

Pengaruh Defected Ground Structure Terhadap Karakteristik Substrate Integrated Waveguide Bandpass Filter Dengan Complimentary Split Ring Resonators

Abdul Latip, Nanang Ismail, dan Achmad Munir

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi,

UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Bandung Indonesia

Laboratorium Telekomunikasi Radio dan Gelombang Mikro

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

Email: abdullatip1110@gmail.com¹, nanang.is@uinsgd.ac.id², munir@ieee.org³

Abstrak

Makalah ini membahas pengaruh *Defected Ground Structure (DGS)* terhadap karakteristik *Substrate Integrated Waveguide Bandpass Filter (SIW)* dengan *Complimentary Split Ring Resonators (CSRRs)*. BPF SIW yang diusulkan dirancang menggunakan substrat dielektrik *FR4 epoxy* dengan ukuran 45x40mm. *FR4* sangat cocok untuk filter dengan frekuensi tinggi. BPF dirancang untuk memiliki frekuensi tengah 6.75 GHz dengan lebar pita frekuensi dari 3 GHz hingga 15 GHz. Hasil karakterisasi filter sebelum penambahan DGS menghasilkan *return loss* dan *insertion loss* sebesar -35.73 dB dan - 1.44 dB. Adapun penambahan DGS mempengaruhi nilai *return loss* dan *insertion loss* dari filter menjadi sebesar -36.51 dB dan -1.62 dB. Bandwidth yang dihasilkan pada *S(2,1)* sebesar 6 GHz.

Kata Kunci: BPF, SIW, CSRRs dan DGS

1. Pendahuluan

Filter memegang peranan penting pada banyak aplikasi RF/gelombang mikro[1]. Aplikasi penting seperti komunikasi *wireless* memberikan tantangan untuk kemajuan *filter* RF/gelombang mikro sehingga lebih baik dari sebelumnya, performa tinggi, ukuran yang lebih kecil, lebih ringan dan harga yang lebih murah[2]. *Bandpass filter* sering digunakan pada bagian pemancar dan penerima. *Bandpass filter* digunakan untuk memblokir sinyal-sinyal yang tidak diinginkan dan meloloskan sinyal-sinyal yang diinginkan pada frekuensi tertentu sesuai dengan *passband* dari *filter* yang digunakan[3]. Pada Penelitian ini, *filter* menjadi daya tarik utama bagi peneliti karena fungsi *filter* sangat dibutuhkan untuk *transceiver* radio apapun, baik aplikasi GSM maupun radar[4]. Dalam referensi telah disajikan berbagai jenis *filter* khususnya *filter* mikrostrip. Walaupun *filter* mikrostrip populer, akan tetapi masih memiliki kekurangan yaitu *lower power handling*, *low quality factor* dan hanya berlaku untuk frekuensi hingga 6 GHz[4]. Untuk memperbaiki filter agar lebih baik digunakan metode *Substrate Integrated Waveguide (SIW)*. Struktur SIW terdiri dari substrat dielektrik yang terdiri antara sepasang pelat logam yang terhubung melalui via lubang. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, selain menggunakan metode SIW, pembuatan filter biasanya ditambahkan dengan

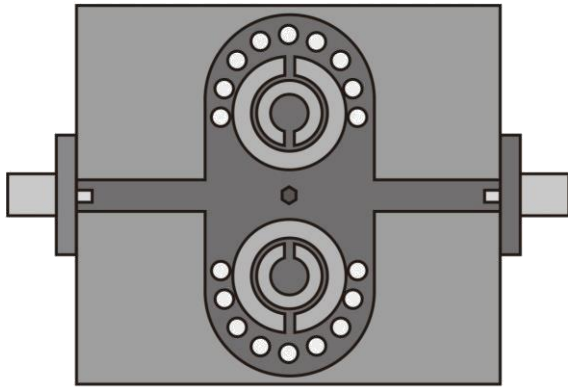
metode Split Ring Resonators (SRR) untuk mendapatkan bandwidth yang lebih lebar[6].

