

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A BLE-BASED ASSET TRACKING SYSTEM FOR HEALTHCARE FACILITIES USING ESP32 AND A WEB-BASED PLATFORM

By

OMAR ABDUL-RAOOF TAHA GHALEB AL-MAKTARY

This study presents the development of a Bluetooth Low Energy (BLE)-based asset tracking system for healthcare facilities using ESP32 modules and a Laravel web dashboard. The system was designed in response to inefficiencies in hospital asset management, where nurses and doctors reportedly spend 3.7% to 9% of their working hours searching for medical equipment. The prototype, consisting of two readers and five tags, was tested in an indoor environment. The system achieved an average position estimation error of 0.37 meters at 1 meter and 0.97 meters at 5 meters. However, errors increased to 3.2 meters at mid-range distances due to limitations of the static path loss model. The maximum end-to-end latency from BLE event to dashboard display was 13 seconds. Main advantages include low cost, modular architecture, and remote configuration. Limitations lie in the accuracy of distance estimation in complex indoor settings and the need for battery optimization for large-scale deployment.

Keywords: Asset Tracking, Bluetooth Low Energy, ESP32, Kalman Filter, Indoor Positioning.

ABSTRAK

PENGEMBANGAN SISTEM PELACAKAN ASET BERBASIS BLE UNTUK FASILITAS KESEHATAN MENGGUNAKAN ESP32 DAN PLATFORM BERBASIS WEB

Oleh

OMAR ABDUL-RAOOF TAHA GHALEB AL-MAKTARY

Penelitian ini memaparkan pengembangan sistem pelacakan aset berbasis Bluetooth Low Energy (BLE) untuk fasilitas kesehatan dengan menggunakan modul ESP32 dan dashboard web Laravel. Sistem ini dirancang sebagai respons terhadap inefisiensi dalam manajemen aset rumah sakit, di mana perawat dan dokter dilaporkan menghabiskan 3,7% hingga 9% waktu kerja mereka hanya untuk mencari peralatan medis. Prototipe yang terdiri dari dua reader dan lima tag diuji di lingkungan dalam ruangan. Sistem ini mencapai rata-rata kesalahan estimasi posisi sebesar 0,37 meter pada jarak 1 meter dan 0,97 meter pada jarak 5 meter. Namun, kesalahan meningkat hingga 3,2 meter pada jarak menengah karena keterbatasan model path loss statis. Waktu tunda maksimum dari peristiwa BLE hingga data muncul di dashboard adalah 13 detik. Keunggulan utama sistem ini meliputi biaya rendah, arsitektur modular, dan kemampuan konfigurasi jarak jauh. Keterbatasan sistem terletak pada akurasi estimasi jarak di lingkungan dalam ruangan yang kompleks dan kebutuhan optimalisasi baterai untuk implementasi skala besar.

Kata Kunci: Pelacakan Aset, Bluetooth Low Energy, ESP32, Kalman Filter, Penentuan Posisi Dalam Ruangan.