

PERANCANGAN DAN REALISASI DUAL-BAND BANDPASS FILTER DENGAN FREKUENSI KERJA 2,3 GHz DAN 3,3 GHz UNTUK APLIKASI WIMAX DENGAN MENGGUNAKAN METODE STEPPED IMPEDANCE RESONATOR

Chattra Kussatrio¹, Uke Kurniawan Usman², Yuyu Wahyu³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Pada perkembangan teknologi komunikasi wireless yang semakin cepat dan beragam memunculkan berbagai standar teknologi yang baru. Filter adalah device yang sangat penting kegunaannya dalam menentukan kualitas komunikasi wireless. Filter secara umum berfungsi untuk melewatkan sinyal pada daerah frekuensi tertentu dan meredam sinyal pada daerah frekuensi yang tidak diinginkan.

Filter yang akan dirancang memiliki aplikasi Wimax yang merupakan standar teknologi dari WMAN (Wide Metropolitan Area Network) yang dapat menjangkau area hingga lebih dari 50 km, namun memiliki bandwidth yang sempit. DITJEN POSTEL mengatur daerah frekuensi Wimax di Indonesia, yaitu pada 2.3 - 2.4 GHz dan 3.3 GHz- 3.4 GHz untuk fixed Wimax. Daerah frekuensi ini, memungkinkan terjadinya interferensi dengan frekuensi yang berdekatan yaitu teknologi WiFi, pada frekuensi 2.4 GHz dan downlink pada teknologi siskom satelit, pada frekuensi 4 GHz.

Hasil Tugas akhir ini adalah sebuah BPF mikrostrip yang memiliki dual pass-band pada daerah frekuensi 2.3 GHz dan 3.3 GHz. Metode yang digunakan adalah metode Stepped impedance resonator yang memungkinkan perancangan filter dual-band. Filter memiliki tingkat kehandalan yang cukup tinggi dari segi return loss yaitu dengan threshold 20dB.

Kata Kunci : Dual-band filter, Stepped Impedance Resonator, Mikrostrip

Abstract

The development of wireless communication technology is become faster and various emerge new technology standards. Filter is a that is very important usefulness device in determining the quality of band and attenuate the signal in unwanted frequencies band.

Filter is designed to have an application in WiMAX which is standard technology from WMAN (Wide Metropolitan Area Network) that can cover area by more than 50 km, but has a narrow bandwidth. DITJEN POSTEL set Wimax frequency band in Indonesia at 2.3 - 2.4 GHz and 3.3 GHz-4.3 GHz for fixed Wimax. This frequency band, allowing the occurrence of interference with adjacent frequencies, that is WiFi technology, at a frequency of 2.4 GHz and downlink of satellite communication system technology, at a frequency of 4 GHz. This final project will concern about the design and realization of filter devices on WiMAX technology, to avoid interference with WiFi service and satellite downlink.

This result of this final project is a microstrip BPF that has a dual pass-band at frequency 2.3 GHz and 3.3 GHz with a bandwidth of 90 MHz. The used method is Stepped impedance resonator method that allows dual-band filter design. Filter has a fairly high level of reliability in terms of return loss to loss with 20 dB threshold.

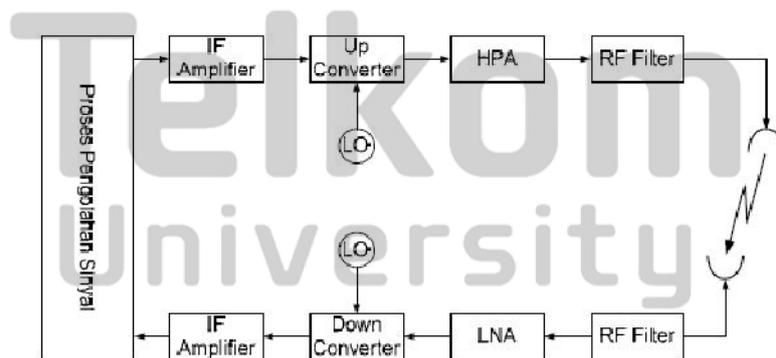
Keywords : Dual-band filter, Stepped Impedance Resonator, Microstrip

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) merupakan teknologi berbasis BWA (*Broadband Wireless Access*), yang menerapkan standar IEEE 802.16. WiMAX memiliki karakteristik yang mirip dengan teknologi WiFi, namun memiliki kecepatan yang lebih tinggi (mencapai 70 mbps) dan jangkauan yang lebih luas (50 km radius dari *base station*). Pengembangan WiMAX diharapkan dapat mengatasi masalah akses internet di daerah-daerah yang tidak terjangkau oleh kabel telepon.

