

## PERANCANGAN DAN REALISASI BPF-INTERDIGITAL-CAVITY PADA FREKUENSI 2.3 GHZ - 2.4 GHZ

Eko Wahyu Nur Hutami<sup>1</sup>, Budi Prasetya<sup>2</sup>, Yuyu Wahyu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

### Abstrak

Filter adalah suatu perangkat yang sangat penting dalam bidang telekomunikasi. Karena tanpa filter sinyal - sinyal yang masuk tidak dapat dibatasi. Secara umum fungsi filter adalah melewatkan frekuensi yang diinginkan dan meredam frekuensi yang tidak diinginkan. Tujuan dari Proyek Akhir ini adalah membuat dan merealisasikan filter yang bekerja pada frekuensi 2.3 GHz - 2.4 GHz. Range frekuensi tersebut diaplikasikan untuk aplikasi WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access). Salah satu metode untuk membuat filter adalah Interdigital, dengan meletakkan resonator (dibentuk dalam strip-line) yang terletak di antara dua ground plane, atas dan bawah. Medium dielektrik yang digunakan adalah udara (cavity), yang telah tersedia. Redaman karakteristik didesain berdasarkan persamaan matematik Chebyshev.

Pengukuran filter menggunakan Network Analyzer untuk mengetahui respon dari filter yang telah dibuat. Parameter yang akan diukur dari filter adalah: respons frekuensi, bandwidth, insertion loss, VSWR, perubahan phase, and impedansi karakteristik. Dalam Proyek akhir ini pengukuran dilakukan dua kali, karena hasil pada pengukuran pertama tidak sesuai dengan spesifikasi. Hasil dari pengukuran BPF Interdigital yang pertama adalah: frekuensi tengah = 2.35 GHz, bandwidth = 300MHz, insertion loss = 1.297 dB (input) dan 1.598 dB (output), 2.477 VSWR (input) and 2.127 VSWR (output), impedansi terminal =  $24.688 - j19.271 \Omega$  (input) dan  $42.273 + j36.929 \Omega$  (output). Dan hasil pengukuran yang kedua adalah: frekuensi tengah = 2.35 GHz, bandwidth = 100MHz, insertion loss = 3.111dB (input) dan 3.568 dB (output), 3.856 VSWR (input) dan 3.515 VSWR (output), impedansi terminal  $15.935 - j22.642 \Omega$  (input)  $12.939 - j10.143\Omega$  (output).

Kata Kunci : BPF, Interdigital, Strip-Line



Telkom  
University

### Abstract

Filter is a device which belongs to the important thing in telecommunication field. If we do not use filter, the input signals can not be selected. Generally, the function of filter is to pass the wanted frequency (pass-band frequency) and attenuate the unwanted frequency (stop-band frequency).

The purpose of this final project is reporting the process of designing and realization a filter, which operate in 2,3-2,5 GHz. The frequency (2,3 - 2,4 GHz) is frequency range where WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) application operate. One of the method to make filter is Interdigital, which has resonator (formed in strip-line) between two ground planes (up and down). Dielectric medium used in this filter is air (cavity), as air is already exist. The form of attenuation characteristic produced by filter is designed based on Chebyshev mathematical approach

The measuring of filter uses Network Analyzer to get the information about the effectiveness of its process and characteristic of prototype made. A part some of BPF prototype parameters, which have been tested, are frequency response, bandwidth, insertion loss, standing wave ratio, alteration phase, and terminal impedance. In this final project, the measurements were done twice because the results in early measuring were not appropriate with bandwidth specification expected. The results of the first BPF characteristic measuring are: the center frequency is 2.35 GHz while 300MHz bandwidth, 1.297 dB insertion loss (input) and 1.598 dB insertion loss (output), 2.477 VSWR (input) and 2.157 VSWR (output), phase alteration has constnce changing, and terminal impedance  $24.688 - j19.271 \Omega$  (input) dan  $42.273 + j36.929 \Omega$  (output). And the results of second BPF characteristic measuring are: the center frequency is 2.35 GHz while 100MHz bandwidth, insertion loss = 3.111dB (input) dan 3.568 dB (output), 3.856 VSWR (input) and 3.515 VSWR (output), phase alteration has constnce changing, and terminal impedance  $15.935 - j22.642 \Omega$  (input)  $12.939 - j10.143\Omega$  (output).