Komponen *microwave* dengan Defected Ground Structure (DGS) telah mendapatkan popularitas di antara semua teknik pada filter. DGS berfungsi untuk meningkatkan parameter karena desain strukturalnya sederhana[7]. DGS digunakan untuk filter tipe mikrostrip agar mencapai karakteristik band-stop dan menekan harmonik mode tinggi. Digunakannya metode DGS karena biaya rendah, kinerja tinggi, ukuran ringkas dan pita lebar pada sistem komunikasi nirkabel modern[7].

Paper ini membahas tentang perancangan filter dengan karakteristik SIW dan CSRR serta penambahan metode Defected Ground Structure (DGS). Diharapkan dengan mengkombinasikan SIW dan CSRR dapat meningkatkan kualitas, mempermudah proses pabrikan secara sederhana, mengurangi biaya meningkatkan faktor Q dan menghasilkan bandwidth yang lebar. Kemudian paper ini juga menambahkan satu metode yakni DGS. Teknik yang diusulkan dilakukan dengan membuat lubang pada bidang *ground* dengan pola khusus. Diharapkan dengan adanya penambahan DGS dapat meningkatkan *Insertion loss* dan *Return loss*.

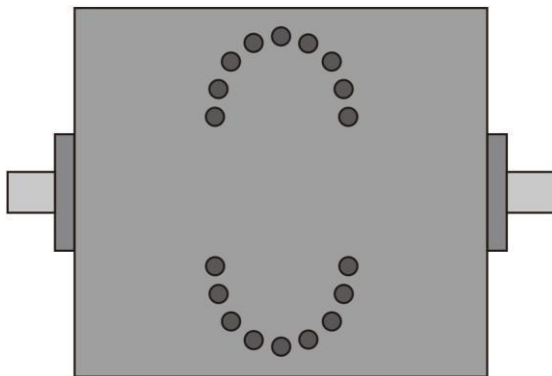
2. Desain Filter

Dalam Gambar.1 menunjukkan desain Substrate Integrated Waveguide Bandpass Filter dengan Complimentary Split-Ring Resonators. Filter didesain menggunakan *FR4 epoxy dielectric* ukuran 45x40 mm dengan ketebalan 1.6 mm. Bahan *FR4* cocok untuk filter dengan frekuensi tinggi yang mengakibatkan losses tinggi sehingga digunakan metode DGS untuk menekan loss. *FR4 epoxy* digunakan karena bahannya yang mudah didapatkan di Indonesia.



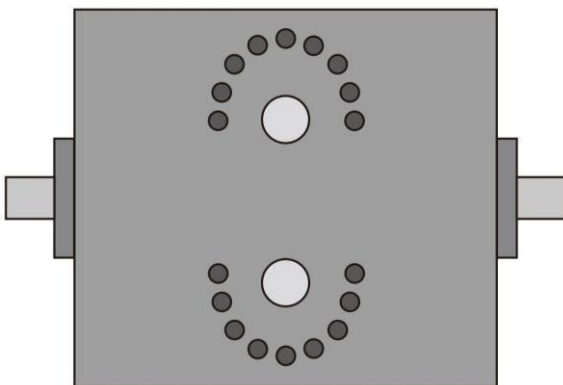
Gambar. 1: Filter tampak atas dengan CSRR dan SIW

Filter terdiri dari 3 bagian yaitu patch dibagian atas, substrat dibagian tengah dan groundplane dibagian bawah. Patch pada filter menggunakan bahan copper ukuran 24.5x18 mm dengan bentuk penggabungan lingkaran, persegi dan strip line. Pada patch digunakan double CSRRs dengan diameter dalam 7mm dan diameter luar 12mm. Pada filter ini CSRRs dibuat secara berpasangan. Ditambah dengan 18 vias dengan diameter 2mm dengan jarak antar vias 3mm sebagai struktur dari SIW. Filter tampak bawah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar. 2: Filter tampak bawah tanpa DGS