Pengembangan WiMAX tahap awal yaitu pada daerah frekuensi 2.5 GHz-2.6 GHz, 2.7 GHz-2.9 GHz, dan 3.4 GHz-3.5 GHz. Namun, seiring dengan perkembangannya, *bandwidth* WiMAX di atas berbenturan dengan layanan atau aplikasi lain, seperti sistem komunikasi satelit pada *C-band*, teknologi Wifi, dan sebagainya. Oleh karena itu, WiMAX akan dikembangkan pada daerah frekuensi 2.3 GHz- 2.390 GHz serta 3.3 GHz- 3.39 GHz untuk . Namun, diperlukan perangkat sistem komunikasi yang baik, agar tidak terjadi interferensi dengan layanan WiFi (2.4 GHz) dan dengan layanan downlink komunikasi satelit (4 GHz). Dirasa perlu adanya suatu filter yang dapat meredam interferensi yang mungkin terjadi pada pengimplementasian teknologi WIMAX di Indonesia. Filter sendiri merupakan bagian dari sistem komunikasi yang terletak di tingkat RF (Radio Frequency). Blok diagram sistem komunikasi secara umum ditunjukkan oleh gambar di bawah ini.



Gambar 1.1 Blok diagram sistem komunikasi

Pada tugas akhir ini akan dirancang sebuah mikrostrip filter dengan daerah frekuensi 2.3 -2.39GHz serta 3.3- 3.39 GHz menggunakan Stepped impedance resonator.

Diharapkan dengan metode ini, dapat dirancang filter yang memiliki tingkat selektifitas yang tinggi untuk meredam noise dan interferensi, sehingga kualitas sinyal informasi di sisi penerima tetap terjaga.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya, maka dapat dijabarkan rumusan masalah yang dibahas pada Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bagaimana proses perancangan dan perealisasi filter secara bertahap dan terstruktur sampai pada pengukuran parameter-parameternya.
2. Bagaimana merancang filter yang dapat meredam frekuensi terdekat, dalam hal ini WiFi (2.4 GHz) dan Downlink satelit (4 Ghz), dengan menggunakan metode *stepped impedance resonatory* yang memiliki karakteristik berupa *slope* yang tajam tetapi mengijinkan adanya *ripple* pada *passband*.
3. Bagaimana cara mendesain dan mensimulasikan pengukuran parameter-parameter filter dengan menggunakan software ANSOFT HFSS 10
4. Bagaimana menguji kehandalan filter dan parameter apa yang harus diperhatikan.
5. Sejauh mana peran filter dalam meredam noise dan interferensi yang terjadi pada teknologi wimax.

1.3 Tujuan

Hasil yang ingin dicapai melalui penelitian yang dilakukan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang, mengimplementasikan, dan mengukur dual Bandpass filter yang menggunakan substrat *FR4 epoxy* yang bekerja pada frekuensi 2.3 GHz dan 3.3 GHz.
2. Memahami Karakteristik metode *stepped impedance resonator* dalam merancang *dual-band bandpass filter*.
3. Membandingkan dan menganalisa filter hasil pengukuran dengan simulasi.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian yang dilakukan pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Spesifikasi perangkat yang diharapkan adalah:

| | |
|--|--|
| Frekuensi kerja | : 2.3 GHz-2.390GHz dan 3.3 GHz-3.39GHz |
| Frekuensi tengah | : 2.345 GHz dan 3.345 GHz |
| <i>Bandwidth</i> | : 90 MHz |
| Impedansi terminal | : 50 Ω |
| <i>Insertion loss</i> pada <i>passband</i> 1 dan 2 | : ≤ 2 dB |
| <i>Return loss</i> pada <i>passband</i> 1 dan 2 | : ≥ 16 dB |
| Atenuasi pada <i>stopband</i> | : ≥ 20 dB |

2. Software yang digunakan untuk mendesain dan simulasi parameter filter adalah ANSOFT HFSS 10

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian pada tugas akhir ini, yaitu metode eksperimental yang diawali dengan studi literature. Beberapa langkah penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Menentukan spesifikasi filter agar dapat digunakan pada teknologi Wimax.
2. Melakukan langkah perhitungan sesuai dengan teori yang ada.
3. Mensimulasikan hasil perhitungan dengan menggunakan ANSOFT HFSS 10
4. Melakukan optimasi apabila terjadi ketidaksesuaian antara hasil simulasi dan spesifikasi awal.
5. Merealisasikan filter serta melakukan pengukuran terhadap parameter kerja filter
6. Menganalisis hasil simulasi dan realisasi, mengambil kesimpulan, dan menyusun Laporan Tugas Akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum keseluruhan Tugas Akhir ini dibagi menjadi lima bab bahasan. Penjelasannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, rencana kerja, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas teori mengenai filter, resonator, inverter, saluran mikrostrip, dan teori dasar metode *Stepped Impedance Resonator*

BAB III PERANCANGAN DAN SIMULASI

Bab ini membahas proses perancangan filter *dual-band BPF*, serta hasil simulasi menggunakan Matlab 2009.

