul sebagai solusi untuk mengatasi tantangan ini [23]. Produsen perangkat pribadi terkemuka, seperti Google, Apple, dan Samsung, telah mengintegrasikan kemampuan UWB dalam produk unggulan mereka [24]. UWB memiliki keunggulan dalam ketahanan terhadap interferensi, margin *fading*, dan diversitas *multi-path* yang tinggi karena besar lebar pita frekuensinya. Metode *Time-of-Flight* (ToF) yang digunakan oleh UWB untuk penentuan posisi juga meningkatkan akurasi dan stabilitas dibandingkan metode berbasis RSSI [25].

Dalam proyek lokalisasi dalam ruangan ini, digunakan perangkat Decawave 3000 yang dipasangkan dengan mikrokontroler ESP32 oleh produsen Makerfabs. Modul tersebut dirancang secara khusus, dan peneliti menciptakan antarmuka pengguna menggunakan PyQt6 untuk sistem penentuan posisi dalam ruangan dengan metode trilaterasi. GUI *Indoor*

*Positioning System DW3000* ini memungkinkan pengaturan *anchor* (antena) dan *tag* untuk mencapai pemetaan lokasi yang akurat dan respons cepat.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat ditarik beberapa rumusan masalah dalam pengembangan perangkat ini, yakni:

- a. Bagaimana tahapan dalam proses pembuatan perangkat lunak GUI *Indoor Positioning System Decawave 3000 (DW3000)*?
- b. Bagaimana merancang perangkat lunak untuk melaksanakan proses pengukuran jarak (*ranging*) antara *anchor* dan *tag*?
- c. Bagaimana menerapkan metode *time of flight* dan *two-way ranging* (*single-sided two-way ranging* dan *alternative double-sided two-way ranging*) dalam *Real-time Indoor Positioning System*?
- d. Bagaimana penerapan metode trilaterasi dalam melakukan pengukuran posisi?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar perangkat ini dapat beroperasi dengan optimal, beberapa batasan masalah telah ditetapkan, yaitu:

- a. Menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dengan perangkat ESP32 *Ultra-Wideband DW3000*.
- b. Pemanfaatan Arduino IDE untuk proses pemrograman dan unggah program pada proses *ranging*.
- c. Pemanfaatan sumber tegangan 5 VDC untuk memenuhi kebutuhan tegangan ESP32 *Ultra-Wideband DW3000*.
- d. Pemanfaatan perangkat ESP32 *Ultra-wideband DW3000* hanya mampu mengkalkulasi posisi di area yang tercapuk oleh antena perangkat.

- e. Pemanfaatan perangkat lunak Python (.py) sebagai metode pembuatan *Graphical User Interface* (GUI).
- f. Penerapan teori *time of flight* (ToF) dan TWR (SS-TWR, dan AltDS-TWR) dengan 3 antena (*anchor*) dan 1 *tag* dalam mengkalkulasi posisi di atas 1 meter.

#### **1.4 Tujuan**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk membuat perangkat lunak sistem lokalisasi dalam ruangan dengan memanfaatkan teknologi *ultra-wideband* pada perangkat Decawave 3000.

#### **1.5 Relevansi**

Secara luas, penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk:

1. Memperkenalkan teknologi yang berkaitan dengan penentuan posisi secara *real-time* di dalam ruangan, khususnya dengan menggunakan ESP32 *Ultra-Wideband* Decawave 3000.
2. Membantu peneliti lain dalam merancang RTLS dengan metode ToF dan TWR (SS-TWR dan AltDS-TWR).
3. Menekankan penerapan teknologi *ultra-wideband* untuk mencapai akurasi satuan sentimeter dalam penentuan posisi di dalam ruangan.

#### **1.6 Metodologi Perancangan Alat**

Metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Tinjauan Pustaka

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan analisis informasi dari literatur ilmiah, datasheet perangkat, panduan manual, dan referensi pustaka lainnya. Tujuannya adalah membangun dasar teoritis yang

kokoh dan mengidentifikasi komponen kunci yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini.

## 2. Desain dan Realisasi Perangkat Lunak

Pada tahap perancangan perangkat lunak, Diagram blok *software* digunakan sebagai panduan visual untuk arsitektur dan interaksi antar-komponen. Selanjutnya, hasil realisasi perangkat lunak ini mencakup perancangan antarmuka pengguna (UI) yang ramah pengguna, memudahkan interaksi, dan memenuhi kebutuhan pengguna.

## 3. Pengukuran dan Pengujian Kinerja Perangkat Lunak

Pengukuran dan pengujian kinerja perangkat lunak dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan memastikan pemenuhan standar kriteria serta spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasilnya digunakan sebagai dasar evaluasi untuk memastikan fungsi sesuai yang diinginkan.

## 4. Penulisan Buku Laporan

Laporan ini merangkum proses pembuatan alat dengan analisis mendalam terhadap data penelitian. Kesimpulan laporan memberikan gambaran holistik tentang kinerja dan kontribusi perangkat dalam konteks skripsi, termasuk saran untuk pengembangan atau peningkatan lebih lanjut.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun sebagai berikut:

#### BAB I Pendahuluan

Bab ini memuat tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, relevansi, metodologi perancangan alat, dan sistematika penulisan.

## BAB II Teori Penunjang dan Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi teori dasar yang mendukung realisasi perencanaan dan pembuatan alat. Pembahasan perbedaan dengan alat yang sudah ada sebelumnya, gambaran umum alat yang dikembangkan, fungsi, kegunaan alat, serta diagram blok untuk beberapa komponen.

## BAB III Metode Perancangan Perangkat Lunak

Bab ini memaparkan rancangan sistem peralatan yang dibuat, perancangan rangkaian elektronika, dan penetapan perangkat lunak alat yang dibuat.

## BAB IV Pengukuran dan Pengujian Alat

Bab ini menjelaskan tujuan dan cara pengukuran tiap blok sistem dan pengujian kinerja peralatan, serta dilakukan analisis terhadap parameter yang menentukan spesifikasi dari peralatan yang dibuat.

## BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini menyajikan simpulan dan analisis kinerja peralatan yang direncanakan, dan analisis dari peralatan yang dibuat.