

## PERANCANGAN, SIMULASI DAN REALISASI BPF MIKROSTRIP HAIRPIN UNTUK APLIKASI WI-FI PADA FREKUENSI 5,725-5,875 GHZ

Marolop Hengki Rianto<sup>1</sup>, Budi Prasetya<sup>2</sup>, Yuyu Wahyu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

### Abstrak

Filter merupakan perangkat transmisi yang memiliki fungsi untuk menyaring frekuensi tertentu dengan meloloskan frekuensi yang diinginkan dan meredam frekuensi yang tidak diinginkan. Frekuensi yang dilewatkan pada perangkat ini disesuaikan dengan jenis filter yang digunakan dengan karakteristik yang berbeda pula.

Pada tugas akhir ini dibahas mengenai desain dan realisasi filter microwave yang bekerja pada frekuensi 5,725-5,875 GHz. Filter yang direalisasikan berupa bandpassfilter hairpin yaitu saluran transmisi berupa mikrostrip yang dipasang berbentuk susunan melintang diagonal dengan resonator mikrostrip. Bentuk karakteristik redaman filter dirancang berdasarkan pendekatan matematis Chebychev.

Pengukuran filter dilakukan dengan menggunakan network analyzer untuk mendapatkan parameter tentang kinerja dan karakteristik prototype yang dibuat. Parameter yang telah diuji dari prototype BPF ini antara lain respon frekuensi, bandwidth, standing wave ratio, insertion loss, perubahan fasa, dan impedansi terminal. Adapun hasil pengukuran dari karakteristik filter ini adalah : frekuensi tengah 5,8 GHz dengan insertion loss = 4,963 dB, bandwidth 3dB = 137,5 MHz, bandwidth 50dB = 759,375 MHz, VSWR = 1,472 pada input dan output 1,468, return loss pada input 14,382 dB dan 14,147 dB untuk output, impedansi terminal input =  $38,618 + j13,093 \Omega$  dan output =  $36,462 + j20,530 \Omega$ , respon fasa yang dihasilkan konstan.

Kata Kunci : BPF , Chebychev, Hairpin, Mikrostrip

### Abstract

Filter is a transmission means that has function to pass certain frequency with release wanted frequency (pass band) and damp unwanted frequency. Passed frequency in this means must suitable with filter type that used with different characteristic.

In this final project is designed and built Band Pass Filter (BPF) in frequency between 5,725 - 5,875 GHz. Transmission canal type used in realization BPF here use band pass hairpin, it is a microstrip transmission line is fitted with a diagonal cross-shaped arrangement of microstrip resonators. The characteristic of filter attenuation has been design based on Chebychev.

Filter measuring done with Network Analyzer to get information about performance and prototype characteristic that made. Parameter that analyzed from BPF prototype such as: frequency response, bandwidth, insertion loss, standing wave ratio, the change of phase and terminal impedance. The measure result from filter characteristic is : center frequency 5,8 GHz with insertion loss = 4,963 dB, bandwidth 3dB = 137,5 MHz, bandwidth 50dB = 759,375 MHz, VSWR = 1.472 for input and output 1.468, return loss input 14,382 dB and 14.147 dB for output, terminal impedance input =  $38,618 + j13,093 \Omega$  and output =  $36,462 + j20,530 \Omega$ , the change of respon phase with frequency is constant. Keywords : BPF, Chebychev, Hairpin, Mikrostrip

Keywords : BPF, Chebychev, Hairpin, Mikrostrip

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu komponen yang sangat mempengaruhi perkembangan teknologi telekomunikasi pada daerah frekuensi gelombang mikro atau microwave adalah sebuah filter microwave. Filter adalah perangkat yang berfungsi untuk melewatkan sinyal-sinyal pada frekuensi tertentu yang diinginkan dan meredam sinyal-sinyal pada daerah frekuensi yang tidak diinginkan. Secara umum, tujuan dari pemfilteran adalah untuk meningkatkan kualitas dari sebuah sinyal atau untuk memisahkan dua atau lebih sinyal yang sebelumnya dikombinasikan dengan tujuan mengefisienkan pemakaian saluran komunikasi yang ada.

