

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem distribusi audio merupakan komponen penting dalam mendukung kelancaran komunikasi di berbagai ruang publik, termasuk di masjid untuk kegiatan khotbah maupun salat[1], [2]. Di Indonesia, mayoritas masjid (sekitar 93,1%) masih menggunakan sistem pengeras suara *Public Address* (PA) analog yang terpusat untuk mengatur distribusi suara[2]. Meskipun sistem ini sudah umum digunakan, sistem PA terpusat memiliki berbagai keterbatasan teknis, seperti distribusi suara yang tidak merata di area belakang, munculnya zona mati (*dead zones*), serta gangguan akustik berupa gema (*echo*) atau *noise* akibat penempatan speaker yang tidak selaras dengan geometri ruangan[2]. Masalah-masalah ini secara signifikan mengurangi tingkat intelligibilitas suara (*Speech Transmission Index*) dan kenyamanan jamaah dalam beribadah[2].

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan *Cyber-Physical System* (CPS) menawarkan solusi yang lebih fleksibel dan efisien melalui koordinasi cerdas antara sistem komputasi dan proses fisik di lingkungan masjid[1]. Salah satu pendekatan inovatif yang mulai dipertimbangkan adalah sistem distribusi audio berbasis zonasi (*speaker zoning*)[1], [2]. Dalam sistem ini, setiap zona masjid memiliki kontrol audio independen, seperti pengaturan volume dan *mute*, yang memungkinkan distribusi suara lebih seragam (*uniform*) dan meminimalkan redaman sinyal di area tertentu. Pendekatan berbasis CPS ini mempermudah pengguna aplikasi dalam mengelola perangkat secara adaptif sesuai dengan luas area yang digunakan[1], [2].

Pengelolaan sistem audio masjid kini dapat dioptimalkan melalui *Android Development* untuk menciptakan solusi *Mobile Application* yang praktis dan terjangkau[3], [4]. Aplikasi *mobile* memungkinkan pengguna aplikasi untuk melakukan *monitoring* dan kontrol sistem secara *real-time* langsung dari *smartphone* mereka[4], [5], [6]. Untuk menjamin efisiensi komunikasi data antara aplikasi dan perangkat di lapangan, protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) digunakan sebagai standar komunikasi ringan berbasis *publish-subscribe*[7], [8]. Protokol ini sangat efisien karena membutuhkan bandwidth rendah dan cocok untuk perangkat dengan spesifikasi mesin terbatas, sehingga memastikan pengiriman instruksi kontrol ke setiap zona audio tetap stabil meskipun dalam kondisi jaringan yang tidak menentu[8].

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengembangan aplikasi *mobile* tidak hanya berfungsi sebagai pelengkap, tetapi menjadi komponen antarmuka (*interface*) yang mendukung *monitoring* dan kontrol sistem distribusi audio berbasis IoT untuk memastikan sistem dapat digunakan secara efektif oleh pengguna. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi

mobile Android berbasis MQTT sebagai antarmuka *monitoring* dan kontrol pada sistem audio multi-zona masjid. Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi Android yang terintegrasi dengan *backend system* yang telah tersedia, sehingga aplikasi dapat digunakan untuk melakukan *monitoring* kondisi sistem serta mengirimkan instruksi kontrol secara *real-time* melalui protokol MQTT. Penelitian ini juga menekankan pada kemudahan operasional agar aplikasi dapat dijalankan dengan baik oleh pengguna. Untuk menjamin kualitas aplikasi yang dikembangkan, dilakukan pengujian fungsionalitas menggunakan metode *Black-box Testing* serta pengujian performa komunikasi melalui pengukuran *response time* MQTT guna memastikan bahwa seluruh fitur aplikasi berjalan sesuai kebutuhan sistem dan komunikasi data antara aplikasi Android dan *backend system* berlangsung secara responsif. Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan di atas, penulis mengambil topik dengan judul **“APLIKASI MOBILE ANDROID BERBASIS MQTT UNTUK *MONITORING* DAN KONTROL SISTEM AUDIO MULTI-ZONA MASJID”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan aplikasi *mobile* Android berbasis Flutter yang mampu menampilkan data *monitoring* serta menyediakan fitur kontrol volume dan *mute* secara fungsional?
2. Bagaimana mengimplementasikan mekanisme komunikasi data berbasis protokol MQTT agar aplikasi Android dapat berkomunikasi dengan *backend system* secara *real-time* dalam proses *monitoring* dan kontrol?
3. Bagaimana mengevaluasi kualitas aplikasi melalui pengujian fungsionalitas serta pengukuran *response time* komunikasi MQTT?

C. Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian ini, beberapa batasan masalah yang ditetapkan adalah:

1. Pengembangan Aplikasi: Aplikasi dikembangkan khusus untuk platform Android menggunakan bahasa pemrograman Dart, *framework* Flutter, dan arsitektur MVVM dengan minimal SDK 26 dan target SDK 34.
2. Ruang Lingkup Monitoring: Fitur *monitoring* dibatasi pada visualisasi status keaktifan *node* (*online/offline*) dan nilai *Sound Pressure Level* (SPL) yang diperoleh dari *backend system* secara *real-time*.
3. Batasan Kontrol Audio: Perintah kontrol volume dan *mute* dibatasi pada proses pengiriman instruksi dari aplikasi Android hingga diproses oleh *backend system* melalui MQTT broker. Penelitian ini tidak mencakup implementasi maupun pengujian eksekusi kontrol pada perangkat keras audio atau *node* IoT.

