

PERANCANGAN DAN REALISASI BANDPASS FILTER PADA FREKUENSI 5925MHZ-6425MHZ BERBASIS MIKROSTRIP

Rahma Seviana Pratami¹, Budi Prasetya², Yuyu Wahyu³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

Abstrak

Filter adalah suatu perangkat yang digunakan untuk menyaring daerah frekuensi kerja dengan meloloskan frekuensi yang diinginkan (pass band) dan meredam di luar frekuensi yang tidak diinginkan (stop band). Frekuensi yang akan diloloskan sesuai dengan jenis filter yang digunakan dengan karakteristik yang berbeda. Sedangkan VSAT merupakan stasiun penerima sinyal dari satelit dengan antena penerima berbentuk piringan dengan diameter kurang dari tiga meter, di mana satelitnya menggunakan C-Band yang memiliki range frekuensi downlink 3,7GHz sampai 4,2GHz dan frekuensi uplink 5,925GHz sampai 6,425GHz. Lebar band 500MHz ini akan dibagi dalam beberapa daerah dengan lebar yang lebih kecil (+40MHz) yang disebut transponder. Oleh karena itu, dalam proyek akhir kali ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan filter yang bekerja pada rentang frekuensi uplink dari VSAT tersebut, yaitu 5925MHz - 6425MHz.

Jenis filter yang telah dirancang dan direalisasikan adalah Bandpass Filter yang menggunakan mikrostrip dengan pendekatan matematis Chebyshev dan metode Interdigital, serta pabrikan filter dilakukan melalui photoetching. Sebelum proses photoetching, perancangan filter dilakukan dengan proses penghitungan untuk memperoleh dimensi ideal dari filter tersebut. Setelah melakukan simulasi menggunakan software Ansoft HFSS 10, kemudian filter dirancang dalam bentuk hardware. Langkah selanjutnya dilakukan pengukuran menggunakan Network Analyzer untuk proses pengujian pada filter agar mampu melewati frekuensi yang diinginkan, dan terakhir dilakukan analisis untuk membandingkan hasil pengukuran dengan spesifikasi awal.

Adapun hasil pengukuran dari karakteristik BPF ini adalah frekuensi tengah 6061.25 MHz dengan bandwidth 310 MHz. Insertion loss pada frekuensi tengah sebesar 5.563dB, VSWR > 1.3 pada range frekuensi operasinya. Sehingga, hasil yang diperoleh belum memenuhi spesifikasi perancangan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain nilai ϵ_r yang tidak dipastikan terlebih dulu, penyolderan konektor yang kurang rapi dan terlalu tebal, serta belum diperolehnya proses grounding yang tepat pada resonator BPF Interdigital ini.

Kata Kunci : Bandpass Filter, Mikrostrip, Interdigital, Standing Wave Ratio, Network

Telkom
University

Abstract

Filter is a device used to passing the frequency region by passing the desired frequency (pass band) and remove the unwanted frequencies (stop band). Frequency will be passed according to the type of filter with different characteristics. While, VSAT is a satellite signal receiving station with the receiver antenna dish-shaped with a diameter of less than three meters, which use the C-band satellite that has a downlink frequency range 3.7 GHz to 4.2 GHz and uplink frequency of 5.925 GHz to 6.425 GHz. This 500MHz band width will be divided into several regions with a smaller width (+40 MHz) that called a transponder. Therefore, in this final project aims to design and realize a filter that works in the frequency range of VSAT uplink, 5925MHz - 6425MHz.

Type of filter that has been designed and realized is the band pass filter using microstrip with mathematical approaches Chebyshev and methods Interdigital, and filter manufacturing is done by photoetching. Before the photoetching process, filter design is done by the counting process to obtain ideal dimensions of the filter. After performing simulations using Ansoft HFSS software 10, then the filter is designed in hardware. The next step was measured using a Network Analyzer to test the process on the filter to be able to pass the desired frequency. The last step was analyzed the result to compare the results of measurements with the initial specifications.

The results of measurements of the characteristics of the BPF center frequency is 6061.25 MHz with a bandwidth of 310 MHz. Insertion loss of center frequency at 5.563dB, VSWR > 1.3 in operating frequency range. Thus, the results obtained do not meet design specifications. This is caused by several factors, there are the value of ϵ_r is not curtained before, connectors soldering are untidy and too thick, and has not find the proper grounding for this BPF Interdigital.

Keywords : Band pass Filter, Microstrip, Interdigital, Standing Wave Ratio, Network Analyzer

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, perkembangan teknologi di Indonesia khususnya dalam bidang telekomunikasi semakin pesat. Hal tersebut juga tidak terlepas dari perangkat-perangkat pendukung yang mendukung terjalannya komunikasi yang baik dan lancar. Filter merupakan salah satu perangkat telekomunikasi yang sangat penting dalam memisahkan dan menyaring sinyal dalam sistem komunikasi sesuai dengan frekuensinya. Frekuensi yang akan diloloskan disesuaikan dengan jenis filter dan karakteristiknya. Selain itu, dengan perkembangan telekomunikasi yang beragam, hal itu banyak memunculkan teknologi, misalnya teknologi VSAT (*Very Small Aperture Terminal*).

