

# Broadband Metamaterial Microstrip Filter

Triprijoetomo<sup>1</sup>, Toto Supriyanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro  
Politeknik Negeri Jakarta, Depok 16425,  
Telepon : 021-7270036, 021-7270044.  
E-mail : triprijoetomo@gmail.com

<sup>2</sup>Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro  
Politeknik Negeri Jakarta, Depok 16425,  
Telepon : 021-7270036, 021-7270044.  
E-mail : totosupr@yahoo.com

## ABSTRAK

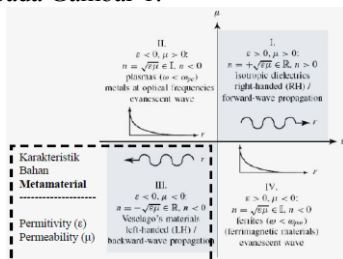
Pada penelitian ini akan dirancang *broadband metamaterial* mikrostrip *band pass filter* (BPF) yang bekerja pada frekuensi *microwave* untuk komunikasi nirkabel. Sebagai *state of the art*, pada penelitian ini diusulkan menggunakan metode *open split resonator*. Pada rancangan BPF yang dipergunakan mikrostrip dengan substrat FR4 yang memiliki konstanta dielektrik sebesar 4,4 yang memiliki ketebalan  $h = 1,6$  mm dan *loss tangen* sebesar 0,002. Rancangan ini disimulasikan menggunakan perangkat lunak Advance Design System (ADS). Hasil simulasi menunjukan bahwa penggunaan metode *open split resonator* mampu menghasilkan *broadband metamaterial* BPF pada rentang frekuensi 1,975 GHz sampai dengan 2,615 GHz, dengan bandwidth 640 MHz. Selain itu, diperoleh nilai *return loss* minimal sebesar -54,36 dB dan nilai *insertion loss* sebesar -0,061 dB. Hasil ini memperlihatkan bahwa filter tersebut memiliki kinerja yang baik dan *loss* yang rendah. Secara fisik, *broadband metamaterial* mikrostrip BPF ini memiliki dimensi yang *compact* yaitu 40,2 x 31 x 1,6 mm, sehingga desain BPF ini sangat potensial dipergunakan untuk berbagai aplikasi komunikasi nirkabel.

Keywords : BPF, *Broadband*, Metamaterial, Mikrostrip, *open split resonator*.

## 1. PENDAHULUAN

Pada sistem komunikasi nirkabel, *band pass filter* (BPF) berguna untuk memisahkan sinyal informasi dan *noise*. Agar sinyal informasi dan *noise* dapat terpisah secara baik, maka diperlukan sebuah BPF yang memiliki kinerja yang bagus. Penilaian kinerja sebuah BPF dapat dilihat nilai parameter yang dihasilkannya. Nilai kinerja sebuah filter sangat erat kaitannya dengan bahan yang dipergunakan untuk pabrikan filter tersebut.

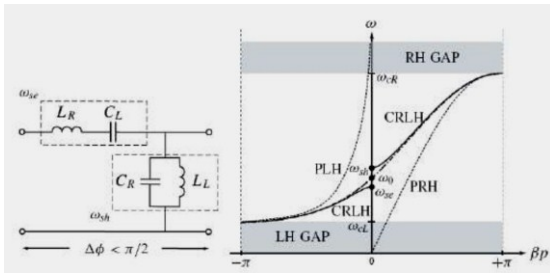
Salah satu bahan yang menarik perhatian peneliti adalah bahan metamaterial. Bahan metamaterial dapat diperoleh dengan membuat sebuah struktur material yang memiliki sifat tidak tersedia di alam. Struktur metamaterial adalah sebuah struktur yang memiliki nilai permissivity ( $\epsilon$ ) dan permeability ( $\mu$ ) negatif [1], seperti terlihat pada Kuadran III pada Gambar 1.