4. Integrasi & Infrastruktur: *Backend system* yang meliputi MQTT broker, layanan *backend* (FastAPI), database PostgreSQL, dan *node* IoT telah tersedia sehingga tidak menjadi objek pengembangan maupun pengujian dalam penelitian ini. Penelitian hanya berfokus pada pengembangan aplikasi *mobile* Android dan integrasinya dengan infrastruktur tersebut.
5. Metode Pengujian: Pengujian dilakukan melalui *Black-box Testing* terhadap fungsi aplikasi serta pengukuran *response time* komunikasi MQTT. Penelitian tidak melibatkan pengujian *usability* menggunakan responden maupun kuesioner.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengembangkan aplikasi *mobile* Android berbasis Flutter yang mampu menampilkan data *monitoring* serta menyediakan fitur kontrol volume dan *mute* secara fungsional.
2. Mengimplementasikan komunikasi data berbasis MQTT agar aplikasi Android dapat terintegrasi dengan *backend system* untuk mendukung proses *monitoring* dan kontrol secara *real-time*.
3. Mengevaluasi kualitas dan performa aplikasi melalui pengujian fungsionalitas fitur menggunakan metode *Black-box Testing* serta pengujian *response time* komunikasi MQTT.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam aspek akademik, praktis, dan sosial bagi berbagai pihak yang terkait dengan pengembangan dan penerapan sistem yang diteliti.

1. Manfaat Akademik: Menjadi referensi dalam penelitian pengembangan aplikasi *mobile* Android berbasis *framework* Flutter dan arsitektur MVVM yang terintegrasi dengan protokol komunikasi MQTT untuk manajemen data sistem terdistribusi.
2. Manfaat Praktis: Menyediakan aplikasi *mobile* Android yang mampu menampilkan informasi *monitoring* status *node* dan nilai SPL secara *real-time* serta mendukung kontrol volume dan *mute* pada sistem audio multi-zona melalui komunikasi berbasis MQTT.
3. Manfaat Sosial: Memberikan kemudahan bagi pengelola masjid dalam memantau kondisi sistem audio multi-zona secara *real-time* sehingga proses pemeliharaan dan pengelolaan perangkat dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien.

F. Kontribusi Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan aplikasi *monitoring* dan kontrol sistem audio multi-zona masjid berbasis *Cyber-Physical System* (CPS) dan *Internet of Things* (IoT). Kontribusi penelitian tidak hanya berupa produk aplikasi yang dihasilkan, tetapi juga penerapan pendekatan pengembangan perangkat lunak dan komunikasi data yang mendukung sistem *monitoring* dan kontrol secara *real-time*.

1. Penerapan arsitektur perangkat lunak *Model-View-ViewModel* (MVVM) pada aplikasi Android berbasis Flutter untuk mendukung pengelolaan data dan komunikasi MQTT secara *real-time* sehingga antarmuka aplikasi tetap responsif dan mudah dikembangkan.
2. Perancangan model integrasi komunikasi data antara aplikasi Android, MQTT broker, dan *backend system* yang memungkinkan proses *monitoring* status *node*, visualisasi nilai *Sound Pressure Level* (SPL), serta pengiriman instruksi kontrol volume dan *mute* secara *real-time*.
3. Evaluasi performa komunikasi data berbasis MQTT menggunakan parameter *response time* sebagai dasar untuk menilai responsivitas komunikasi antara aplikasi Android dan *backend system* pada sistem audio multi-zona berbasis *Cyber-Physical System* (CPS).

G. Keaslian Penelitian

Keaslian penelitian ini terletak pada pengembangan aplikasi *mobile* Android yang terintegrasi dengan sistem distribusi audio masjid berbasis multi-zona menggunakan protokol MQTT untuk memungkinkan *monitoring* dan kontrol volume dan *mute* secara *real-time* melalui jaringan lokal. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem *Public Address* (PA) masjid masih menggunakan distribusi audio terpusat secara analog dan belum terintegrasi dengan sistem kontrol berbasis aplikasi *mobile* maupun komunikasi IoT secara *real-time*[9]. Selain itu, beberapa penelitian IoT berbasis MQTT umumnya hanya berfokus pada *monitoring* perangkat atau sensor tertentu dan belum mengimplementasikan kontrol sistem audio berbasis multi-zona melalui aplikasi *mobile* secara langsung[10].

Dengan demikian, keaslian penelitian ini terletak pada pengembangan aplikasi *mobile* Android menggunakan *framework* Flutter dan arsitektur MVVM yang difokuskan untuk melakukan *monitoring* status keaktifan *node*, visualisasi data SPL, serta manajemen pengiriman data kontrol volume dan *mute* berbasis multi-zona melalui protokol komunikasi MQTT.

H. Keterbaruan Penelitian

Penelitian ini menghadirkan kebaruan melalui pengembangan sistem *monitoring* dan kontrol distribusi audio masjid berbasis zonasi yang dapat dikendalikan secara *real-time* menggunakan aplikasi *mobile* Android. Berbeda dengan sistem audio konvensional yang umumnya masih dikendalikan secara manual dan terpusat pada perangkat fisik, penelitian ini mengintegrasikan protokol komunikasi MQTT sebagai mekanisme pertukaran data antara aplikasi *mobile* dan infrastruktur *backend* berbasis IoT.

Dengan demikian kebaruan dari penelitian ini adalah penerapan arsitektur MVVM pada aplikasi Android untuk mengelola *traffic* data komunikasi *publish-subscribe* MQTT secara *real-time*, yang dikhususkan untuk memantau nilai SPL dan kontrol volume dan *mute* pada sistem distribusi audio berbasis zonasi di masjid. Evaluasi kebaruan ini diukur berdasarkan performa parameter teknis jaringan (*response time*) dan kevalidan fungsionalitas sistem melalui eksperimen laboratorium.