

Filter Ultra Wideband Memakai Sisipan Filter Bandstop pada Frekuensi 5,2–5,8 GHz

Triprijoetomo^{1*} dan EkoTjipto Rahardjo²

1. Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Depok 16425, Indonesia
2. Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok 16425, Indonesia

*e-mail:triprijo@gmail.com

Abstrak

Pada penelitian ini diusulkan rancangan filter *ultra wideband band pass filter* (UWB BPF) menggunakan *dual mode resonator* (DMR) dan *interdigital capacitor* untuk mendapatkan frekuensi UWB. Sedangkan untuk mendapatkan *bandstop response* pada frekuensi 5,2 GHz sampai dengan 5,8 GHz digunakan *loading stub*. Frekuensi *cutoff* bawah dan atas dari filter rancangan ini dapat digeser dengan mengatur diameter luar dari *ring* dan panjang pendeknya *interdigital capacitor* sedangkan frekuensi tengah dari *bandstop* dapat diubah dengan cara mengatur lebar *loading stub*. Hasil simulasi rancangan menggunakan perangkat lunak (*computer simulation technology*) *Microwave Studio* didapatkan untuk parameter S_{21} Frekuensi *cutoff* bawah -3 dB adalah 3,12 GHz, frekuensi *cutoff* atas 9,99 GHz, *bandstop response* -10 dB didapatkan rentang frekuensi 5,45-5,86 GHz dengan frekuensi tengah pada 5,61 GHz, variasi *group delay* kurang dari 0,6 ns.

Abstract

Ultra Wideband Filter using Bandstop Filter Insertion at the Frequency of 5.2-5.8 GHz. In this study proposed the ultra wideband filter design bandpass filter (BPF UWB) using dual mode resonator (DMR) and interdigital capacitor to get the UWB frequency. While to get bandstop frequency response at 5.2 GHz up to 5.8 GHz use the loading stub. Lower and upper cutoff frequency of the filter design can be shifted by adjusting the outer diameter of the ring and interdigital capacitor while the short length of the bandstop center frequency can be changed by adjusting the width of loading stub. The result of simulation results using the design software (computer simulation technology) *Microwave Studio* available for S_{21} parameters below -3 dB cutoff frequency is 3.12 GHz, the cutoff frequency of 9.99 GHz, -10 dB is obtained band stop response of 5.45 GHz frequency range-5.86 GHz with a center frequency 5.61GHz, variation group delay less than 0.6 ns.

Keywords: ultra wide band filter transmission line, bandstop, loadingstub

1. Pendahuluan

Penggunaan konektivitas nirkabel saat ini membuat perubahan gaya hidup bagi sebagian besar penggunanya, pilihan koneksi nirkabel saat ini terbatas pada *bluetooth* dan *WIFI* namun sayangnya transmisi data yang berjalan sangat lambat, perkembangan nirkabel ke depan mengarah pada penggunaan *multiple high bandwidth* seperti yang dituntut pengguna perangkat elektronik modern di mana PC, pemutar/perekam MP3, kamera dan camcorder digital, HDTV, *set top box* (STB), *gaming system*, PDA, dan telepon seluler mampu terhubung satu sama lain, sehingga membentuk *wireless personal area network* (WPAN), oleh karena itu diperlukan teknologi nirkabel yang mendukung

beberapa *high data rate streaming* sekaligus, hemat energi, murah, dan dapat dikemas dalam bentuk produk yang kecil, seperti PDA atau telepon seluler dan jawabannya adalah ada pada teknologi *ultra-wideband* (UWB), yang kini terus dikembangkan.

Ultra wideband adalah salah satu teknologi yang menggunakan frekuensi operasi sangat lebar, pada Februari 2002 *Federation Communications Commission* (FCC) telah mengizinkan komunikasi ini bekerja pada frekuensi 3,1 GHz sampai 10,6 GHz, sehingga UWB sanggup menyalurkan data dengan kecepatan 480 Mbps, sistem UWB dirancang untuk digunakan seperti *bluetooth*, yaitu sebagai teknologi *personal area network* (PAN) yang beroperasi pada daya sangat

rendah dengan tingkat EIRP -41.3 dBm/MHz dan jarak sekitar 10 meter [1-2].

