

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang diperoleh dari serangkaian proses pengembangan dan pengujian sistem yang telah dilakukan:

1. Sistem pendukung proses pembaruan firmware Over-The-Air (OTA) pada perangkat IoT berbasis ESP32 telah berhasil dirancang dan dikembangkan. Rancang bangun sistem ini melibatkan arsitektur backend yang terstruktur untuk manajemen data pengguna, perangkat, dan versi firmware. Implementasinya mencakup pembuatan MQTT broker dengan plugin kustom yang berfungsi untuk memulai proses pembaruan dan mengelola autentikasi perangkat, serta integrasi private blockchain sebagai immutable log untuk mencatat riwayat pembaruan. Alur komunikasi sistem dirancang di mana MQTT digunakan untuk mengirim sinyal pembaruan dan memvalidasi identitas perangkat, sedangkan HTTP digunakan untuk pengunduhan firmware berukuran besar dari cloud storage. Desain ini memastikan proses pembaruan firmware jarak jauh dapat berjalan secara fungsional dan terkoordinasi.
2. Library `iotNetESP32` dikembangkan untuk mendukung proses pembaruan firmware Over-The-Air (OTA) pada perangkat ESP32. Library ini mengintegrasikan protokol MQTT untuk komunikasi pemicuan dan autentikasi, serta HTTP untuk pengunduhan firmware dari cloud storage. Pengembangan library ini berfokus pada penyediaan fungsionalitas OTA secara default dan mendukung efisiensi penggunaan sumber daya perangkat
3. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini terbukti efektif, efisien, dan andal dalam mendukung pembaruan firmware Over-The-Air (OTA). Pengujian API memperlihatkan bahwa sistem dapat menangani berbagai skenario validasi data dan otorisasi dengan memberikan respons yang konsisten sesuai ekspektasi. Untuk komunikasi MQTT, pengujian menunjukkan latensi rata-rata hanya 163 ms, didukung oleh mekanisme autentikasi dan kontrol akses yang ketat, sehingga menjamin keamanan dan konsistensi pertukaran data. Lebih lanjut, pengujian OTA pada perangkat ESP32 secara spesifik membuktikan bahwa firmware berhasil diunggah dan dijalankan tanpa error

dengan tingkat keberhasilan 100% dari 30 kali pengujian. Capaian ini secara signifikan melampaui metode OTA konvensional yang hanya mencapai 80% keberhasilan saat menggunakan MQTT untuk transfer file. Selain itu, waktu rata-rata pembaruan firmware pada sistem ini hanya 21.75 detik, jauh lebih cepat dibandingkan metode konvensional yang sering membutuhkan waktu lebih dari 60 detik. Efisiensi sistem juga terlihat dari penggunaan CPU dan memori yang tetap stabil selama proses pembaruan, menunjukkan pemanfaatan sumber daya perangkat yang optimal.

5.2. Saran

Pengembangan sistem pembaruan firmware Over-The-Air (OTA) ini masih dapat ditingkatkan, khususnya dalam aspek skalabilitas. Saat ini, proses pembaruan hanya dilakukan terhadap satu perangkat dalam satu waktu. Implementasi mekanisme pembaruan secara serentak terhadap banyak perangkat sekaligus dapat menjadi pengembangan lanjutan agar sistem lebih efisien dan sesuai untuk implementasi pada skala sistem IoT yang lebih besar. Selain itu, dukungan terhadap board selain ESP32 juga perlu dipertimbangkan agar sistem ini dapat diadopsi secara lebih luas untuk berbagai jenis perangkat IoT dengan kebutuhan dan arsitektur yang berbeda