Gambar 1. Permittivity-permeability diagram ( $\epsilon$ - $\mu$ ) dan indeks bias

(n) [1]

Bahan metamaterial ini memiliki kelebihan berupa *low loss*. Sehingga, penggunaannya diharapkan dapat menurunkan koefisien gelombang pantul dan meningkatkan efisiensi transmisi dari BPF yang dihasilkan. Pada proses perancangan metamaterial dapat dilakukan dengan model pendekatan saluran transmisi. Seperti model *Composite Right-left Handed Transmission Line* (CRLH-TL) yang dapat menjadi dasar dalam mendesain BPF. CRLH dimodelkan dalam sebuah unit sel sebagai rangkaian kapasitor seri (CL), induktor seri (LR) dan induktansi shunt (LL) serta kapasitor shunt (CR). Sehingga CRLH-TL memiliki konstanta propagasi positif, negatif dan nol sesuai dengan karakteristik dari permissivitas dan permeabilitas. Menurut pendekatan yang dilakukan Itoh [1] konstanta propagasi ditunjukkan seperti pada Gambar 2. Sementara itu, sebagai bentuk aplikasi *composite right/left handed* (CRLH) pada *broadband metamaterial* BPF yaitu dipergunakannya metode *split ring resonator* (SRR) seperti yang diusulkan penelitian Pendry [2]. Selain itu, dapat pula menggunakan *complementary split ring resonator* (CSRR) seperti yang diusulkan Falcone [3].

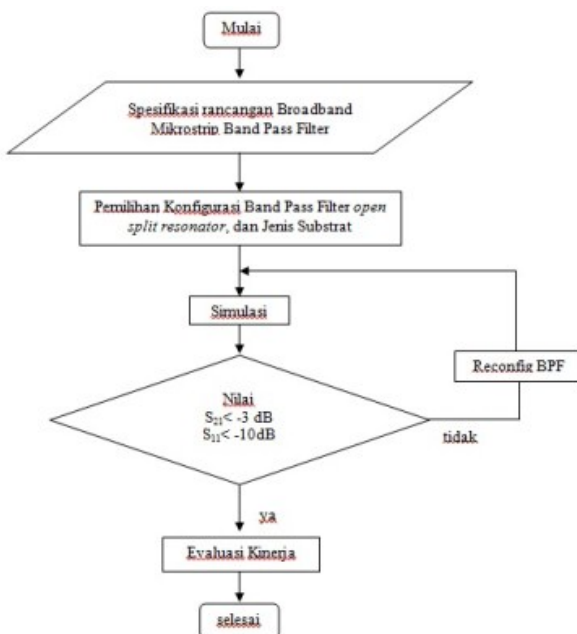


Gambar 2. Grafik konstanta propagasi metamaterial CRLH-TL T.[1]

Secara lebih luas metode *split ring resonators* (SRR) diusulkan oleh [4-6]. Adapun metode yang lainnya, yaitu menggunakan *open split ring resonator*, dimana metode ini diusulkan oleh J.Martel [7-8]. Metode *open split ring resonator* memiliki keunggulan berupa *low loss* dan bentuknya yang *compact*. Sebagai *state of the art*, pada penelitian ini diusulkan sebuah rancangan *broadband metamaterial* BPF menggunakan bahan mikrostrip dengan menggunakan metode *open split resonator*. Sehingga dapat meningkatkan efisiensi perangkat filter dan menjadikan perangkat semakin *compact*.

## 2. PERANCANGAN BROADBAND MIKROSTRIP BAND PASS FILTER (BPF)

Secara lebih lengkap, proses perancangan *broadband metamaterial mikrostrip* BPF menggunakan *open split resonator* terlihat pada Gambar 3 dibawah ini.

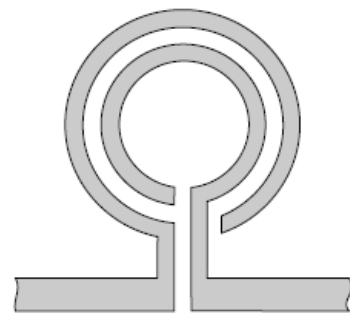


Gambar 3. Diagram alir perancangan broadband filter

Pada penelitian ini, spesifikasi *broadband metamaterial mikrostrip* BPF rancangan terlihat sebagai berikut.

