

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi *wireless* menjadi semakin berkembang dalam segala bidang, dibutuhkan hubungan komunikasi yang handal antara *Wireless Local Area Network* (WLAN) dengan antarmuka perangkat lain seperti *notebook* dan seluler. Proses akses perangkat pada jaringan WLAN sering-kali terkendala akibat cakupan perangkat *Access Point* (AP) dan besarnya *delay* pada jaringan. Standar WLAN yang paling dikenal adalah standar *Institute of Electrical and Electronics Engineering* (IEEE) 802.11. IEEE 802.11 mulai dikembangkan sejak tahun 1997 dengan lisensi pertama adalah 802.11b, dikenalkan pada tahun 1999 yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dengan cakupan 30 m di dalam ruangan dan 200 m luar ruangan, *bandwidth* (BW) kanal sebesar 11 Mbps dengan kanal fisik *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS) [1]. Standar WLAN lain yang cukup dikenal dan populer di masyarakat adalah 802.11a, 802.11b, 802.11e khususnya mendukung layanan *Quality of Service* (QoS), 802.11g, dan 802.11n. Standar tersebut terus dikembangkan oleh IEEE untuk dapat mendukung mobilitas dan kebutuhan manusia. Standar terakhir yang dikeluarkan oleh IEEE untuk WLAN adalah 802.11n pada tahun 2009 tanpa jaminan QoS.

Semakin besar permintaan dan kebutuhan masyarakat dalam aplikasi multimedia, pembaruan dari IEEE 802.11n diharapkan dapat meningkatkan *throughput* dan *data rate*. Untuk dapat mengaplikasikan kebutuhan tersebut, maka diadopsi teknik propagasi multi antena MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) [2]. Oleh karena itu, diperoleh *data rate* mencapai 600 Mbps untuk maksimum empat *spatial stream*. Pada [2] dijelaskan juga bahwa teknik MIMO memanfaatkan utilisasi *spatial diversity* untuk memperluas jangkauan/cakupannya, dan *spatial multiplexing* untuk meningkatkan *data rate* pengiriman.

Dengan memanfaatkan beberapa kelebihan tersebut, jaringan WLAN IEEE 802.11n dikonvergensi dengan fiber optik, dikenal sebagai WLAN *over* Fiber (WiLANoF). Fiber optik digunakan karena medium ini merupakan saluran transmisi handal dengan keunggulan *bitrate* mencapai 1 Tbps, BW lebar untuk

mendukung aplikasi multimedia, dan *delay* minimum dengan harapan dapat lebih menunjang dan mempercepat *data rate* dalam pengiriman data. Pengaplikasian WiLANoF menggunakan standar keluarga IEEE seperti 802.11a, 802.11b, 802.11e, dan 802.11g, telah dibahas pada [3] [4] [5] [6]. Selanjutnya, ditentukan batas atas *delay* pada jaringan yang digunakan untuk menentukan jarak maksimum ekstensi fiber optik. Menurut [3], jaringan *hybrid* tersebut akan menciptakan suatu tantangan baru bagi ilmu desain jaringan. Akan tetapi dalam *paper* yang sama, [3] [4] melalui penelitian menggunakan standar 802.11g dengan cara pengecekan waktu *timeout* dari *Acknowledgement* (ACK) dan *Clear to Send/Ready to Send* (CTS/RTS), menentukan panjang maksimum ekstensi fiber optik yang dapat digunakan. Pada [3] [4] menyatakan bahwa terdapat *delay* pada jaringan *hybrid*. *Delay* diakibatkan oleh ketidaksesuaian antara protokol yang digunakan pada 802.11 dengan karakteristik fiber optik. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu modifikasi protokol. Selain itu juga dapat menyebabkan terjadinya permasalahan *hidden node* [3]. Lingkup yang digunakan pada penelitian sebelumnya adalah menggunakan protokol yang sama antar perangkat AP, *Medium Access Control* (MAC) yang digunakan adalah *Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance* (CSMA/CA) dengan *Distributed Coordination Function* (DCF). DCF berhubungan dengan *asynchronous service* yang tidak mengandalkan QoS..

## 1.2 Tujuan

Memanfaatkan *delay bound* untuk menentukan panjang maksimum ekstensi fiber optik dan menghitung *delay* pada jaringan *hybrid* WiLANoF 802.11n.

## 1.3 Manfaat

Pengimplementasian WiLANoF untuk meningkatkan utilisasi pada jaringan.

