

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat saat ini mendukung implementasi berbagai solusi pintar (smart solutions) di berbagai sektor, salah satunya adalah Smart Parking System. Banyak universitas di seluruh dunia mengadopsi konsep kampus pintar untuk meningkatkan kualitas fasilitas dan pelayanan bagi dosen dan staf akademik. Salah satu aspek yang berpotensi untuk diotomatisasi adalah sistem parkir. Dengan bantuan teknologi Internet of Things (IoT), sistem parkir dapat dioptimalkan sehingga mampu mengurangi waktu pencarian [1].

Telkom University memiliki 196 dosen Fakultas Teknik Elektro [2], 268 dosen Fakultas Informatika [3], dan 130 dosen Fakultas Rekayasa Industri[4] yang bekerja di Gedung Telkom University Landmark Tower (TULT). Gedung ini juga dilengkapi dengan 112 ruang kelas dan 60 ruang kerja dosen/pegawai. Sebagian besar dosen dan staf menggunakan kendaraan pribadi, sedangkan area basement TULT hanya menyediakan 50 slot parkir, terdiri dari 11 slot untuk petinggi (Dekan, Wadek, Kaprodi) dan 39 untuk dosen serta staf umum. Akibatnya, dosen dan pegawai seringkali kesulitan mendapatkan tempat parkir, terutama pada jam sibuk. Kondisi ini menunjukkan urgensi penerapan sistem parkir pintar yang dapat membantu dosen dan staf umum dalam memperoleh informasi ketersediaan parkir secara cepat dan *real-time*, guna menghindari waktu tunggu dan antrean yang tidak perlu.

Saat ini, sistem parkir di TULT masih mengandalkan metode manual yang kurang efisien. Pengguna kesulitan mencari tempat parkir karena tidak adanya informasi real-time mengenai ketersediaan, sehingga menyebabkan pemborosan waktu dan meningkatkan stres pengguna. Beberapa alternatif solusi seperti perluasan lahan parkir dan sistem reservasi dinilai kurang fleksibel dan memerlukan anggaran besar. Oleh karena itu, dipilihlah solusi berbasis *IoT* dengan pendekatan sistem parkir pintar yang terintegrasi dengan *Mesh Network* [5].

Usulan penelitian ini didasarkan pada kebutuhan akan sistem yang efisien, *real-time*, dan independen dari infrastruktur jaringan konvensional seperti cloud atau router Wi-Fi. Sistem menggunakan ESP32 yang saling terhubung dalam topologi mesh menggunakan protokol ESP-NOW, sehingga mampu menyampaikan data status parkir secara langsung antar perangkat, tanpa perlu koneksi internet. Pendekatan ini lebih hemat biaya dan cocok untuk lingkungan dengan keterbatasan jaringan, seperti di area *basement* TULT.

Penelitian-penelitian sebelumnya umumnya hanya membahas sistem parkir pintar berbasis *IoT* secara umum, namun tidak mengkaji secara mendalam bagaimana topologi mesh dan strategi penempatan node memengaruhi performa sistem. Selain itu, mayoritas sistem terdahulu sangat bergantung pada layanan *cloud* untuk menyajikan informasi *real-time*, sehingga kurang relevan untuk skenario *offline* atau lokal [6]. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan pendekatan alternatif dengan menggunakan ESP-NOW, serta mengeksplorasi secara langsung dampak dari penempatan node dalam topologi mesh terhadap keterlambatan data (*delay*), efisiensi komunikasi, dan reliabilitas sistem.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem parkir pintar berbasis *IoT* dengan metode *Mesh Network* yang dapat memantau dan menampilkan informasi ketersediaan tempat parkir secara *real-time* di *basement* TULT?
2. Bagaimana menentukan strategi penempatan node dalam topologi *Mesh Network* agar memastikan konektivitas yang stabil dan komunikasi yang efektif antar perangkat ESP32 dalam sistem parkir pintar?
3. Bagaimana merancang situs web yang mampu menampilkan informasi ketersediaan parkir secara *real-time* berdasarkan data yang dikirim dari mikrokontroler?