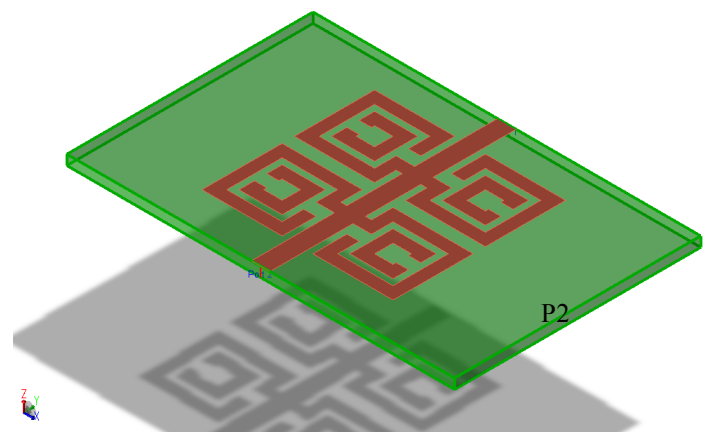
1. Frekuensi *cutoff highpass filter* adalah 1,975 GHz
2. Frekuensi *cutoff lowpass filter* adalah 2,615 GHz
3. Bandwidth filter 640 MHz
4. *Insertion loss* bandwidth < - 3 dB.
5. *Return loss* bandwidth < -10 dB.
6. Matching impedance 50 ohm

Struktur awal *open split ring resonator* terlihat pada gambar 4 dibawah ini.

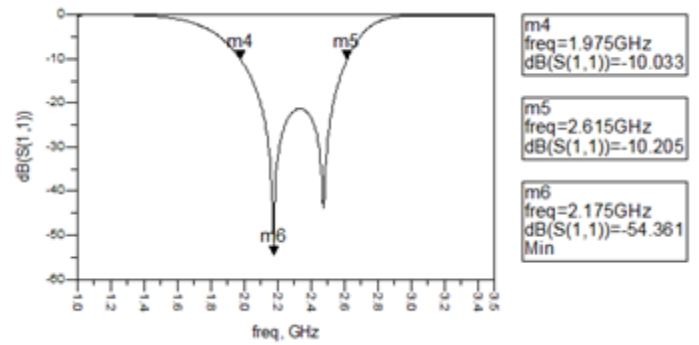
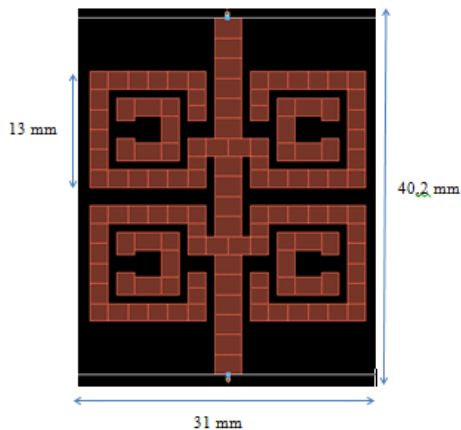


Gambar 4. Struktur open split ring resonator

Struktur ini kemudian dimodifikasi untuk dapat menghasilkan bentuk yang lebih sederhana dan lebih *compact*. Pada penelitian ini aplikasi *open split resonator* berbentuk rectangular, seperti terlihat pada Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Struktur *open split ring resonator* untuk aplikasi *broadband metamaterial mikrostrip* BPF [Usulan]



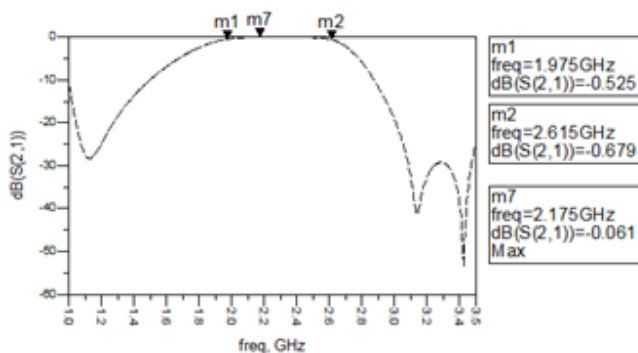
Gambar 7. (b) Hasil simulasi *insertion loss*.