BAB IV ANALISIS HASIL SIMULASI

Bab ini berisi hasil dari simulasi parameter-parameter dari filter yang telah dibuat serta analisis dari setiap nilai parameter yang dihasilkan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil Tugas Akhir dan saran untuk pengembangan-pengembangan lebih lanjut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perancangan dan realisasi filter pada Tugas Akhir ini secara umum sudah cukup baik, dilihat dari karakteristik filter yang memiliki nilai insertion loss 6.5 dB, return loss maksimal 26 dB pada passband 1 dan 11 dB pada passband 2, fasa yang linier, dan bandwidth yang mendekati nilai spesifikasi awal yaitu 90 MHz pada passband 1 dan 1900 MHz pada passband 2.
2. Pada saat realisasi, setelah dilakukan pengukuran terjadi pergeseran frekuensi kerja pada kedua passband,. Hal ini disebabkan terjadi pelebaran saluran resonator saat fabrikasi yang menyebabkan perubahan panjang resonator yang sesuai.
3. Kopling elektrik memberikan pengaruh pada nilai *insertion loss* pada respon magnitud filter. Semakin lebar jarak antar resonator maka nilai kopling elektrik semakin mengecil sehingga nilai *insertion loss* semakin membesar.
4. Filter memiliki tingkat kehandalan yang cukup tinggi dari segi return loss loss, namun karena terjadi pergeseran frekuensi serta insertion loss yang cukup besar menyebabkan filter tidak dapat digunakan secara optimal untuk aplikasi yang direncanakan yaitu teknologi Wimax di frekuensi 3.3 GHz
5. Hasil simulasi dengan HFSS ANSOFT 10 berbeda dengan hasil pengukuran. Hal ini disebabkan hasil simulasi diperoleh dari proses pengukuran pada kondisi ideal yang tidak mempertimbangkan faktor redaman kabel serta hasil kalibrasi NA yang kurang sempurna.

5.2 Saran

1. Perancangan filter untuk teknologi Wimax dapat dilakukan dengan metode lain seperti *Assymetric Folded SIR* yang memungkinkan mengatur bandwidth passband 2 secara independen tanpa mempengaruhi passband 1.
2. Diperlukan nilai toleransi untuk mengantisipasi perubahan nilai lebar dan panjang resonator, karena memberikan pengaruh yang cukup besar.
3. Mencari konfigurasi lain yang memiliki nilai insertion loss lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Velázquez, María del Castillo -Ahumada #, Martel, Jesús, Medina, Francisco #, dan Mesa, Francisco *Design of a Dual Band-Pass Filter Using Modified Folded Stepped-Impedance Resonators*. IEEE TRANSACTION ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES
- [2] Sagawa, Morikazu#, Makimoto, Mitsuo#, dan Yamashita, Sadahiko# . *Geometrical Structures and Fundamental Characteristics of Microwave Stepped-Impedance Resonators*. IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, VOL. 45, NO. 7, JULY 1997
- [3] Tsai, Chih-Ming#, Lee, Hong-Ming Matthaël#, L, George. *Planar Filter Design With Fully Controllable Second Passband*. IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, VOL. 53, NO. 11, NOVEMBER 2005
- [4] Hong, Jia-Sheng dan Michael J. Lancaster. *Microstrip filter for RF/Microwave Application*. John Willey and Sons, Inc. 2001
- [5] Yamashita, Sadahiko dan Makimoto, Mitsuo. *Miniaturized Coaxial Resonator Partially Loaded with High-Dielectric-Constant Microwave Ceramics*. IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, VOL. 31, NO. 9, SEPTEMBER 1983.
- [6] Matthaël, George L. *Microwave Filters, Impedance Matching Network, and Coupling Structures*. McGraw Hill Book Company. 1994
- [7] Mondal, Priyanka and Kanti Mandal, Mrinal. *Design of Dual-Band Bandpass Filters Using Stub-Loaded Open-Loop Resonators*. IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, VOL. 56, NO. 1, JANUARY 2008.
- [8] Yamashita, Sadahiko dan Makimoto, Mitsuo. *Bandpass Filters Using Parallel Coupled Stripline Stepped Impedance Resonators*. IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, VOL. 28, NO. 12, DECEMBER 1980
- [9] Mondal, Priyanka, dan Kanti Mandal, Mrinal. *Design of Dual-Band Bandpass Filters Using Stub-Loaded Open-Loop Resonators*. IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, VOL. 56, NO. 1, JANUARY 2008