Keywords : BPF, Interdigital, Strip-Line

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Pengertian Judul

Perkembangan teknologi dibidang telekomunikasi pada saat ini mulai menunjukkan kemajuan. Dengan latar belakang untuk memanfaatkan spektrum frekuensi maka dibuatlah aplikasi – aplikasi dari pemanfaat spektrum frekuensi tersebut. Tiap – tiap aplikasi mempunyai rentang frekuensi kerja yang berbeda – beda. Jika aplikasi dari pemanfaatan spektrum tersebut mempunyai frekuensi kerja yang sama maka sinyal akan mengalami gangguan. Gangguan itu dikarenakan aplikasi tersebut tidak bekerja sesuai dengan frekuensi kerjanya sehingga dapat mengakibatkan sinyal yang buruk (*interferensi*). Solusi untuk mengatasi masalah pembatasan frekuensi kerja adalah dengan menggunakan filter.

Filter merupakan salah satu perangkat yang sangat dibutuhkan dalam dunia telekomunikasi. Filter berfungsi untuk melewatkan frekuensi yang diinginkan dan meredam frekuensi yang tidak diinginkan. Aplikasi dari filter yang akan dirancang dalam laporan proyek akhir ini adalah WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) dimana rentang frekuensi kerjanya antara 2.3 - 2.4 GHz. WiMAX merupakan standart teknologi MAN yang dibuat sebagai solusi permasalahan keterbatasan spektrum frekuensi (*standart* 802.16). Karena rentan antara frekuensi *stop* dan frekuensi *cut off* atas yang sempit membuat jaringan ini rentan interferensi dengan jaringan disebelahnya (WiFi) maka diperlukan perangkat filter yang memiliki tingkat selektifitas yang tinggi agar di atas frekuensi *cut off* dapat teredam[5].

Laporan proyek akhir ini berjudul Perancangan dan Realisasi BPF-Interdigital-Cavity pada Frekuensi 2.3 – 2.4 GHz. Perancangan dan realisasi mempunyai arti proses konstruksi yang meliputi pemilihan bahan, perancangan, dan realisasi yang pada akhirnya akan diuji karekteristiknya. BPF (*Band Pass Filter*) merupakan filter yang melewatkan sinyal dengan batas frekuensi, yaitu dari frekuensi *cut off* atas sampai dengan frekuensi *cut off* bawah. Sedangkan Interdigital merupakan salah satu metode pembuatan filter dengan resonator yang berbentuk *strip-line* dan terletak di antara *ground plane*. Dengan masing – masing panjang resonator adalah seperempat panjang gelombang dari frekuensi

tengahnya. Disebut sebagai Interdigital karena penempatan dari *ground* pada tiap resonator dirancang secara selang – seling.

Pada referensi ke-empat, telah dirancang dan direalisasikan BPF *Chebyshev* dengan metode *comb-line* (frekuensi 2.3 – 2.4 GHz). Range frekuensi tersebut sama dengan range frekuensi yang akan dirancang pada proyek akhir ini. Namun dalam perancangan Proyek Akhir ini akan dibuat metoda yang berbeda seperti pada saran dari referensi ke-empat. Pada referensi ke-lima, telah dirancang dan direalisasikan BPF *Chebyshev* berbasis mikrostrip pada frekuensi 2.3 – 2.4 GHz, diaplikasikan untuk sistem WiMAX. Namun pada perancangan ini terdapat sedikit kekurangan yaitu perhitungan dimensi yang telah didapatkan dari perhitungan tidak dapat dirubah – rubah. Pada referensi ini memberikan saran yang cukup baik, yaitu pemberian toleransi yang sedikit lebih besar atau dilebihkan dimensi filter tersebut agar menghindari penyempitan atau pemendekan akibat fabrikasi. Pada referensi ke-enam, telah dirancang dan direalisasikan BPF *Chebyshev* berbasis mikrostrip pada frekuensi 9360 – 9430 MHz untuk aplikasi sistem radar. Pada referensi ini memberikan saran yang cukup baik, yaitu pemberian *casing* pada filter untuk memperkecil *insertion loss*.