Gambar 6. Perancangan open split ring resonator untuk aplikasi *broadband metamaterial mikrostrip BPF* di perangkat lunak Advance Design System (ADS).

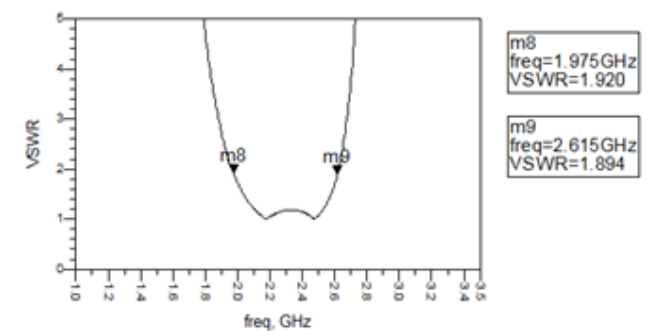
Hasil rancangan tersebut kemudian disimulasikan menggunakan perangkat lunak Advance Design System (ADS) untuk menilai kinerja filter. Diantaranya adalah *bandwidth*, *return loss* ( $S_{11}$ ), *VSWR*, *insertion loss* ( $S_{21}$ ), dan memperlihatkan *phase filter*.

### 3. HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil simulasi menggunakan perangkat lunak Advance Design System (ADS), hasil simulasi *bandwidth* dan *return loss* ( $S_{11}$ ) serta *insertion loss* ( $S_{21}$ ) *broadband metamaterial mikrostrip BPF* terlihat pada Gambar 7 dibawah ini.

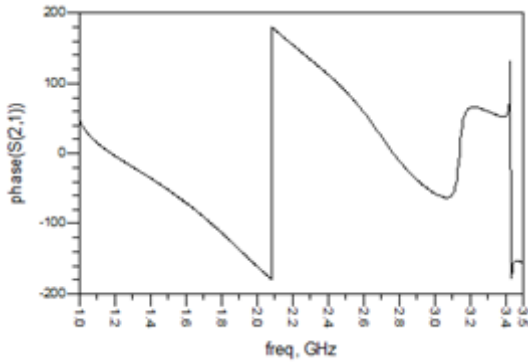


Gambar 7. (a) Hasil simulasi *return loss*



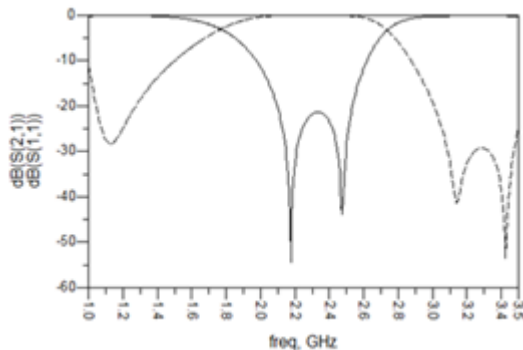
Gambar 8. (a) Hasil simulasi *VSWR* .

Nilai *return loss* ( $S_{11}$ ) pada frekuensi 1,975 GHz sebesar -10,033 dB, sementara pada frekuensi 2,615 GHz sebesar -10,205 dB. Nilai *return loss* ( $S_{11}$ ) paling kecil terlihat pada frekuensi 2,175 Ghz yaitu sebesar -54,361 dB. Hasil ini memperlihatkan bahwa koefisien pantul *broadband metamaterial mikrostrip BPF* menggunakan *open split resonator* memiliki nilai *loss* yang kecil. Sementara nilai *insertion loss* pada frekuensi 1,975 GHz sebesar -0,525 dB, sementara pada frekuensi 2,615 GHz sebesar -0,679dB. Nilai *insertion loss* ( $S_{21}$ ) paling kecil terlihat pada frekuensi 2,175 Ghz yaitu sebesar -0,0061 dB.

