

## BAB I PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Teknologi komunikasi *wireless* saat ini berkembang dengan pesat seiring meningkatnya kebutuhan pengguna terhadap layanan yang cepat dan beragam. Hal ini terlihat dari perkembangan layanan komunikasi *wireless* yang terus meningkat, baik dari segi kuantitas maupun dari kualitas. Besar *bandwidth* yang digunakan, kecepatan transfer sampai ketahanan sinyal terhadap derau interferensi, perlu diperhitungkan untuk mendapatkan kualitas komunikasi *wireless* yang relevan. Parameter – parameter tersebut akhirnya memunculkan standar komunikasi *wireless* untuk berbagai layanan.

Salah satu standar komunikasi internasional khususnya komunikasi *Broadband Wireless Access* (BWA) yang dianggap memadai dan sesuai dengan tuntutan user saat ini adalah *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX) yang dikeluarkan oleh *Institute of Electrical and Electronics Engineering* (IEEE). Standar WiMAX, terus dikembangkan dengan varian-varian yang memiliki keunggulan-keunggulan pada kondisi tertentu, seperti standar 802.16a, 802.16a rev.d-2004, dan 802.16e untuk *mobile* WiMAX. Standar WiMAX khususnya standar 802.16d rev-2004 ditetapkan sebagai standar teknologi *fixed* WiMAX. Sistem ini menggunakan teknik *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) yaitu teknik modulasi *multicarrier* dimana setiap bit data akan dimodulasi menggunakan *frequency carrier* yang berbeda.

Pemerintah menetapkan WiMAX 802.16d-2004 sebagai teknologi WiMAX yang akan diterapkan di Indonesia. Salah satu alasan terkuatnya adalah untuk peningkatan dan pengembangan produksi dalam negeri perangkat WiMAX itu sendiri. Alasan tersebut terkait dengan ditetapkannya standar tingkat kandungan konten lokal dalam negeri (TKDN) untuk setiap penyelenggara atau pemroduksi teknologi WiMAX. Hal ini memunculkan peluang *segmen* produksi teknologi WiMAX yang sangat membutuhkan tenaga ahli untuk mendesain perangkat modem CPE (*Customer Promise Equipment*) atau perangkat *base station*.

OFDM merupakan teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan berbagai macam propagasi (*multipath*), termasuk kondisi NLOS antara *base station* dengan *user*. OFDM juga dapat mengatasi permasalahan *delay spread* dan *inter symbol interference* (ISI). Sinyal OFDM dibentuk oleh beberapa sinyal sempit yang dikirimkan secara paralel untuk setiap informasi yang akan dikirim. Beberapa pengembangan dan modifikasi dari sistem ini, akhirnya menghasilkan sebuah teknologi yang mampu memenuhi kebutuhan komunikasi BWA.

Dalam aplikasi perangkat keras, kompleksitas perhitungan OFDM menjadikan *cost* pembuatannya sangat besar. Untuk memperoleh performa yang optimal dengan *cost* yang minimal untuk aplikasi sistem komunikasi masa depan ini, maka perancangan sistem OFDM menjadi penting untuk dilakukan. Perancangan yang dilakukan meliputi teknik FFT/IFFT untuk pembagian dan penggabungan *subcarrier*, *mapping* dan *demapping*, dan teknik integrasinya. Berbagai metode dapat dilakukan untuk mendapatkan OFDM dengan performa yang baik sesuai dengan tujuan implementasinya. Akan tetapi tantangan yang dihadapi dalam implementasi adalah mendapatkan *cost* perancangan *hardware* seminimal mungkin ditinjau dari segi *slice memory* dan *delay* yang dibutuhkan, dengan tetap mendapatkan performa *bitrate* dan *frequency oversampling* sesuai dengan standar WiMAX IEEE 802.16d-2004.

Penerapan inovasi teknologi OFDM salah satunya dilakukan dalam teknik multiakses. Topik ini yang akan menjadi bahasan utama dalam penulisan tugas akhir ini. Saat ini ada beberapa jenis multiakses yang ditemukan antara lain OFDM-FDMA, OFDM-TDMA, dan OFDM-CDMA. Pengembangan ini tentunya memerlukan pengembangan teknik IFFT/FFT dengan titik sample yang lebih banyak agar output frequency carrier yang dihasilkan akan semakin banyak, sehingga bandwidth kanal lebih lebar. Pada laporan tugas akhir ini akan dijabarkan mengenai implementasi FFT 256 titik-OFDM berbasis bahasa VHSIC *Hardware Description Language* (VHDL) pada FPGA.