VSAT merupakan stasiun penerima sinyal dari satelit dengan antenna penerima berbentuk piringan dengan diameter kurang dari tiga meter, di mana satelitnya menggunakan *C-Band* yang memiliki range frekuensi *downlink* 3,7GHz sampai 4,2GHz dan frekuensi *uplink* 5,925GHz sampai 6,425 GHz. Lebar *band* 500MHz ini akan dibagi dalam beberapa daerah dengan lebar yang lebih kecil (± 40 MHz) yang disebut transponder. Oleh karena itu dibutuhkan *Bandpass Filter* yang meloloskan frekuensi pada rentang tertentu untuk menyaring rentang frekuensi *uplink* maupun *downlink* dari VSAT.

Yang menjadi latar belakang pembuatan proyek akhir ini adalah keinginan untuk merancang dan merealisasikan suatu filter yang bekerja pada rentang frekuensi frekuensi *uplink* dari VSAT tersebut, yaitu 5925MHz - 6425MHz dengan respon frekuensi Chebyshev (*equal ripple*). BPF Chebyshev yang dirancang menggunakan metode *Interdigital* serta menggunakan saluran mikrostrip sebagai penyepadannya.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan pembuatan proyek akhir kali ini adalah:

1. Melakukan simulasi perancangan BPF dengan frekuensi 5925MHz - 6425MHz menggunakan metode *Interdigital*.
2. Mampu membuat BPF sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan dan *prototype* yang telah dirancang.

3. Mengukur, menghitung dan menganalisis parameter yang akan diukur antara lain respon frekuensi, bandwidth, *Insertion loss*, *Return loss*, SWR (*standing wave ratio*), serta impedansi terminal.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang BPF dengan frekuensi 5925MHz - 6425MHz menggunakan metode *Interdigital*?
2. Bagaimana membuat BPF sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan dan *prototype* yang telah dirancang?
3. Bagaimana teknik pengujian atau pengukuran dan analisa unjuk kerja *prototype* tersebut?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam proyek akhir ini adalah :

1. Pengukuran belum diterapkan pada sistem transmitter VSAT.
2. Spesifikasi dari filter yang akan dibuat adalah sebagai berikut :
 - Frekuensi kerja : 5925 MHz - 6425 MHz
 - Frekuensi tengah : 6.175 GHz
 - *Bandwidth*-3dB : 500 MHz
 - *Bandwidth*-60dB : 900 MHz
 - *Insertion Loss* : ≤ 0.2 dB
 - *Insertion Loss* pada daerah *stop band* : 60 dB
 - Jenis filter : *Chebyshev*
 - *Ripple* : 0.1 dB
 - VSWR : ≤ 1.3
 - Impedansi Terminal : 50 Ω
 - *Return Loss* : ≥ 13 dB

1.5 Metode Penelitian

Proyek akhir ini menggunakan metode sebagai berikut:

1. Studi literatur dan eksperimen.

Mempelajari teori - teori yang dibutuhkan dalam pengerjaan proyek akhir ini melalui berbagai referensi baik buku-buku maupun jurnal – jurnal yang terkait dan juga melakukan penelitian tentang filter yang akan dibuat.

2. Perancangan dan Realisasi

Merancang dan merealisasikan *prototype* BPF sesuai dengan hasil perancangan dari spesifikasi yang telah ditentukan.

3. Pengukuran

Setelah perancangan dan realisasi dilakukan, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah pengukuran parameter-parameter yang menentukan kualitas suatu filter yang telah dirancang dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Pengukuran parameter-parameter tersebut menggunakan alat *Network Analyzer*.

4. Analisis

Analisis ini dilakukan untuk menganalisis hasil uji coba yang telah dilakukan, apakah telah sesuai dengan spesifikasi perancangan yang telah ditentukan atau belum.

5. Pembuatan Laporan

Tahap akhir dari pelaksanaan proyek ini adalah pembuatan Laporan Sidang Proyek Akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

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

BAB II : Landasan Teori

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

BAB III : Perancangan dan Realisasi Filter

Dalam BAB III diuraikan tentang proses perencanaan dan realisaasi 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

Dari keseluruhan proses perancangan, pembuatan dan pengukuran BPF *Interdigital*, dapat disimpulkan dalam beberapa hal :