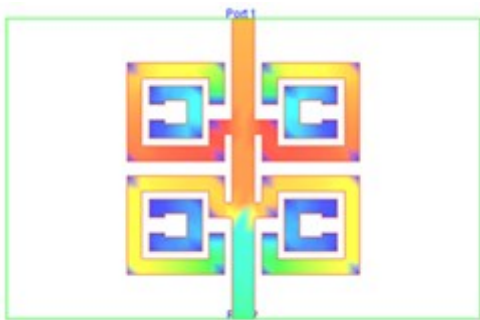


Gambar 8. (b) Hasil simulasi phase.

Gambar 8 memperlihatkan hasil simulasi VSWR. Nilai VSWR pada frekuensi 1,975 GHz sebesar 1,92, sementara pada frekuensi 2,615 GHz sebesar 1,89. Semakin mendekati 1 maka akan semakin mendekati nilai VSWR ideal [9]. Pada penelitian ini dihasilkan nilai VSWR pada frekuensi atas maupun pada fekuensi bawah sebesar 2. Hal ini menandakan bahwa BPF telah bekerja dengan baik.



Gambar 9. (a) Hasil simulasi secara keseluruhan



Gambar 9. (b) Distribusi arus pada filter

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dirancang *broadband metamaterial mikrostrip* BPF menggunakan *open split resonator*. Berdasarkan hasil simulai diambil kesimpulan bahwa penggunaan metode *open split resonator* mampu menghasilkan *broadband metamaterial mikrostrip* BPF pada rentang frekuensi 1,975 GHz sampai dengan 2,615 GHz, dengan bandwidth 640 MHz. Selain itu, diperoleh nilai *return loss* minimal sebesar -54,36 dB dan nilai *insertion loss* sebesar -0,061 dB. Hasil ini memperlihatkan bahwa filter tersebut memiliki kinerja yang baik dan *loss* yang rendah. Secara fisik, *broadband metamaterial mikrostrip* BPF ini memiliki dimensi yang *compact* yaitu 40,2 x 31 x 1,6 mm, sehingga desain BPF ini sangat potensial dipergunakan untuk berbagai aplikasi komunikasi nirkabel.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Itoh, (2006) "Electromagnetic Metamaterials : Transmission Line Theory and Microwave Applications", WILEY-INTERSCIENCE, John-Wiley & Sons Inc., Hoboken, NJ.
- [2] Pendry, et.al. Magnetism from conductors and enhanced nonlinear phenomena. *IEEE Transactions Microwave Theory Tech.*, 1999, vol. 47, p. 2075-2084.
- [3] Falcone, et.al. Effective negative- stop-band microstrip lines based on complementary split ring resonators. *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, June 2004, vol. 14, p. 280-282.
- [4] Smith, "Loop-wire for investigating plasmons at microwave frequencies," *Phys.Lett.*, Vol. 75, No. 10, pp. 1425-1427, 1999.
- [5] Padilla "Composite medium with simultaneously negative permeability and permittivity," *Phys. Rev. Lett.*, Vol. 84, No. 18, pp. 4184-4187, 2000.
- [6] Shelby, "Experimental verification of a negative index of refraction," *Science*, Vol. 292, pp. 77-79, 2001.

- [7] J. Martel, J. Bonache, R. Marque's, F. Marti'n, and F. Medina "Design of wide-band semilumped bandpass filters using open split ring resonators." IEEE Microwave Wirel. Comp. Lett., vol. 17, pp. 28–30, January 2007.
- [8] J. Martel, R. Marque's, F. Falcone, J. Baena, F. Medina, F. Marti'n, and M. Sorolla "A new LC series element for compact band-pass filter design." IEEE Microwave Wirel. Comp. Lett., vol. 14, pp. 210–212, 2004.
- [9] J. S. Hong and M. J. Lancaster, Microstrip Bandpass Filters for RF/Microwave Applications. New York: Wiley, 2001, ch.8, pp.151–155.