Perkembangan teknologi telekomunikasi yang berkembang semakin pesat dan cepat menimbulkan standarisasi teknologi yang baru, contohnya untuk aplikasi Wi-Fi yang beroperasi pada daerah frekuensi 5,725-5,875 GHz. Wireless Fidelity atau sering kita sebut Wi – Fi atau nirkabel adalah alat yang digunakan untuk komunikasi jaringan tanpa kabel. Sehingga kita dapat mengakses berita dari mana saja. Jaringan Wi-Fi beroperasi pada frekuensi radio 2,4 GHz dan 5 GHz dengan kecepatan 11 MB per detik atau bahkan 54 MB per detik. Kecepatan ini jauh lebih tinggi daripada ADSL atau modem kabel.

Bagi para pengguna yang ingin menjalankan teknologi Wi-Fi, maka diperlukan suatu perangkat filter yang dapat beroperasi pada frekuensi tersebut. Salah satunya adalah dengan filter yang berupa *Bandpass Hairpin* yaitu saluran transmisi berupa mikrostrip yang dipasang berbentuk susunan melintang diagonal dengan frekuensi kerja 5,725-5,875 GHz dan mempunyai fungsi sebagai aplikasi Wi-fi.

Ada beberapa referensi yang menjadi bahan pertimbangan saya untuk membuat tugas akhir ini, yaitu :

1. Pada referensi pertama telah dirancang dan direalisasikan BPF Comblin untuk penerima GPS oleh Yuyu Wahyu. Referensi ini memberikan saran agar insertion loss lebih kecil, maka bahan yang digunakan adalah bahan yang mempunyai konduktivitas yang tinggi.
2. Pada referensi kedua telah dirancang dan direalisasikan BPF chebyshev berbasis mikrostrip pada frekuensi 9,37 GHz-9,43 GHz yang diaplikasikan untuk radar oleh Yeni Tri Utami. Banyak masukan yang didapat pada referensi kedua salah satu diantaranya yaitu pemberian chasing pada filter untuk memperkecil insertion loss.
3. Pada referensi ketiga telah dirancang dan direalisasikan filter trisection dengan resonator hairpin pada frekuensi 2,3 – 2,390 GHz untuk aplikasi WiMAX oleh Aprillita Putri. Referensi tersebut memberikan saran menggunakan resonator lain seperti resonator hairpin yang berbentuk U.
4. Pada referensi keempat telah dirancang dan direalisasikan BPF Comblin pada frekuensi kerja 9,37-9,43 GHz pada aplikasi radar oleh Samuel Tambunan. Referensi ini memberikan saran agar perancangan filter menggunakan tipe lain, seperti tipe hairpin.

Sehingga berdasarkan hal di atas, maka perlu dikembangkan dan dirancang sebuah filter yang memenuhi spesifikasi tersebut. Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini akan dibahas mengenai perancangan dan realisasi filter BPF hairpin dengan menggunakan resonator hairpin yang berbentuk “U” atau disebut juga dengan miniature hairpin.

## 1.2 Tujuan Penulis

Maksud dan tujuan dari Tugas Akhir ini adalah :

- a. Memahami proses perancangan suatu prototipe BPF Hairpin pada rentang frekuensi 5,725 – 5,875 GHz.
- b. Mampu merancang dan membuat BPF Hairpin pada rentang frekuensi 5,725 – 5,875 GHz dengan spesifikasi yang telah ditentukan.
- c. Mampu melakukan pengujian dan pengukuran parameter BPF Hairpin.

- d. Mampu menganalisis hasil pengukuran dan pengujian dari BPF Hairpin yang telah dibuat.

### 1.3 Rumusan Masalah

Ada beberapa masalah yang dirumuskan dalam Tugas Akhir ini :

- a. Bagaimana merancang dan merealisasikan BPF Hairpin pada rentang frekuensi kurang lebih 5,725 – 5,875 GHz.
- b. Bagaimana proses perancangan dan pembuatan BPF Hairpin pada rentang frekuensi 5,725 – 5,875 GHz.
- c. Bagaimana cara mendapatkan BPF Hairpin agar dapat bekerja pada rentang frekuensi 5,725 – 5,875 GHz.
- d. Bagaimana mengukur parameter BPF Hairpin yang akan dibuat.
- e. Apakah hasil pengukuran dan hasil pengujian sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan masalah agar pembahasan menjadi jelas, diantaranya :