Berdasarkan hal di atas, maka perlu untuk diteliti, dikembangkan dan dirancang suatu filter yang memenuhi spesifikasi tersebut. Oleh karena itu, dalam proyek akhir ini akan dibahas mengenai perancangan dan analisis BPF Interdigital untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

## 1.2 Masalah

### 1.2.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah yang diteliti dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana cara merancang BPF-Interdigital-Cavity dengan frekuensi 2.3 – 2.4 GHz.
- b. Bagaimana pengujian dan pengukuran dari BPF-Interdigital-Cavity frekuensi 2.3 – 2.4 GHz yang telah dibuat.
- c. Bagaimana menganalisis hasil pengujian dan pengukuran dari BPF-Interdigital-Cavity frekuensi 2.3 – 2.4 GHz yang telah dibuat.

### 1.2.2 Batasan Masalah

1. Batasan masalah dalam proyek akhir ini untuk perancangan dan realisasi BPF-Interdigital-Cavity yang diimplementasikan pada Wi-MAX pada frekuensi 2.3 GHz – 2.4 GHz dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Frekuensi kerja : 2,3 – 2,4 GHz
- b. Frekuensi tengah : 2,35 GHz
- c. *Bandwidth* 3dB : 100 MHz
- d. *Bandwidth* 50dB : 440 MHz
- e. *Insertion Loss* :  $\leq 2$  dB
- f. *Insertion Loss* pada daerah *stop band* : 50 dB
- g. Tipe filter : *Chebyshev*
- h. *Ripple* : 0,1 dB
- i. *VSWR* pada *bandwidth*-3dB :  $\leq 1,5$
- j. Impedansi Terminal : 50 Ohm
- k. Konektor : SMA (Female)

2. Tidak membahas Wi-MAX secara mendalam dan detail.

## 1.3 Tujuan dan Manfaat

### 1.3.1 Tujuan Laporan proyek Akhir

Tujuan dari pembuatan proyek akhir ini adalah:

1. Melakukan eksperimen (percobaan) membuat atau merancang BPF-Interdigital-Cavity dengan frekuensi 2.3 – 2.4 GHz.
2. Melakukan pengujian dan pengukuran dari BPF-Interdigital-Cavity frekuensi 2.3 – 2.4 GHz yang telah dibuat.
3. Menganalisis hasil pengujian dan pengukuran dari BPF-Interdigital-Cavity frekuensi 2.3 – 2.4 GHz yang telah dibuat.

### 1.3.2 Manfaat dari pembuatan Laporan Proyek Akhir ini adalah:

1. Filter hasil dari perancangan dapat diaplikasikan dalam layanan WiMAX
2. Perancangan filter Interdigital dapat diajarkan pada mata kuliah Elketronika Telekomunikasi.

3. Perancangan filter Interdigital dapat diajarkan pada praktikum di Laboratorium Elektronika Telekomunikasi dan Microwave.

#### 1.4 Metode Penelitian

Pengerjaan laporan proyek akhir ini menggunakan metodologi:

1. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mempelajari dasar teori dan literatur – literatur mengenai filter.

2. Perancangan

Perancangan bertujuan untuk membuat suatu gambaran atau desain konstruktif dari perangkat dalam hal ini adalah filter yang akan dibuat. Dengan dimensi – dimensi yang didapat dari perhitungan – perhitungan melalui referensi.

3. Pembuatan Alat

Pembuatan alat bertujuan untuk mengimplementasikan perancangan atau desain yang telah dibuat agar dapat diuji performansi dari filter tersebut.

4. Pengamatan

Pengamatan bertujuan untuk melakukan analisis terhadap respon filter yang telah dibuat dan membandingkannya dengan hasil spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya.

#### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

**BAB I : Pendahuluan**

Dalam BAB I dibahas mengenai latar belakang masalah dan pengertian judul, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, metode penyelesaian masalah, sistematika penulisan laporan dan *flow chart* perancangan BPF Interdigital.

**BAB II : Landasan Teori**

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

**BAB III : Perancangan dan Permodelan BPF Interdigital**

Dalam BAB III diuraikan tentang proses perancangan yang meliputi perhitungan untuk mendapatkan dimensi dari filter yang dirancang, desain lengkap, pemilihan perangkat, dan konfigurasi akhir filter.

