

PERANCANGAN DAN REALISASI BANDPASS FILTER DENGAN DGS (DEFECTED GROUND STRUCTURE) UNTUK APLIKASI KOMUNIKASI NANOSATELIT PADA FREKUENSI 2.4-2.45 GHYZ

Vivin Eka Putri Sari¹, Budi Prasetya², Sarwoko³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Kebutuhan akan komunikasi sangatlah penting karena dengan komunikasi dapat diperoleh informasi. Pertumbuhan kebutuhan komunikasi mendorong perkembangan teknologi wireless, salah satunya adalah satelit. Saat ini, beberapa perguruan tinggi di Indonesia tengah mengadakan kerjasama dengan LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional) untuk membuat nanosatelit. Nanosatelit merupakan satelit buatan manusia dengan berat kurang dari 10 kg yang dapat diprogram untuk keperluan memantau kondisi cuaca dan komunikasi darurat saat kondisi bencana. Pada bagian nanosatelit ini, terdapat beberapa komponen komunikasi yang memiliki fungsinya masing-masing, salah satunya adalah filter.

Pada tugas akhir ini, telah dirancang dan direalisasikan Band Pass Filter (BPF) untuk transmitter komunikasi nanosatelit. Filter yang dibuat adalah Band Pass Filter DGS Split Ring berbasis mikrostrip. Saluran mikrostrip merupakan saluran transmisi yang terdiri dari tiga lapis bahan, yaitu lapisan konduktor (patch), substrat dielektrik, dan bidang bumi (ground plane). Metoda perancangan pada tugas akhir ini dengan perhitungan menggunakan persamaan untuk mencari dimensi filter. Hasil yang diperoleh dari perhitungan merupakan input untuk proses simulasi menggunakan software simulator CST (Computer Simulation Technology).

Informasi tentang kinerja dan karakteristik prototype yang telah dibuat diperoleh dari pengujian filter dengan menggunakan Network Analyzer. Parameter-parameter yang diukur dalam perancangan ini antara lain respon frekuensi filter, bandwidth, insertion loss, return loss, Voltage Standing Wave Ratio, dan impedansi terminal. Adapun hasil pengukuran dari karakteristik BPF ini adalah frekuensi tengah 2299 MHz dengan bandwidth 44 MHz; terjadi pergeseran frekuensi tengah sebesar 126 MHz atau terjadi penyimpangan sebesar 5% dari spesifikasi awal, sedangkan bandwidth hasil pengukuran mengalami penyempitan sebesar 6 MHz dari spesifikasi awal sebesar 50 MHz, insertion loss 3.296 dB (tidak memenuhi spesifikasi karena > 2 dB), return loss 14.160 dB (input) dan 12.942 dB (output), VSWR 1.570 (input) dan 1.632 (output), impedansi terminal $63.929 -j23.029 \Omega$ (input) dan $45.977 -j22.107 \Omega$ (output).

Kata Kunci : Bandpass filter, mikrostrip, SWR, bandwidth, Insertion Loss, Return Loss

Telkom
University

Abstract

The need for communication is as important as the communication of information can be obtained. Growth communication requirements promote the development of wireless technologies, one of which is a satellite. At present, several universities in Indonesia was held in cooperation with LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional) to make nanosatelit. Nanosatelit is a man-made satellite weighing less than 10 kilogram that can be programmed to monitor the weather conditions and the needs of emergency communications when disaster conditions. In this nanosatelit section, there are several components of communication that have their respective functions, one of which is the filter.

In this final project, had designed and realized Band Pass Filter (BPF) for transmitterr of nanosatellite communications. Filters are made is a DGS Split Ring Band Pass Filter-based microstrip. Microstrip is **transmission line** consisting of three layers of material, the layer conductor (patch), dielectric substrate, and the field of the earth (ground plane). Design method in this final project with the **calculation using the equation** to find the dimensions of the filter. The results obtained from the **calculations are inputs** for the simulation process using the software simulator CST (Computer Simulation Technology).