## 1.4 Penelitian Terkait

Berdasarkan penelitian [3] [4] [5] [6], dipaparkan konvergensi antara WLAN dengan fiber optik untuk menganalisis *delay* dan panjang fiber optik yang digunakan. Pada [3] dijelaskan lebih rinci alasan penggunaan modulasi ERP-OFDM (*Extended Rate Physical – Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) pada *band* 2,4 GHz menggunakan MAC protokol CSMA/CA dengan DCF. Di [4], dilakukan modifikasi pada protokol MAC menggunakan skema RTS/CTS untuk

mengurangi probabilitas terjadinya *error* dan *hidden node* saat pengiriman data. Menurut [3] [4], terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi *delay*, diantaranya adalah *preamble length*, *slot time*, dan mekanisme proteksi RTS/CTS. Pada [5] dibahas mengenai penggunaan metode RTS/CTS terhadap proses pertukaran *frame* dan dilakukan perbandingan terhadap metode *basic access* (BA). Menurut [4] [7], *slot time* yang digunakan bergantung pada durasi *guard interval* (GI). Pada 802.11n tersedia dua macam GI yaitu GI 800 ns dan *short guard interval* (SGI) 400 ns. Nilai-nilai yang digunakan menurut [7] berhubungan dengan panjang fiber optik, BW kanal, dan jenis fiber optik (diameter *core* fiber). Pada [7] [8], diujicobakan transmisi data menggunakan teknik MIMO, nantinya dianalisis pengaruh teknik MIMO terhadap *delay* yang diperoleh.

### 1.5 Rumusan Masalah

Permasalahan yang sering muncul pada jaringan WLAN adalah cakupan yang terbatas untuk distribusi sinyal. Konvergensi WLAN dengan fiber optik diharapkan dapat meningkatkan kapasitas dan jarak/panjang fiber optik. Panjang maksimum ekstensi fiber optik ditentukan oleh batas atas *delay* yang dapat ditolerir oleh sistem. Durasi *short interframe space* (SIFS) dimanfaatkan sebagai parameter *delay bound*. Jika ekstensi fiber optik diperpanjang melebihi batas atas *delay* tersebut, maka akibatnya adalah *delay* juga melebihi batas. Hal ini diinterpretasikan telah terjadi peristiwa gagal kirim data ke STA. Selebihnya, jika diinginkan fiber optik yang lebih panjang, maka penentuan *delay bound* harus melebihi durasi SIFS tersebut.

Implementasi jaringan WLAN lebih banyak menggunakan protokol IEEE 802.11 karena fitur-fiturnya yang lengkap dibanding dengan standar yang lain. Pada protokol ini dikembangkan metode akses untuk mengatur mekanisme pengiriman paket data dari *transmitter* (TX) pada *Central Unit* (CU), dilewatkan pada kanal, dan diterima oleh *receiver* (RX) pada *Remote Access Unit* (RAU). Metode ini terdapat beberapa macam, diantaranya adalah BA dan RTS/CTS. Masing-masing metode memiliki pengaruh yang berbeda terhadap *delay*.

OFDM digunakan oleh 802.11n dengan beberapa *subcarrier* untuk memaksimalkan BW pada standar WLAN. Kanal HT yang disediakan selebar 20 MHz dibagi menjadi 56 *subcarriers*, sedangkan kanal 40 MHz dibagi menjadi 114 *subcarriers*. Setiap simbol yang menempati masing-masing *subcarrier* diberikan

spasi waktu yang disebut *guard interval* (GI). Spasi waktu tersebut sebesar 400 ns untuk *short* GI atau 800 ns untuk *long* GI yang dialokasikan terhadap data antar simbol IFFT. Penggunaan setiap spasi waktu dan alokasi BW mempengaruhi *delay* pada pengiriman *frame* data.

Lebih spesifik ke protokol IEEE 802.11n, protokol ini memiliki keunggulan pada teknik MIMO multi-antena untuk propagasi sinyal melalui AP. MIMO menerapkan konsep *spatial diversity* dan *spatial multiplexing* untuk memperluas daerah cakupan propagasi sinyal dan meningkatkan *data rate*. Hal lain yang membedakan dengan standar sebelumnya adalah format *frame high throughput* (HT). Terdapat *field* baru yang ditambahkan untuk meningkatkan *throughput* pada jaringan yang disebut dengan HT-*preamble*. Skema HT-*preamble* ini hanya dimiliki oleh format *frame HT-mixed format* (HT-MF) dan HT-*greenfield* (HT-GF). Tugas akhir ini meninjau pengaruh MIMO dan format *frame* pada skema WiLANoF terhadap *delay* serta mengetahui penyebabnya.