Gambar 2. Menunjukkan filter tampak bawah tanpa penambahan DGS. Terlihat pada gambar vias yang saling berhubungan yang dipasang 18 buah tembus dari atas patch hingga groundplane. Untuk filter dengan penambahan DGS dapat dilihat pada Gambar.3

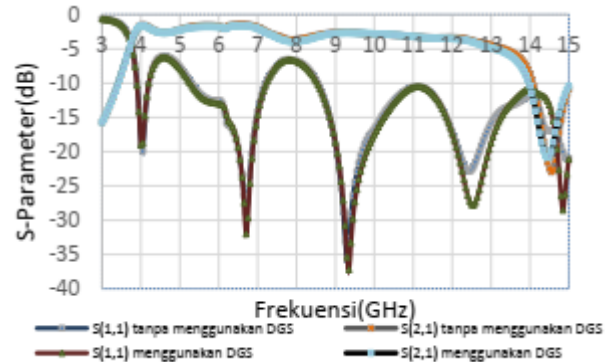


Gambar. 3: Filter tampak bawah dengan DGS

Gambar 3. Menunjukkan filter dengan penambahan DGS yakni *Defected Ground Structure* merupakan bentuk pola tersketsa pada bidang ground. Struktur DGS biasanya digunakan pada rangkaian filter dalam *microstrip line* yang akan menolak suatu frekuensi tertentu atau *bandgap*[8]. Metode DGS didasarkan untuk merubah sifat dari gelombang yang mengalir pada bidang *ground* dengan cara membuat satu atau lebih pola pada bidang *ground*. Metode ini dilakukan untuk menaikkan faktor transmisi atau *insertion loss* (S_{21}) pada filter. Pada paper ini ada beberapa parameter yang menjadi acuan untuk menghasilkan filter yang direalisasikan. Parameter-parameter tersebut adalah ada tidaknya DGS, ukuran DGS, bentuk DGS dan posisi DGS pada bidang *ground*. Pengaruh lain dapat dilihat dari substrat, ukuran *ground*, panjang dan lebar stripe, dan posisi tiap-tiap parameter.

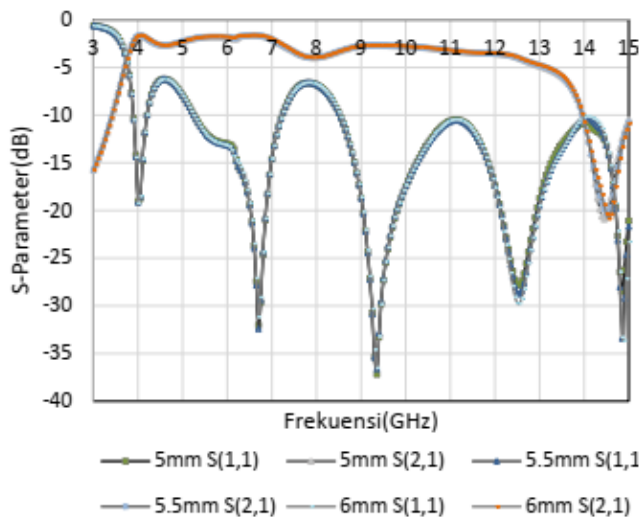
3. Hasil

Setelah melakukan perancangan filter. Nilai return loss dan insertion loss tanpa DGS dan setelah penambahan DGS ditunjukkan pada Gambar. 4



Gambar. 4 Respon Insertion loss dan Return loss tanpa DGS dan setelah penambahan DGS