1.3 Tujuan

1. Merancang dan mengembangkan sistem parkir pintar berbasis *IoT* untuk *basement Telkom University Landmark Tower* (TULT) yang dapat memantau ketersediaan tempat parkir secara *real-time*.
2. Menjamin komunikasi antar perangkat tetap stabil dan andal, meskipun berada di area basement yang memiliki tantangan sinyal dan struktur bangunan yang kompleks.
3. Menampilkan informasi status lahan parkir secara langsung melalui OLED Display sebagai antarmuka lokal.
4. Mengembangkan situs web untuk menampilkan informasi parkir khusus, memungkinkan pengguna umum melihat ketersediaan parkir khusus saat parkir umum penuh.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan Efisiensi Waktu bagi pegawai dalam memarkirkan kendaraan mobil di basement
2. Meningkatkan aksesibilitas dan kemudahan parkir melalui sistem yang informatif dan responsif.
3. Menyediakan monitoring secara *real-time* untuk memudahkan pemantauan kondisi parkir secara langsung.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya terbatas pada sistem parkir untuk area *basement Telkom University Landmark Tower* (TULT), dengan fokus pada parkir kendaraan mobil.
2. Sistem ini akan difokuskan pada area parkir kendaraan roda empat di dalam basement dengan metode *Mesh Network* menggunakan ESP-NOW.
3. Tampilan informasi hanya dibatasi pada OLED display dan situs web internal berbasis jaringan lokal, tanpa integrasi ke internet publik atau aplikasi mobile.

4. Pengujian komunikasi antar ESP32 dalam sistem ini hanya difokuskan pada analisis delay, sesuai dengan kebutuhan sistem yang menekankan kecepatan respons informasi. Aspek komunikasi lainnya tidak menjadi fokus pembahasan dalam penelitian ini.
5. Penerapan skala 1:50 dalam proyek ini hanya diterapkan pada tata letak area parkir. Sedangkan seluruh komponen utama sistem seperti sensor, mikrokontroler, dan modul komunikasi tetap digunakan dalam ukuran sebenarnya untuk memastikan performa sistem sesuai kondisi nyata.
6. Batasan sistem ini hanya berfokus pada penyampaian informasi status parkir secara *real-time* melalui *website* lokal dan OLED display. Sistem tidak mencakup pengembangan aplikasi mobile atau integrasi dengan jaringan publik.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini menggabungkan beberapa pendekatan untuk mencapai tujuannya. Pertama, studi literatur akan dilakukan secara mendalam untuk menggali pengetahuan tentang konsep *IoT*, jenis sensor yang sesuai, platform *IoT*, dan metode *Mesh Network* dalam berkomunikasi antar perangkat. Kedua, pengukuran empirik akan dilakukan di lokasi *basement* TULT untuk mendapatkan data yang akurat mengenai dimensi lahan parkir, jumlah lajur, dan titik-titik strategis untuk penempatan sensor. Data ini akan digunakan untuk menentukan jumlah sensor yang dibutuhkan dan lokasi pemasangan yang optimal. Terakhir, simulasi dan pemodelan matematis akan digunakan untuk membuat model virtual dari lahan parkir *basement* TULT. Model ini akan digunakan untuk simulasi sistem parkir yang dirancang, sehingga dapat diuji dan dievaluasi kinerjanya sebelum diimplementasikan pada sistem yang sebenarnya.

Secara keseluruhan, penelitian ini akan melalui beberapa tahap, mulai dari studi literatur, pengukuran empirik, simulasi, perancangan, hingga implementasi. Dengan pendekatan yang mendalam, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan sistem parkir *IoT* yang efektif dan efisien untuk mengatasi permasalahan yang ada di *basement* TULT. Kolaborasi di bidang *IoT* dan pemrograman sangat penting untuk memastikan keberhasilan penelitian ini.

1.7 Proyeksi Pengguna

Sistem parkir pintar yang dirancang di *Telkom University Landmark Tower* dibuat untuk memenuhi keperluan berbagai jenis penggunanya. Informasi *real-time* mengenai ketersediaan parkir akan ditampilkan secara langsung melalui Oled Display yang ada di area parkir. Di sisi lain, sebuah situs web akan di peruntukkan bagi pengguna umum yang ingin memeriksa informasi parkir khusus, terutama pada saat area parkir umum telah terisi penuh. Dengan pengaturan ini, harapannya adalah sistem bisa meningkatkan efisiensi penggunaan lahan parkir dan juga memberikan kenyamanan bagi pengguna dengan menawarkan informasi yang tepat dan mudah diakses sesuai dengan kebutuhan mereka.