**BAB IV : Pengukuran dan Analisis Hasil Pengukuran**

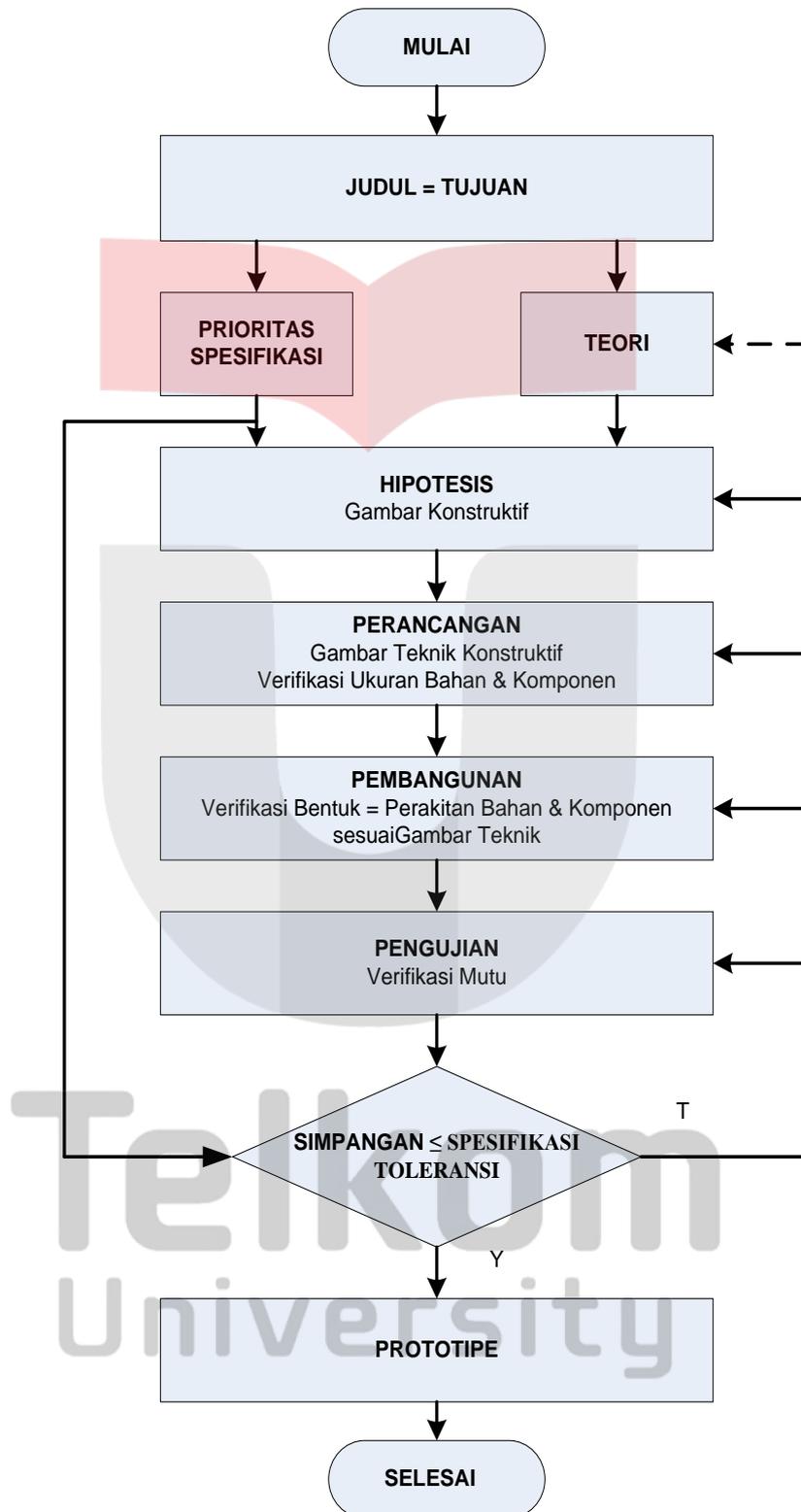
Dalam BAB IV dibahas tentang pengujian terhadap filter yang telah dibuat dengan melakukan serangkaian pengujian berdasarkan parameter dan dianalisis untuk mendapatkan gambaran kuantitatif terhadap performansi filter.

