

PERANCANGAN DAN REALISASI BANDPASS FILTER UNTUK CHANNEL 44 UHF PADA FREKUENSI KERJA 658 MHZ

Yosua Aji Pasaribu¹, Budi Prasetya², Yuyu Wahyu³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Filter merupakan suatu perangkat transmisi yang memiliki fungsi untuk melewatkan frekuensi tertentu dengan meloloskan frekuensi yang diinginkan (passband) dan meredam frekuensi yang tidak diinginkan (stopband). Frekuensi yang dilewatkan pada perangkat ini sesuai dengan jenis filter yang digunakan dengan karakteristik yang berbeda.

Comblin-filter biasanya digunakan pada frekuensi microwave, yaitu pada frekuensi antara 300 Mhz - 300 Ghz. Tugas Akhir ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan bandpass-filter comblin untuk transmitter TV Digital pada channel 44 UHF yang digunakan untuk menerima dan memproses signal-signal yang diterima dari satelit yang bekerja pada frekuensi 654 - 662 MHz. Filter yang dibuat berupa filter bandpass comblin menggunakan resonator berbentuk batang silindris (slabline) terbuat dari bahan kuningan dan udara sebagai dielektrik. Bentuk karakteristik redaman filter dirancang berdasarkan pendekatan matematis prototip Butterworth. Perancangan untuk menentukan kapasitansi sendiri (self capacitance) dan kapasitansi bersama (coupling capacitance) berdasarkan pada persamaan-persamaan dari G.L Matthaei. Sedangkan perancangan dimensi filter berdasarkan pada kurva-kurva B.F. Nicholson yang merupakan pengembangan dari kurva E.G Cristal.

Pengukuran filter dilakukan dengan Network Analyzer untuk memperoleh informasi tentang kinerja dan karakteristik prototipe yang dibuat. Parameter yang telah diuji antara lain respon frekuensi, bandwidth, voltage standing wave ratio (VSWR), insertion loss, return loss, perubahan respon fasa, dan impedansi terminal. Adapun hasil pengukuran dari karakteristik filter ini adalah : frekuensi tengah 658 MHz dengan insertion loss = 1.799 dB(maks \approx 3.340 dB), bandwidth 3dB = 27 MHz, VSWR = 1.450 pada input dan untuk pada output 1.339, return loss pada input 14.260 dB dan 16.953 dB untuk output, impedansi terminal input = $34.371 + j5.372 \Omega$ dan output : $53.278 - j14.606 \Omega$, respon fasa yang dihasilkan konstan.

Kata Kunci : BPF, comblin, Butterworth, slabline, channel 44, UHF

Telkom
University

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.

Comblin filter ussully based on microwave frequency, such as between 300 Mhz - 300 Ghz. In this final project will design and implementation comblin bandpassfilter for transmitter TV Digital channel 44 UHF where use receiving and prosessing signals from satellite in frequency 654 - 658 MHz. Transmission canal type used in realization filter here use band pass comblin, it is a transmission line using resonator that has a slabline form that made of brass and air as dielectric. The characteristic of filter attenuation has been design based on Butterworth. To determinate the self capacitance and coupling capacitance of the filter, the equations from G.L. Matthaei are applied, where as the dimensional design of filter is based on study of B.F. Nicholson.

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 658 MHz with insertion loss = 1.799 dB(max \approx 3.340 dB), bandwidth 3dB = 27 MHz, VSWR = 1.450 for input and output 1.339, return loss input 14.260 dB and 16.953 dB for output, terminal impedance input = $34.371 + j5.372 \Omega$ and output : $53.278 - j14.606 \Omega$, the change of respon phase with frequency is constant.

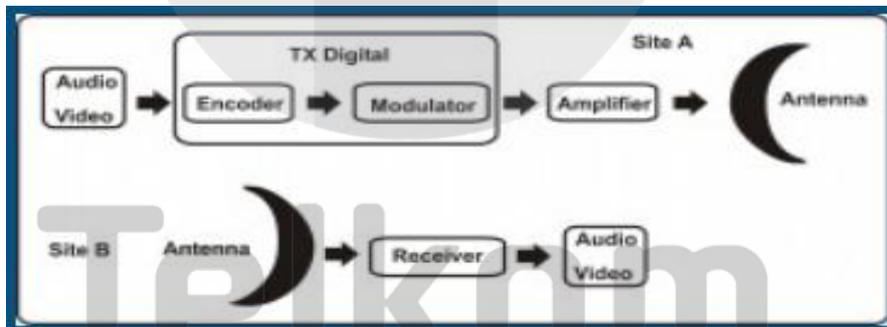
Keywords : BPF, comblin, Butterworth, slabline, channel 44, UHF