Information on the performance and characteristics of the prototype which has been made available from the test filter using a Network Analyzer. The parameters to be measured in this design include frequency response filter, bandwidth, insertion loss, return loss, Voltage Standing Wave Ratio, and terminal impedance. The results of measurements of the characteristics of the BPF are: the center frequency is 2299 MHz with a bandwidth of 44 MHz; there is frequency shift 126 MHz ot there is a tolerance about 5 %, bandwidth is decrease 6 MHz from initial specification 50 MHz, insertion loss 3.296 dB, return loss 14.160 dB (input) and 12.942 dB (output), VSWR 1.570 (input) and 1.632 (output), terminal impedance 63.929 -j23.029 Ω (input) and 45.977-j22.107 Ω (output).

Keywords : Bandpass filter, microstrip, SWR, bandwidth, Insertion Loss, Return Loss

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan masyarakat terhadap sarana komunikasi terus meningkat sehingga mendorong perkembangan teknologi komunikasi *wireless*, salah satunya adalah satelit. Saat ini, beberapa perguruan tinggi di Indonesia dan LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional) tengah mengadakan kerjasama untuk membuat nanosatelit. Nanosatelit merupakan salah satu jenis satelit buatan yang berukuran relatif kecil (nano atau kurang dari 10 kilogram). Nanosatelit dapat diprogram untuk melakukan berbagai misi, seperti memantau kondisi cuaca dan komunikasi darurat ketika kondisi bencana.

Sistem komunikasi nanosatelit terdiri dari dua elemen utama, yaitu *space segment* dan *ground segment*. *Space segment* merupakan nanosatelit yang telah diluncurkan, sedangkan *ground segment* terdiri dari blok *transmitter*, blok *receiver*, dan stasiun bumi. *Transmitter* berfungsi untuk memancarkan gelombang elektromagnetik ke nanosatelit untuk dikirimkan ke *receiver*, sedangkan stasiun bumi berfungsi sebagai TT&C (*Tracking, Telemetry, and Command*; yang merupakan fungsi stasiun bumi untuk memantau posisi satelit, arah satelit, dan mengubah posisi atau arah satelit melalui kendali jarak jauh). Pada bagian *transmitter* dan *receiver* terdapat perangkat-perangkat komunikasi yang memiliki fungsi berbeda-beda. Salah satu perangkat tersebut adalah filter. Filter merupakan perangkat yang digunakan untuk menyeleksi daerah frekuensi kerja dengan meloloskan frekuensi yang diinginkan (*passband*) dan meredam frekuensi yang tidak diinginkan (*stopband*).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang karakteristik *Split ring resonator Defected Ground Structure* dengan struktur resonator sebagai bentuk dari DGS^[1]. Pada tugas akhir ini dilakukan suatu perancangan dan perealisasi *Band Pass Filter* (BPF) dengan DGS (*Defected Ground Structure*) yang mengkombinasikan model pada penelitian sebelumnya^[1] dengan model struktur resonator yang diletakkan pada *patch*. Sehingga diharapkan filter dapat

diaplikasikan pada *transmitter* sistem komunikasi nanosatelit. BPF (*Band Pass Filter*) yang direalisasikan dengan menggunakan mikrostrip berbahan Duroid 4003c.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang dan merealisasikan BPF *split ring* dengan DGS (*Defected Ground Structure*) untuk *transmitter* komunikasi nanosatelit dengan spesifikasi yang telah ditentukan.
- b. Mengukur parameter-parameter BPF *split ring* dengan DGS (*Defected Ground Structure*).
- c. Menganalisis hasil pengukuran parameter-parameter BPF *split ring* dengan DGS (*Defected Ground Structure*).