Akan tetapi UWB yang memiliki pita frekuensi 3,1–10,6 GHz, menduduki beberapa frekuensi kerja sistem komunikasi radio lainnya, salah satunya adalah WLAN 802.11a di frekuensi 5 GHz. Hal ini menyebabkan adanya potensi interferensi antara kedua sistem tersebut [3]. Untuk menjaga perangkat UWB, maka pada rancangan filter perlu ditambahkan sebuah *bandstop response* agar sistem komunikasi UWB tidak terganggu oleh sistem komunikasi WLAN.

Sementara itu pada penelitian Ying-Hsu *et al.* [4], diusulkan pembuatan filter UWB dengan menggunakan *multimode resonator*. Sedangkan untuk mendapatkan *rejection band* antara 5 sampai dengan 6 GHz digunakan empat buah *step-impedance open stub* yang digabungkan pada *multimode resonator* (MMR) untuk mendapatkan transmisi dengan pita lebar dan meningkatkan kinerja diluar *band*.

Yang pertama *pass band*-nya dari 2,8 GHz sampai 5 GHz memiliki *insertion loss* kurang dari 2dB dan *return loss* lebih besar dari 18 dB. *Passband* kedua antara frekuensi 6 GHz sampai 10,6 GHz memiliki *insertion loss* kurang dari 1,5 dB dan *return loss* lebih besar dari 15 dB. Penolakan sebesar 5,5 GHz adalah lebih baik dari 50 dB. Filter ini dapat diintegrasikan dalam sistem radio UWB dan meningkatkan efisien terhadap gangguan dari WLAN. Sedangkan pada [5] diusulkan pembuatan filter UWB menggunakan *dual-band stepped impedance filter*.

Sebagian besar untuk menghasilkan filter *ultra wideband* dengan sisipan filter *bandstop* seperti [6-8] dimensi dari filter tersebut rumit dan cenderung lebih besar untuk itu pada penelitian ini akan dirancang filter yang lebih sederhana baik untuk menghasilkan filter *ultra wideband* maupun untuk menghasilkan *bandstop*-nya.

Berbeda dengan penelitian Mokhtaari *et al.* dan Song *et al.* [5,9], diusulkan pembuatan filter UWB dengan *passband* pertama dari 3,1 GHz sampai 5,2 GHz dan *passband* kedua dari 5,8 GHz sampai dengan 10,6 GHz menggunakan *ring resonator* dibagian tengahnya untuk meningkatkan derajat kopling filter dan lebih sederhana dalam perancangannya. Untuk menghasilkan *ultra wideband* pada penelitian ini tidak seperti pada Mokhtaari *et al.* [5] karena bila menggunakan *multiband* akan dihasilkan *passband* yang lebih sempit, sedangkan untuk menghasilkan *bandstop* digunakan *open stub*.

Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak *computer simulation technology* (CST) *Microwave Studio* dengan metode *frequency solver*. Untuk mengetahui kerja rangkaian filter diperlukan pengujian 2 parameter dengan menguji parameter-parameter yang utama yaitu *magnitude response* dan *phase response* di

pita frekuensi kerjanya, *magnitude response* parameter seperti VSWR, *return loss*, *insertion loss* dan *bandwidth* sedangkan *phase response* yaitu *group delay*.

2. Metode Penelitian

Dalam perancangan filter UWB dengan sisipan *bandstop* ini pertama kali ditentukan spesifikasi dari filter rancangan selanjutnya konfigurasi dari filter acuan yang akan menjadi acuan dalam simulasi.

Spesifikasi filter rancangan: (1) Frekuensi *cutoff high pass filter* adalah 3,1 GHz, (2) Frekuensi *cutoff low pass filter* adalah 10,6 GHz, (3) *Bandwidth filter* 3,1 GHz hingga 10,6 GHz, (4) *Bandstop* dari 5,2-5,8 GHz, (5) *Insertion loss bandwidth* <-3 dB, (6) *Return loss bandwidth* <-10 dB, (7) *Matching impedance* 50 ohm.

Konfigurasi filter acuan. Pada penelitian Pozar [10] mengusulkan konfigurasi filter UWB, rancangannya terdiri dari dua komponen utama, *ring resonator* dan struktur kopel paralel saluran ganda. *Ring resonator* digunakan dalam filter ini UWB adalah *dual-mode resonator* (DMR) yang terdiri dari *ring* di bagian tengah dan tiga buah saluran dengan panjang $\lambda_g/4$ kanan dan kiri dari *ring* tersebut [11].