BAB I PENDAHULUAN

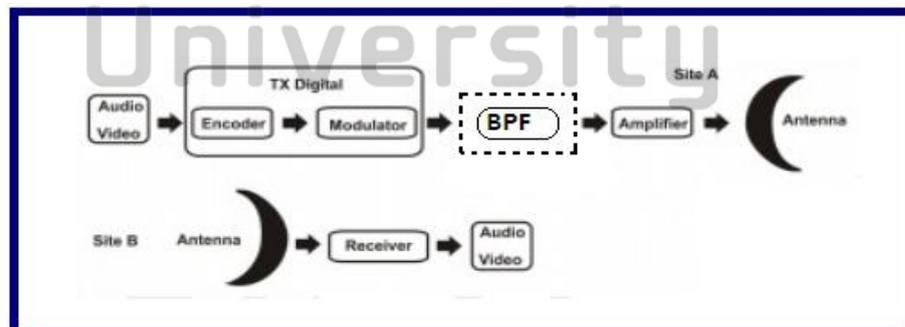
1.1 Latar belakang

Televisi digital dalam paruh dekade terakhir mencuat dari pusat-pusat kekuatan teknologi modern yang merupakan revolusi teknologi dalam bidang televisi. Untuk itu perlu diadakan penelitian teknologi televisi digital, termasuk didalamnya penelitian pemancar televisi digital. Penelitian Televisi Digital yang akan dikembangkan adalah pengembangan pemancar televisi standar DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) yang merupakan standar yang dipakai Negara Indonesia.

Pada umumnya perangkat pemancar televisi digital tersebut terdiri atas modul modulator digital, up-converter, amplifier dan sistem antenna. Dalam hal ini, peranan filter sangat penting pada suatu sistem telekomunikasi karena filter berfungsi meloloskan sinyal-sinyal pada frekuensi tertentu yang diinginkan dan meredam sinyal-sinyal pada daerah frekuensi yang tidak diinginkan. Tidak adanya filter pada sistem bisa berakibat sinyal yang tidak diinginkan masuk ke amplifier dan ikut ditransmisikan, yang mana juga dapat mengakibatkan rusaknya amplifier.



Gambar 1.1 Perangkat Pemancar TV Digital pada umumnya



Gambar 1.2 Perangkat Pemancar TV Digital dengan Filter

Yang melatarbelakangi pembuatan Tugas Akhir ini adalah keinginan untuk merancang dan merealisasikan suatu filter yang dapat diaplikasikan pada transmitter TV Digital untuk *channel* 44 UHF berupa filter *bandpass* (BPF) yang dapat melewatkan sinyal dengan batas frekuensi tertentu. Dimana *channel* 44 UHF ini direncanakan untuk digunakan sebagai salah satu layanan TV Digital pada wilayah Bandung.

1.2 Tujuan Penulisan

Maksud dari tugas akhir ini adalah:

- a. Memahami karakteristik kerja BPF combine pada frekuensi kerja 654 – 662 MHz.
- b. Memahami proses perancangan suatu prototipe BPF combine pada frekuensi kerja 654 – 662 MHz.
- c. Mampu merancang dan mengimplementasikan BPF combine untuk *channel* 44 UHF pada frekuensi kerja 654 – 662 MHz dengan spesifikasi awal yang telah ditentukan.
- d. Menguji hasil rancangan filter dengan melakukan perhitungan untuk melihat parameter-parameter filter yang dihasilkan kemudian merealisasikannya.
- e. Menganalisa hasil pengukuran dan pengujian dari *bandpass filter-combine* yang telah dibuat.

1.3 Rumusan Masalah

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

- a. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan BPF Combine pada frekuensi kerja 654 – 662 MHz.
- b. Bagaimana spesifikasi yang tepat dari BPF Combine agar dapat bekerja pada frekuensi 654 – 662 MHz.
- c. Bagaimana mengukur parameter BPF Combine yang akan dibuat.
- d. Apakah hasil pengukuran dan pengujian sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah:

- a. Tidak membahas mengenai UHF dan *channel*-nya, UHF pada Tugas Akhir ini mempunyai arti penggunaan frekuensi kerjanya saja.
- b. Pengukuran belum diterapkan pada sistem *transmitter* TV Digital *channel* 44 UHF.
- c. Spesifikasi dari filter yang akan dibuat adalah sebagai berikut :
 - Frekuensi kerja : 654 – 662 MHz
(*channel* 44 UHF)
 - Frekuensi tengah : 658 MHz
 - *Bandwidth*-3dB : 8 MHz
 - *Bandwidth*-60dB : 40 MHz
 - *Insertion Loss* : ≤ 0.4 dB
 - *Insertion Loss* pada *stop band* : 60 dB
 - Tipe filter : *Butterworth*
 - VSWR : ≤ 1.5
 - Impedansi terminal : 50 Ω
 - *Return Loss* : ≥ 14 dB

1.5 Metodologi Penelitian

Pengerjaan Tugas Akhir ini menggunakan metodologi:

- a. Studi Literatur
Studi Literatur bertujuan untuk mempelajari dasar teori dan literatur-literatur mengenai filter.
- b. Pengumpulan data
Mengumpulkan data dan informasi yang berhubungan dengan perancangan filter.
- c. Studi analisa dan pengembangan
Bertujuan menganalisa kebutuhan perangkat serta melakukan perancangan dan desain filter.