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan tujuan penelitian tersebut, maka perumusan masalah dari tugas akhir ini adalah:

- a. Bagaimana merancang dan merealisasikan BPF *split ring* dengan DGS (*Defected Ground Structure*) untuk *transmitter* komunikasi nanosatelit.
- b. Bagaimana pengujian dan pengukuran parameter-parameter BPF *split ring* dengan DGS (*Defected Ground Structure*).
- c. Bagaimana analisis hasil pengujian parameter-parameter BPF *split ring* dengan DGS (*Defected Ground Structure*) yang telah dibuat.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

- a. Jenis filter yang dibuat *Band Pass Filter* (BPF) *split ring* dengan DGS (*Defected Ground Structure*) berbasis mikrostrip.
- b. Spesifikasi teknis *prototype* BPF mikrostrip DGS Hairpin adalah:
 1. Frekuensi kerja : 2,4-2,45 GHz
 2. Frekuensi tengah : 2,425 GHz

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 3. BW-3dB | : 50 MHz |
| 4. Insertion Loss | : ≤ 2 dB |
| 5. Return Loss | : ≥ 14 dB |
| 6. Impedansi terminal | : 50 Ω |
| 7. VSWR | : ≤ 1.5 |
| 8. Jeni filter | : mikrostrip filter |

1.5 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini meliputi:

1. Studi Literatur

Mempelajari teori-teori yang mendukung pengerjaan Tugas Akhir ini melalui berbagai buku maupun literatur yang terkait.

2. Pengumpulan Data

Mengumpulkan informasi dan data tentang perancangan filter.

3. Perancangan dan Realisasi

Setelah studi literatur dilaksanakan maka dilanjutkan dengan perancangan dan implementasi dari teori-teori yang sudah didapat.

4. Pengukuran

Pengukuran parameter-parameter yang akan dianalisis untuk mengetahui kualitas filter menggunakan *Network Analyzer*.

5. Analisis

Melakukan analisis terhadap hasil uji coba yang telah dilakukan, apakah sesuai dengan spesifikasi pada saat perancangan atau tidak. Hal tersebut diperlukan untuk mendapatkan gambaran kuantitatif terhadap performansi filter.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

BAB I berisi uraian singkat mengenai latar belakang masalah, tujuan, perumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : Dasar Teori

BAB II berisi uraian teori-teori tentang filter yang berkaitan dengan filter yang dirancang.

BAB III : Perancangan dan Realisasi

BAB III berisi uraian tentang proses perancangan dan realisasi filter meliputi pemilihan perangkat, perhitungan, dan konstruksi akhir filter.

BAB IV : Pengukuran dan Analisis

BAB IV berisi uraian tentang pengukuran parameter-parameter yang akan dianalisis terhadap filter yang telah dibuat dan analisis untuk mengetahui gambaran kuantitatif terhadap performansi filter.

BAB V : Penutup

BAB V berisi kesimpulan dan saran yang dapat ditarik dari tugas akhir ini untuk perbaikan kinerja dari filter yang telah dibuat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan proses perancangan, realisasi dan pengukuran BPF *Split Ring* dengan DGS (*Defected Ground Structure*), dapat disimpulkan dalam beberapa hal sebagai berikut :

1. Respon frekuensi hasil realisasi adalah $f_L = 2276$ MHz, $f_c = 2299$ MHz dan $f_U = 2320$ MHz. Sedangkan spesifikasi awal filter adalah $f_L = 2400$ MHz, $f_c = 2425$ MHz dan $f_U = 2450$ MHz. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa filter yang direalisasikan mengalami pergeseran frekuensi. Hal ini dapat terjadi karena kesalahan dimensi resonator pada filter yang direalisasikan, yaitu dimensi panjang resonator.
2. *Insertion loss* hasil realisasi filter tidak memenuhi spesifikasi, hal ini ditunjukkan oleh redaman filter sebesar 3.296 dB sedangkan spesifikasi awal *insertion loss* yang diperbolehkan ≤ 2 dB. Redaman ini berkaitan dengan pemilihan substrat *Rogers Duroid 4003c* yang memiliki *loss tangent* yang cukup besar yaitu 0.0027 dB.
3. *Bandwidth* filter yang direalisasikan tidak mencapai spesifikasi awal, dimana hasil pengukuran didapat 44 MHz, sedangkan spesifikasi awal 50 MHz.
4. *Ripple* filter hasil realisasi tidak terlihat dengan jelas akibat sempitnya *bandwidth* filter. *Ripple* filter yang tidak sesuai spesifikasi dapat disebabkan karena kualitas resonator yang kurang bagus dan adanya ke tidak *matching* pada terminal.
5. Pergeseran fasa filter hasil realisasi berbentuk garis lurus linier sehingga terdapat perbedaan *grup delay* yang sama.
6. *Return loss* hasil realisasi sudah memenuhi spesifikasi awal, yaitu sebesar 14.160 dB pada sisi input dan 12.942 dB pada sisi output.