## I.2 Perumusan Masalah

Rumusan – rumusan masalah yang akan diselesaikan pada tugas akhir ini antara lain:

1. Perancangan spesifikasi sistem OFDM yang akan diimplementasikan.
2. Penentuan teknik FFT/IFFT yang memenuhi spesifikasi rancangan.
3. Pemodelan MATLAB untuk pengujian algoritma FFT/IFFT yang digunakan.
4. Pembuatan sistem OFDM dalam bahasa VHDL dan simulasi.
5. Implementasi sistem OFDM pada FPGA dan verifikasi *in circuit* dengan *signal tap*.

## I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan akhir dari tugas akhir ini adalah perancangan sistem OFDM dengan IFFT/FFT 256 titik. Rancangan harus *synthesizable* dan dapat diimplementasikan pada FPGA. Target rancangan yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut.

1. Hasil perancangan dapat menghasilkan sistem OFDM dengan keluaran IFFT/FFT sebanyak 256 *subcarrier*, periode simbol, dan frekuensi *sampling* yang sesuai dengan standard IEEE 802.16d-2004.
2. Rancangan dapat diimplementasikan pada FPGA dengan penggunaan *resource slice memory* dan *input/output* yang wajar.
3. Hasil perancangan dapat diverifikasi dengan verifikasi *in circuit*.

## I.4 Batasan Masalah

Beberapa pembatasan masalah dalam perancangan sistem OFDM pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Sistem OFDM yang dirancang difokuskan pada *prototype* perancangan sistem IFFT/FFT 256 titik dengan input berupa bit-bit simbol keluaran *mapper* di level *Baseband*.
2. Asumsi data input dengan lebar 16 bit.
3. Teknik IFFT/FFT yang dirancang pada penelitian ini menggunakan algoritma IFFT/FFT radiks 4.

4. Jumlah titik yang diharapkan adalah 256 titik.
5. Perancangan dilakukan sampai sintesa hardware.
6. Simulasi pada MATLAB sebatas uji kelayakan algoritma perancangan FFT/IFFT sehingga sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
7. Lebar bit data simbol adalah 16 bit.
8. Tidak ada perhitungan *noise* pada perancangan karena perancangan didasarkan pada simulasi VHDL.
9. Implementasi pada FPGA berupa signal tap.
10. Verifikasi menggunakan *testbench* pada software Modelsim 6.0 dengan data pembandingan *test vector* yang digenerate pada MATLAB.
11. Hardware FPGA yang digunakan seri Xilinx Virtex-4 XC4VLS25.

### **I.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan dan membatasi permasalahan
2. Studi Literatur berisikan pembahasan teoritis melalui studi literatur dari buku-buku atau jurnal ilmiah yang berkaitan dengan permasalahan
3. Perancangan simulasi menggunakan MATLAB.
4. Perancangan arsitektur rangkaian menggunakan bahasa VHDL dengan software Modelsim 6.3
5. Verifikasi rangkaian dengan menggunakan *testbench* pada software Modelsim 6.3.
6. Implementasi rangkaian pada FPGA.

### **I.6 Sistematika Penulisan**

Secara umum keseluruhan Tugas Akhir ini dibagi menjadi lima bab bahasan, ditambah dengan lampiran dan daftar istilah yang diperlukan. Penjelasan masing - masing bab adalah sebagai berikut:

## **BAB 1 : PENDAHULUAN**

Bab ini berisi gambaran umum dari percobaan yang dilakukan. Tercakup di dalamnya yaitu latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metode penelitian serta sistematika penulisan.

## **BAB 2 : DASAR TEORI**

Pada bab ini berisi paparan umum tentang teknologi OFDM perkembangannya. Hal yang selanjutnya dibahas tentu mengenai jenis-jenis teknik IFFT/FFT yang digunakan serta permasalahannya termasuk di dalamnya algoritma metode yang digunakan.

## **BAB 3 : PERANCANGAN SISTEM OFDM *BASEBAND***

Bab ini membahas mengenai spesifikasi sistem OFDM dan model sistem yang dirancang. Tahap perancangan untuk blok transformasi fourrier dan representasi bilangan yang digunakan juga dibahas pada bab ini.

## **BAB 4 : SIMULASI SISTEM OFDM *BASEBAND***

Bab ini menjelaskan skenario simulasi sistem yang dilakukan. Simulasi dibagi dalam dua sub bab, yaitu simulasi pada MATLAB dan MODELSIM. Penjelasan tiap blok sistem dijelaskan lengkap dalam bab ini.

## **BAB 5 : PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM OFDM *BASEBAND* PADA FPGA**

Pada bab ini dijelaskan mengenai skenario implementasi serta pengujian sistem pada FPGA dan analisa terhadap hasil yang dikeluarkan.

## **BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini merupakan bab terakhir dari laporan tugas akhir yaitu berupa kesimpulan untuk sistem yang penulis kerjakan, serta saran untuk penelitian berikutnya.