**BAB V : Penutup**

Dalam BAB V berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang diajukan agar dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya.



### 1.6 Diagram Alir Perancangan



Gambar 1.1 Diagram Alir Perancangan BPF Interdigital

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan proses perancangan, pembuatan dan pengukuran BPF Interdigital, didapatkan beberapa kesimpulan:

1. Interdigital merupakan salah satu metode untuk membuat filter, dengan menggunakan persamaan – persamaan yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya. Hal ini terbukti dengan hasil respon dalam pengujian performansi dari BPF Interdigital tersebut meskipun hasil dari BPF Interdigital yang telah dibuat menghasilkan respon yang tidak sesuai dengan spesifikasi.
2. *Bandwidth* yang dirancang adalah 100 MHz, namun pada pengukuran pertama (sebelum di-tuning) *bandwidth* yang dihasilkan sebesar 300 dan pada pengukuran kedua (setelah di-tuning) *bandwidth* yang dihasilkan sebesar 100 MHz hasil tersebut sesuai spesifikasi. *Bandwidth* pada pengukuran pertama tidak sesuai dengan spesifikasi namun tingkat kecuramannya bagus. Sedangkan *bandwidth* pada pengukuran kedua sesuai spesifikasi namun tingkat kecuramannya masih sangat buruk.
3. Frekuensi *center* yang dirancang adalah 2.35 GHz. Pada pengukuran pertama dan kedua frekuensi *center* yang dihasilkan 2.35 GHz. Artinya frekuensi *center* pada filter yang dirancang telah sesuai.
4. *Insertion loss* yang dirancang adalah  $\leq 2$  dB. Namun baik pada pengukuran pertama maupun pengukuran kedua *insertion loss* yang dihasilkan pada semua frekuensi kerja tidak  $\leq 2$  dB (tidak sesuai spesifikasi). Pada pengukuran pertama yang memenuhi frekuensi spesifikasi adalah frekuensi tengah 2.35 GHz, yaitu 1.598 untuk  $S_{21}$  dan 1.297 untuk  $S_{12}$ .
5. VSWR yang dirancang adalah  $\leq 1.5$ . Namun baik pengukuran pertama maupun kedua tidak memberikan nilai yang sesuai dengan spesifikasi, nilai VSWR yang terukur bernilai diatas 1.5.
6. Impedansi yang dirancang adalah 50  $\Omega$ . Namun baik pengukuran pertama maupun kedua tidak memberikan nilai yang sesuai dengan spesifikasi, nilai Impedansi yang terukur pada pengukuran pertama dan kedua tidak terpenuhi, hanya beberapa frekuensi saja yang

terpenuhi. Impedansi input pada frekuensi 2.3 GHz =  $65.350 - j58.594$ , frekuensi 2.35GHz =  $72.273 + j36.929$ , pada pengukuran pertama. Pada pengukuran kedua, frekuensi 2.3 GHz (Impedansi output)  $46.568 + j48.001$ .

## 5.2 Saran

Untuk pengembangan selanjutnya maka penulis memberikan saran, antara lain :

1. Sebaiknya sebelum merancang BPF Interdigital, terlebih dahulu kita *survey* ukuran kuningan yang tersedia di pasaran. Hal ini akan mempermudah kita dalam merancang BPF Interdigital.
2. Untuk mengurangi insertion loss perlu dilakukan pelapisan pada bahan kuningan dengan bahan yang mempunyai konduktifitas yang lebih tinggi, misalnya perak atau emas.
3. Sebaiknya sebelum melakukan realisasi dari filter yang telah didapatkan nilai dimensinya melakukan uji performasi dari filter tersebut dengan simulasi *software*.
4. Perlu adanya pendesainan filter Interdigital yang lebih baik, dengan jarak antar resonator dan panjang pendek dapat diubah – ubah. Ini dilakukan karena hasil dimensi yang didapat belum tentu valid untuk mendapatkan respon filter yang diharapkan sesuai dengan spesifikasi.
5. Perlu dicoba perancangan filter dengan membandingkan dua metode yang berbeda, tetapi memiliki spesifikasi yang sama agar mendapatkan respon yang lebih baik dari sebelumnya.

Telkom  
University