7. VSWR hasil realisasi filter tidak memenuhi spesifikasi awal yaitu 1.570 pada sisi input dan 1.632 pada sisi output. Hal ini terjadi karena *matching impedance* yang kurang bagus.
8. Impedansi terminal filter tidak memenuhi spesifikasi awal yaitu sebesar 63.929 - j23.029 ohm pada input dan 45.977 -j 22.107 ohm pada output. Hal ini disebabkan karena kualitas konektor yang kurang bagus dan juga pemasangan konektor dengan timah solderan yang terlalu tebal.

5.2 Saran

1. Realisasi BPF mikrostrip sebaiknya dilakukan dengan ketelitian yang tinggi mulai dari perhitungan dimensi, simulasi, realisasi dan pengukuran. Pada perhitungan benar-benar diperhatikan dalam pembulatan angka, karena perbedaan beberapa angka belakang koma akan sangat mempengaruhi respon pada saat realisasi.
2. Pastikan besarnya ϵ_r pada bahan benar-benar sesuai karena akan sangat berpengaruh pada respon filter hasil realisasi. ϵ_r banyak digunakan dalam perhitungan dimensi filter.
3. Pemilihan substrat yang lebih tepat dengan nilai *loss tangent* yang kecil, seperti *Rogers Duroid 5880* dengan *loss tangent* 0.0009 atau *Taconic TLT* dengan *loss tangent* 0.0006. *Loss tangent* merupakan karakteristik bahan yang menjadi gambaran besarnya energi disipasi. Bahan dengan *loss tangent* yang kecil, akan mengalami disipasi energi yang kecil. Dengan energi disipasi yang kecil, maka *insertion loss* rendah.
4. Pemasangan dan penyolderan konektor dilakukan setipis mungkin agar tidak mempengaruhi nilai impedansi terminal.
5. Pada saat pengukuran filter usahakan kondisi filter stabil agar tidak mempengaruhi hasil pengukuran karena filter sangat sensitif terhadap gerakan pada saat pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bian Wu, Bian Li, *Study on Transmission Characteristic of Split-ring Resonator Defected Ground Structure*, Xidian University, China, 2006.
- [2] Bowick, Chris, 2004, *RF Circuit Design*, Canada: Nvanos.
- [3] Fitri Yuli Zulkifli, Djoko Hartanto: *Pengembangan Antenna Microstrip Susun Dua elemen dengan Penerapan Defected Ground Structure berbentuk Trapesium*, Universitas Indonesia , Jakarta, 2008.
- [4] Hong, Jia-Sheng, 2011, *Microstrip Filters for RF/Microwave Applications*: New Jersey: John Wiley & Sons.,
- [5] Huang, Shao Ying, 2009, *A Compact E-Shaped Patterned Ground Structure and Its Applications to Tunable Bandstop Resonator*, Shanghai, Cina.
- [6] I.A. Glover, S.R. Pennock and P.R. Shepherd, 2005, *Microwave Devices, Circuit and Subsystem for Communication Engineering*, England: John Wiley & Sons.,
- [7] Maral Gerard, Michel Bousquet, 2009, *Satellite Communication System*, United Kingdom: John Wiley & Sons.,
- [8] Pozar, David M, 2003, *Microwave Engineering*, Canada: John Wiley & Sons.,
- [9] R.S.Penciu, K.Aydin, M.Kafesaki, Th.Koschny, E.Ozbay, E.N.Economou, C.M. Soukoulis, *Multi-gap individual and coupled split-ring resonator structures*, Iowa State University, Ames, Iowa, USA:2008.
- [10] Weber, Robert J,2001, *Introduction to Microwave Circuit*, New York: IEEE Microwave Theory and Technique Society, Sponsor.
- [11] White, Joseph F, 2004, *High Frequency Techniques*, New Jersey: John Wiley & Sons.