- a. Tidak membahas Wi-Fi, Wi-Fi dalam tugas akhir ini hanya sebatas pengaplikasian saja dalam hal ini memiliki arti penggunaan frekuensi kerja saja.
- b. Pengukuran tidak diterapkan pada sistem Wi-Fi.
- c. Software yang digunakan untuk mendesain perangkat filter adalah Ansoft HFSS v.10
- d. Jenis filter yang dibuat adalah BPF hairpin dengan menggunakan resonator hairpin yang berbentuk “U” atau disebut juga dengan miniature hairpin.
- e. Bentuk karakteristik redaman filter dirancang berdasarkan pendekatan matematis prototipe *Chebyshev*.
- f. Spesifikasi filter :

Frekuensi Tengah	: 5,8 GHz
Bandwidth-3dB	: 150 MHz
Insertion Loss	: < 4 dB

Return Loss	: $\geq 14$ dB
VSWR	: $\leq 1.5$
Ripple	: 0,5 dB
Impedansi terminal	: 50 $\Omega$
Level frekuensi <i>stop band</i>	: 50 dB, dengan frekuensi 5,425 – 6,175 GHz

## 1.5 Metodologi

Metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah:

- **Studi Literatur**

Pada tahap ini, dilakukan pendalaman materi-materi yang terkait melalui literatur dan referensi yang tersedia di berbagai sumber. Hal ini bertujuan untuk mempelajari dasar teori dan literatur-literatur mengenai filter, sistem komunikasi yang menggunakan filter dan berbagai referensi tentang filter.

- **Pengumpulan Data**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan informasi dan data yang berhubungan dengan perancangan filter ini.

- **Studi Analisa dan Pengembangan.**

Pada tahap ini dilakukan proses perencanaan yang meliputi desain dan spesifikasi lengkap, pemilihan perangkat serta konfigurasi akhir.

- **Perancangan dan uji coba.**

Tahap ini bertujuan untuk mengimplementasikan perancangan dan desain yang telah dibuat, kemudian melakukan pengujian terhadap filter yang telah dibuat dengan melakukan pengukuran berdasarkan parameter yang dianalisis untuk mendapatkan gambaran kuantitatif terhadap performansi filter yang telah dirancang.

- **Analisa Performansi**

Tahap ini bertujuan untuk melakukan uji performansi filter dan menganalisis hasil uji coba yang telah dilakukan serta menyesuaikan dengan spesifikasi perancangan yang telah ditentukan.

- **Pelaporan**

Tahap akhir dari penelitian ini adalah pembuatan laporan Tugas Akhir dan Sidang Tugas Akhir.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I : Pendahuluan**

Dalam BAB I dibahas mengenai latar belakang masalah, tujuan, perumusan masalah, pembatasan masalah, metode pelaksanaan tugas akhir dan sistematika penulisan laporan.

### **BAB II : Landasan Teori**

Dalam BAB II dibahas mengenai landasan teori yang berkaitan dengan penyusunan tugas akhir.

### **BAB III : Perancangan dan realisasi filter**

Dalam BAB III diuraikan tentang proses perencanaan dan realisasi filter yang meliputi desain lengkap, pemilihan perangkat, dan konfigurasi akhir filter.

### **BAB IV : Pengukuran dan analisis**

Dalam BAB IV dibahas tentang pengukuran terhadap filter yang telah dibuat dengan melakukan serangkaian pengukuran berdasarkan parameter dan dianalisis untuk mendapatkan gambaran kuantitatif terhadap performansi filter.

### **BAB V : Penutup**

Dalam BAB V berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang diajukan untuk penelitian selanjutnya.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

*Tabel 5.1 Perbandingan Hasil Optimasi Simulasi dan Hasil Pengukuran Realisasi*

Parameter	Hasil Optimasi Simulasi	Hasil Pengukuran Realisasi	Kesimpulan
Frekuensi Tengah (GHz)	5,8	5,8	Berhasil
<i>Bandwidth</i> (MHz)	130 (pada 3dB)	137,5	Melebar sebesar 7,5 MHz
	800 (pada 50dB)	759,375	Menyempit sebesar 40,625 MHz
<i>Insertion Loss</i> (dB)	2,76	4,963 (diambil yang max)	Selisih lebih besar 2,203 dB
VSWR	1,21	-input : 1,472 -output : 1,468	Berhasil
Impedansi Terminal ( $\Omega$ )	50	- input : 38,618 + j13,093 -output : 36,462 + j20,530	Berbeda jauh dari perancangan awal baik untuk input maupun output
<i>Return Loss</i> (dB)	20,39	-input : 14,382 -output : 14,147	Berhasil