d. Perancangan dan uji coba

Bertujuan mengimplementasikan perancangan dan desain yang telah dibuat, setelah itu melakukan pengujian terhadap filter tersebut dengan melakukan serangkaian pengukuran berdasarkan parameter yang ada untuk mendapatkan gambaran kuantitatif terhadap performansi filter.

e. Analisa Performansi

Bertujuan melakukan uji performansi filter dan menganalisis hasil uji coba yang telah dilakukan. Apakah telah sesuai dengan spesifikasi perancangan yang ditentukan atau tidak.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : LANDASAN TEORI

Dalam BAB II dibahas mengenai landasan teori yang berkaitan dengan penyusunan Tugas Akhir ini.

BAB III : Perancangan dan Realisasi Filter

Dalam BAB III akan diuraikan tentang proses perencanaan 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 ini berisikan 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 *Butterworth* yang digunakan pada pengirim TV Digital channel 44 UHF, dapat disimpulkan dalam beberapa hal berikut ini :

- Frekuensi tengah dari hasil realisasi filter sebesar 658 MHz. Ini berarti sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan,
- *Insertion loss* = 1.799 dB lebih besar dari spesifikasi awal yaitu ≤ 0.4 dB tetapi masih dalam batas wajar (maks ≈ 3.340 dB),
- *Bandwidth* 3dB = 27 MHz mengalami pelebaran sebesar 19 MHz dari 8 MHz yang direncanakan,
- *Bandwidth* 60dB = 140 MHz mengalami pelebaran sebesar 100 MHz dari 40 MHz yang direncanakan,
- VSWR = 1.450 pada input dan 1.339 pada output, sehingga memenuhi spesifikasi awal ≤ 1.5 ,
- *Return loss* pada input 14.260 dB dan 16.953 dB untuk output, sehingga sesuai dengan spesifikasi awal ≥ 14 dB,
- Impedansi terminal input = $34.371 + j5.372 \Omega$ dan output : $53.278 - j14.606 \Omega$, artinya masih mendekati atau belum sesuai dengan spesifikasi awal sebesar 50Ω (belum *matching*), dan
- Respon *phase* pada daerah passband berupa garis linier (*group delay*-nya konstan), sehingga distorsi yang terjadi sangat kecil.

5.2. Saran

Untuk pengembangan dalam merancang dan merealisasikan filter selanjutnya ada baiknya mempertimbangkan beberapa saran di bawah ini agar didapat hasil yang maksimal :

- Untuk mengurangi insertion loss perlu dilakukan pelapisan pada bahan kuningan dengan bahan yang mempunyai konduktifitas yang lebih tinggi, misalnya tembaga atau perak untuk semua bagian silinder.
- Pada penutup filter, sebaiknya dibor lebih banyak agar udara seminimal mungkin masuk ke dalam filter sehingga dapat mengurangi redaman dan insertion loss akan lebih kecil.
- 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, dan penentuan perpotongan titik pada kuva **E.G Cristal** sehingga diharapkan hasil pengukuran nantinya sudah memenuhi parameter dari spesifikasi awal filter.
- Sebaiknya pada saat pengukuran, pada *Network Analyzer* diperlihatkan skalanya, agar hasil pengukuran dapat dibaca dengan jelas.
- Perlu dicoba perancangan filter dengan membandingkan dua metode atau lebih yang berbeda, tetapi memiliki spesifikasi yang sama agar didapat hasil yang lebih baik, seperti *interdigital, coupled, stub*.

Telkom
University

DAFTAR PUSTAKA

1. Collin, R.E, 1992, *Foundation for Microwave Engineering*, Mc. GrawHill. New York.
2. Cristal, E.G, July, 1964, *Coupled circular cylindrical rods between parallel ground plane*, MTT-12.
3. E. M. T. Jones, G. Matthaei, L Young, 1985, *Microwave Filters, Impedance-Matching Networks, And Coupling Structure*, New York: McGraw-Hill.
4. Katamso. Rustini S., Yuyu Wahyu., Agustus-September 2002, *Filter Band-Pass Comb-line (bagian 1), Jurnal Elektronika dan Komunikasi*, Bandung.
5. Khoirunnisak, Dzikrina, Mei, 2010, *Perancangan dan Realisasi BPF Microstrip Comblin Chebyshev Aplikasi Transmitter TV Digital* , IT Telkom, Bandung.
6. Mutmainah, Siti, Juli, 2010, *Perancangan dan Implementasi Bandpass Filter Comblin untuk Penerima GPS Pada Frekuensi Tengah 1.575,42 MHz* , IT Telkom, Bandung.
7. Nicholson, B.F, July, 1967, *The Practical Design Of Interdigital and Comblin Filter, The Radio and Electronic Engineer*.Second Edition. A John Wiley & Sons, Inc., Publication

Telkom
University