Untuk mendapatkan hasil dari filter yang akan direalisasikan. frekuensi harus diatur dengan frekuensi tengah sebesar 6.75 GHz dengan frekuensi kerja yang digunakan ialah 3-15 GHz. Hasil simulasi return loss bernilai -35.73 dB pada frekuensi 9.3GHz. Dan insertion loss bernilai -1.44 dB pada frekuensi 4 GHz sebelum adanya sebuah DGS. Hasil setelah penambahan DGS return loss bernilai -36.51 dB pada frekuensi 9.35 GHz dan insertion loss bernilai -1.62 dB pada frekuensi 4 GHz setelah penambahan DGS. Hasil optimasi DGS dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar. 5: Pengaruh ukuran DGS terhadap S-Parameter

Gambar 5 menunjukkan pengaruh ukuran DGS dengan beberapa variasi yang disimulasikan diantaranya 5mm, 5.5mm dan 6mm. Pada paper ini tidak begitu signifikan pengaruh ukuran DGS terhadap S(1,1) dan S(2,1). Bandwidth dihasilkan hampir sama hanya ada perbedaan pada diameter 5mm dan 6mm. Bandwidth yang dihasilkan pada S(2,1) sebesar 6 GHz dengan faktor kualitas mencapai 112,5.

4. Kesimpulan

Bandpass filter CSRR terhadap karakteristik SIW dengan penambahan DGS membuat sedikit perubahan yakni memperbaiki return loss dan menaikkan insertion loss. Parameter-parameter yang mempengaruhi perubahannya adalah ukuran DGS, posisi DGS, bentuk DGS, pengaruh lainnya ukuran substrat, ukuran patch dan posisi patch. Hasil dari return loss yang baik itu harus menjauhi nilai 0 dB, jika nilai return loss makin besar maka semakin baik. Adapun untuk insertion loss nilai yang paling baik itu dengan nilai yang mendekati 0 dB. Tapi hal itu tidak akan mungkin terjadi. Pada paper ini hasil bandwidth yang dihasilkan tidak begitu signifikan hanya mendapatkan sedikit perubahan, namun factor kualitas pada filter meningkat.

Referensi

- [1] T. Supriyanto and P. N. Jakarta, “Perancangan Wideband Band Pass Filter (BPF) Dengan Metamaterial,” vol. 4, no. 1, pp. 18–23, 2015.
- [2] D. F. Ludihargi, Waveguide bandpass filter pita sempit berbasis resonator dielektrik. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2013.
- [3] A. B. Santiko and F. Darwis, “Design and simulation hairpin microstrip bandpass filter for SBand Application Desain dan Simulasi Microstrip Hairpin Bandpass Filter untuk Aplikasi S-,” no. October 2013, 2015.
- [4] H. Serliningtyas, O. D. Winarko, A. Andaya, and F. Yuli, “Substrate Integrated Waveguide (SIW) Filter untuk Radar FMCW X-band.”

- [5] Y. D. Dong, T. Yang, and T. Itoh, “Substrate integrated waveguide loaded by complementary split-ring resonators and its applications to miniaturized waveguide filters,” *IEEE Trans. Microw. Theory Tech*, vol. 57, no. 9, pp. 2211–2223, 2009.
- [6] and L. S. W. Q. L. Zhang, W. Y. Yin, S. He, “Compact substrate integrated waveguide (SIW) bandpass filter with complementary split-ring resonators (CSRRs),” *IEEE Microwave. Wireless. Components Lett.*, vol. 20, no. 8, pp. 426–428, 2010.
- [7] M. K. Khandelwal, B. K. Kanaujia, and S. Kumar, “Defected ground structure: Fundamentals, analysis, and applications in modern wireless trends,” *Int. J. Antennas Propag.*, vol. 2017, 2017.
- [8] A. Ridwan, “Perancangan dan Simulasi Antena Mikrostrip Array Bentuk Segi Empat Dengan Defected Ground Structure (DGS) untuk Aplikasi Long term evolution (LTE),” *Skripsi Sarjana, Fak. Sains dan Teknol. UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 2012