1. Dimensi filter yang berpengaruh paling signifikan terhadap frekuensi tengah ( $f_0$ ) adalah dimensi L (panjang lengan resonator). Hal ini disebabkan oleh semakin kecil nilai dimensi L maka akan semakin kecil pula nilai  $\lambda_{\text{mikrostrip}}$ , maka semakin kecil nilai dari  $\lambda_{\text{udara}}$  lalu semakin besar nilai dari frekuensi tengah (karena berbanding terbalik) demikian pula sebaliknya. Perubahan pada self spacing ( $S_1$ ) berpengaruh pada return loss. Perubahan pada spacing ( $S_y$  dan  $S_z$ ) mempengaruhi nilai insertion loss dan bandwith. Hal ini disebabkan oleh semakin kecil nilai spacing ( $S_y$  dan  $S_z$ ) maka semakin besar nilai koefisien kopling maka akan semakin besar nilai FBW dan semakin besar pula nilai bandwith, demikian pula sebaliknya.

## 5.2 Saran

Untuk pengembangan selanjutnya maka penulis memberikan saran, antara lain :

1. Sebaiknya pada saat pengukuran, pada Network Analyzer diperlihatkan skalanya, agar hasil pengukuran dapat dibaca dengan jelas.
2. Perlu dicoba perancangan filter dengan membandingkan dua metode yang berbeda, tetapi memiliki spesifikasi yang sama.
3. Penting untuk melakukan iterasi, jika hasil pengukuran belum sesuai spesifikasi awal. Pengiterasian dapat dilakukan dengan penghitungan ulang dimensi dari filter, ukuran dari panjang dan diameter resonator, jarak antar resonator, sehingga diharapkan hasil pengukuran nantinya sudah memenuhi parameter dari spesifikasi awal filter.
4. Pemilihan substrat yang lebih baik lagi yaitu yang mempunyai nilai *loss tangent* yang lebih kecil dari Roger 4003c, misalnya *Rogers Duroid 5880* dengan *loss tangent* 0.0009 atau *Taconic TLT* yang mempunyai *loss tangent* 0.0006.
5. Pemasangan dan penyolderan konektor harus setipis dan serapi mungkin karena sangat berpengaruh pada nilai impedansi terminal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahyu, Yuyu, *Perancangan dan Realisasi Filter BandPass Comblin Untuk Penerima GPS*, ITB, Bandung.2000.
- [2] Tri Utami, Yeni, *Rancang Bangun BPF Chebychev Berbasis Mikrostrip pada Frekuensi 9360 MHz – 9430 MHz*, ITTelkom. Bandung.2006.
- [3] Putri, Aprillita, *Perancangann dan Realisasi Filter Trisection dengan Resonator Hairpin pada Frekuensi 2,3 – 2,390 GHz untuk aplikasi WiMAX*.Bandung.2010.
- [4] Hutomo, Budi, 2008, *Antena Propagasi*, Universitas Mercubuana, Jakarta.
- [5] Imparato, Michael A, Ryan C. Groulx, and Raphael Matarazzo Aeronix, 2004, *Design of a Microstrip Bandpass Filter Using Advanced Numerical Models*, Technical Media.
- [6] Loong, Felix Yong Chin, 2011, *Hairpin Tunable Bandpass Filter*, Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia.
- [7] Madan, Himanshu, 2007, *Design Of Microstrip Bandpass Filter*, Tata Institute of Fundamental Research, Pune.
- [9] Rhea, Randall W, 1994, *HF Filter Design And Computer Simulation*, Norcross, USA.
- [10] Matthael, George L.*Microwave Filters, Impedance Matching Network, and Coupling Structures*. McGraw Hill Book Company.1994.
- [11] Salamat, Carlota D.2009, *Design Of A Narrowband Hairpin Filter On Ptf Laminat*e, Advanced Science and Technology Institute, Philippines.
- [12] Mufti, Nachwan.*Diktat Kuliah Elektromagnetika 2*. Bandung : Institut Teknologi Telkom.2002.
- [13] Prasetya, Budi.*Diktat Kuliah Elektronika komunikasi*. Bandung : Institut Teknologi Telkom.2003.
- [14] Collin, R.E, 1992, *Foundation for Microwave Engineering*, Mc. GrawHill. New York.
- [15] Bluetooth, Wi-Fi and Coexistence Mastered in Handheld Devices [http://focus.ti.com/pdfs/bcg/ept\\_03\\_03.pdf](http://focus.ti.com/pdfs/bcg/ept_03_03.pdf) (diakses 21 Maret 2011)