1. Pada saat pengukuran, sinyal masukan filter mikrostrip *Interdigital Chebyshev* aplikasi *uplink* VSAT berasal dari pembangkit sinyal *Network Analyzer* rentang frekuensi (2000-9000) MHz.
2. Respon frekuensi hasil realisasi untuk $f_L = 5106.25$ MHz, $f_C = 5675$ MHz, $f_H = 6410$ MHz. sedangkan spesifikasi awal $f_L = 5925$ MHz, $f_C = 6175$ MHz, $f_H = 6425$ MHz. Ini berarti hasil perancangan mengalami pergeseran dari perencanaan.
3. *Insertion loss* pada filter masih kurang baik, dimana IL hasil realisasi sebesar 4.418 dB, sedangkan spesifikasi awal $IL \leq 0,2$ dB. Hal ini berkaitan dengan pemilihan substrat Roger 4003C memiliki *loss tangent*.
4. *Bandwidth* filter yang direalisasikan belum sesuai dengan spesifikasi awal, dimana hasil pengukuran didapat 1303.75 MHz, sedangkan spesifikasi awal 500 MHz. Hal ini disebabkan karena ϵ_r dari substrat tidak benar-benar diukur, sehingga kemungkinan ϵ_r sudah berubah yang membuat dimensi resonator dari filter tidak sesuai dengan perencanaan.
5. *Stopband* filter yang direalisasikan belum sesuai dengan spesifikasi awal, dimana hasil pengukuran 2795.625 MHz, sedangkan perancangannya 900 MHz.
6. *Ripple* filter yang direalisasikan tidak sesuai dengan spesifikasi perancangan sebesar 0,1dB. *Ripple* hasil pengukuran sebesar 5.582 dB dan 5.004 dB yang merupakan selisih antara puncak dengan lembah. Hal ini disebabkan oleh kualitas masing-masing resonatornya, *matching impedance*, dan sistem *grounding* yang kurang baik
7. Pada frekuensi pass band 5106.25 MHz – 6410 MHz, perubahan fasa terhadap frekuensi relative konstan.
8. *Return loss* realisasi sudah sesuai dengan spesifikasi yaitu ≥ 13 dB.

9. Nilai VSWR hasil pengukuran dibandingkan dengan spesifikasi awal belum memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan, yaitu $VSWR \leq 1,3$.
10. Impedansi terminal yang dihasilkan pada hasil realisasi belum mendekati nilai standar impedansi terminal 50Ω . Pada hasil realisasi didapat impedansi terminal $45.558 + j7.271 \Omega$ (*input*) dan $45.009 + j30.973 \Omega$ (*output*).
11. Faktor kecuraman hasil pengukuran sebesar $1303.75/2795.625$. Sedangkan faktor kecuraman perancangan sebesar $500/900$. Dengan demikian, faktor kecuraman hasil pengukuran lebih kecil dari perancangan.

5.2 Saran

Untuk pengembangan selanjutnya penulis memberikan saran, antara lain :

1. Sebelum dilakukan realisasi, ϵ_r dari substrat sebaiknya diukur terlebih dulu agar dimensi realisasi dengan dimensi perancangan tidak berbeda terlalu jauh.
2. Realisasi filter gelombang mikro sebaiknya dilakukan dengan ketelitian tinggi dari proses perhitungan sampai dengan realisasi. Dalam perhitungan, pembulatan angka sebaiknya hanya dilakukan pada akhir perhitungan karena untuk frekuensi mikro pergeseran beberapa millimeter akan sangat berpengaruh.
3. Perlu dilakukan pengukuran dimensi resonator filter hasil realisasi agar dapat diketahui persentase pergeseran frekuensi berdasarkan pergeseran dimensi.
4. Pemasangan dan penyolderan konektor harus setipis dan serapi mungkin agar berpengaruh pada nilai impedansi terminal.
5. Masih perlu dilakukan penelitian untuk menentukan sistem *grounding* yang tepat untuk *Interdigital Band Pass Filter*.
6. Perlu dicoba perancangan filter dengan membandingkan dua metode berbeda, dengan spesifikasi yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] _____ (2006). *VSAT Technology*. [Online]. Tersedia: http://www.tra.gov.eg/english/articles_articlesdetails.asp?PID=298&ID=19 [30 Juni 2011]
- [2] Das, Annapurna, Sisir K. Das. 2001. *Microwave Engineering*. New York: McGraw-Hill
- [3] Henkes, Dale D. (2007). *New Filter Synthesis Software Designs Space Efficient Interdigital Filters*. [Online]. Tersedia: <http://www.mpdigest.com/issue/Articles/2007/june/acs/Default.asp> [30 Juni 2011]
- [4] Hong, Jia-Sheng, M. J. Lancaster. 2001. *Microstrip Filters for RF/Microwave Applications*. New York: A Wiley Interscience Publication
- [5] Kurniasi, Meilina. 2010. *Rancang Bangun Filter Interdigital Berbasis Mikrostrip Wilayah 2350 ± 50 MHz*, Tugas Akhir pada Teknik Telekomunikasi IT Telkom Bandung: tidak diterbitkan
- [6] Matthaei, George L. 1963. "Comb-line Band-pass Filters of Narrow or Moderate Bandwidth". *The Microwave Journal*, pp. 82-91
- [7] Nicholson, B.F. 1967. *The Practical Design of Interdigital and Comb-line Filters*. The Radio and Electronic Engineer
- [8] Rhea, Randall W. 1994. *HF Filter Design and Computer Simulation*. Atlanta: Noble Publishing
- [9] William, A.B., 2006, *Electronic Filter Design Handbook*, New York: McGraw-Hill