Pada skema jaringan ini, fiber optik digunakan sebagai saluran penghubung antar AP. Kabel fiber optik yang digunakan adalah jenis *Step Index Singlemode* pada arah *upstream* maupun *downstream*, karena dapat mengirimkan informasi dengan *bitrate* tinggi. Panjang fiber optik yang merupakan interpretasi dari jarak *link* berpengaruh pada waktu tempuh pengiriman *frame* data. Nantinya, tugas akhir ini meninjau pengaruh panjang fiber optik yang digunakan terhadap waktu pengiriman paket dan *delay* pada jaringan WiLANoF.

Dalam kaitannya dengan rekayasa MAC, maka digunakan beberapa skenario pengiriman sesuai dengan skema MCS 802.11n. Untuk setiap skenario yang dijalankan menggunakan nilai parameter MCS yang berbeda dengan panjang *frame* tetap. Selain itu, jumlah *spatial stream* mempengaruhi waktu pemrosesan *frame* data. Selanjutnya, pengaruh parameter MCS dianalisis saat melalui saluran fiber optik dan saat propagasi di udara menggunakan teknik MIMO.

Tugas akhir ini membahas rekayasa protokol IEEE 802.11n pada jaringan WiLANoF tanpa melakukan simulasi atau menerapkannya di jaringan secara langsung. Perhitungan dilakukan melalui pendekatan matematis melalui metode deterministik. Pemodelan menerapkan standar 802.11n pada AP dan STA dalam cakupan satu *base station subsystem* (BSS) yang menghubungkannya dengan fiber

optik antara CU dan RAU. Skenario yang digunakan adalah kanal ideal tanpa adanya *hidden node* pada *band* frekuensi 2,4 GHz.

### 1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pengolahan data menggunakan *software* Microsoft Office Excel 2013.
2. Penghitungan *delay* tanpa memperhitungkan dan mengubah karakteristik, spesifikasi, dan tipe/*brand* AP, *transmitter*, serta *detector* optik.
3. Pengguna yang mengakses jaringan dalam keadaan nomadik.
4. Skenario pengiriman paket sesuai dengan parameter MCS 802.11n.
5. Pengaruh lingkungan sekitar dan jarak antara AP dengan STA diabaikan.
6. Format *frame* yang digunakan HT-MF dan HT-GF pada *band* frekuensi 2,4 GHz *equal modulation*.
7. Aliran data arah *downstream* dari keluaran AP 802.11n pada CU sampai ke STA pada RAU tanpa membahas teknik pengkonversian bentuk sinyal dari AP 802.11n ke LASER.

### 1.7 Metode Penelitian

Tugas akhir ini membahas tentang analisis dan perhitungan. Awalnya dirancang model sistem mulai dari *server* sampai dengan RX di sisi *end point/user*. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan *frame* data berukuran tetap sesuai dengan format *frame* mulai dari *server* yang bergantung pada parameter MCS 802.11n. MCS mendeskripsikan teknik modulasi, *coding rate*, *data rate*, jumlah data-bit-per-simbol, dll. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan pendekatan matematis dari hasil percobaan model sistem dan persamaan yang telah ditetapkan. Metode yang digunakan adalah deterministik dengan parameter yang telah ditentukan sebelumnya (tidak acak). Metode ini diterapkan untuk memperoleh panjang maksimum ekstensi fiber optik dan *delay* pada jaringan *hybrid* WLAN 802.11n *over* fiber. Perhitungan difokuskan pada besaran *delay bound* untuk pengiriman *end to end* antara perangkat AP 802.11n pada CU dengan STA di RAU.

### 1.8 Sistem Penulisan

Penulisan buku tugas akhir ini disusun secara sistematis dengan uraian sebagai berikut:

## BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan dan batasan masalah, metode penelitian, dan sistem penulisan.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas prinsip dasar WLAN khususnya standar IEEE 802.11n, dan jaringan WiLANoF.

## BAB III PERANCANGAN MODEL SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang model sistem yang digunakan, model pengujian, metode perhitungan dan analisis *delay* pada jaringan *hybrid* WLAN *over* fiber, serta diagram alir pelaksanaan pengerjaan dan pengujian model sistem.

## BAB IV ANALISIS MODEL SISTEM

Bab ini membahas tentang analisis hasil yang dilakukan berdasarkan pendekatan parameter *delay* untuk dapat menentukan suatu rekayasa berkaitan dengan jaringan WiLANoF 802.11n. Rekayasa bertujuan untuk memperoleh panjang maksimum fiber optik dan mengetahui *delay* berdasarkan skema MCS yang diujikan.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan mengenai hasil penelitian dan solusi yang dapat digunakan pada jaringan WiLANoF, serta saran yang mendukung untuk pengembangan tugas akhir selanjutnya berkaitan dengan WLAN standar IEEE 802.11n pada *link* fiber optik.