Hasil simulasi dan pengukuran cukup baik, terlihat lebar *passband* dari 4,9 GHz-10,9 GHz, *return loss* 15 dB, *bandwidth* sekitar 5 GHz, *insertion loss* minimal 0,49 dB pada 7.3 GHz, dan lebar *bandstop* atas lebih dari 20 dB redaman sampai dengan 20 GHz.

Rancangan filter ini menggunakan teknik *print-circuit-board* (PCB) dan dipabrikan pada substrat mikrostrip dengan konstanta dielektrik relatif 3,2 dengan ketebalan 0,508 mm dan menggunakan konektor SMA.

Pada filter ini terdapat struktur saluran kopel interdigital dan ditambahkan ditengahnya *multiple-mode resonator* (MMR) yang digunakan untuk merancang filter *bandpass* UWB 3,1-10,6 GHz. Sedangkan untuk mendapatkan *bandstop* antara 5 GHz sampai dengan 6 GHz digunakan empat *step-impedance open stub* yang digabungkan dengan *multimode resonator* (MMR) untuk memperlebar *bandwidth* transmisi dan meningkatkan kinerja di luar *band*. Rancangan filter dibuat dengan substrat RT/Duroid 5880 dengan ketebalan 125 mil dan $\epsilon_r = 2,2$.

Konfigurasi rancangan band pass filter. Bentuk yang diusulkan pada seminar ini seperti terlihat pada Gambar 1. Untuk mendapatkan filter *bandpass* UWB struktur saluran interdigital tetap digunakan akan tetapi peranan *multimode resonator* diganti dengan *ring resonator*. Untuk mendapatkan hasil sesuai dengan rancangan dilakukan simulasi dengan menggunakan perangkat lunak CST *microwave studio* dan beberapa karakteristik

filter seperti S_{11} , S_{21} dan impedansi input telah diperoleh, bentuk rancangan seperti Gambar 1.

Port. Lebar *port* (W) semakin panjang, impedansi saluran akan semakin mengecil, simulasi awal panjangnya 2 mm menghasilkan impedansi saluran 63,36 Ohm, untuk menghasilkan impedansi saluran 50,24 Ohm lebar *port* yang didapat sebesar 2,9 mm, sedangkan panjang tidak berpengaruh secara signifikan.

Finger. Panjang *finger* pada hasil rancangan Ying-Hsu *et al.* [4] adalah 8 mm, pada simulasi yang dilakukan hasilnya didapat panjang yang mendekati spesifikasi yang telah ditentukan adalah 7,5 mm.

Ring. Untuk *ring* ada dua jari-jari yaitu jari-jari dalam disebut *inner* dan jari-jari luar disebut *outer*, pada rancangan Song *et al.* [9] untuk *inner* 0,7 mm dan *outer* 1,8 mm pada simulasi perubahan jari-jari *inner* tidak menunjukkan hasil yang signifikan pada karakteristik filter oleh karena itu perubahan hanya dilakukan pada *outer* saja dari 2,3 mm sampai dengan 2,7 mm.

Loadingstub. *Bandstop* dibentuk dengan penambahan *loadingstub* diujung *finger*, untuk lebar didapatkan sebesar 0,28 mm sedangkan panjangnya 5 mm yang terdiri panjang vertikal 2,78 mm dan panjang horizontal 2,2 mm.

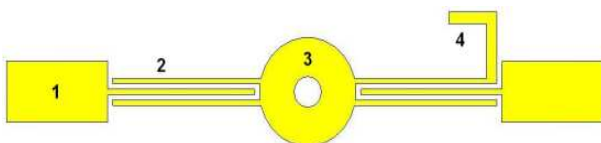
3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan perancangan dan dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak CST *microwave studio* maka didapatkan hasil rancangan dan simulasi filter *ultra wideband bandpass filter* dengan sisipan *filter bandstop* dapat dilihat pada Gambar 1.

Dari hasil optimalisasi didapatkan *scattering response* frekuensi S_{11} dan S_{21} . *Scattering response* frekuensi ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Hasil akhir simulasi. Setelah dilakukan parameter sweep pada masing-masing komponen, selanjutnya dilakukan optimalisasi dari rancangan awal. Didapatkan dimensi terbaik dalam simulasi.

Pada Gambar 2 menunjukkan parameter S_{11} , pada grafik tersebut terlihat frekuensi pada saat *pass band* -10 dB



Gambar1. Layout Hasil Rancangan Filter UWB BPF dengan Sisipan Filter *Bandstop*

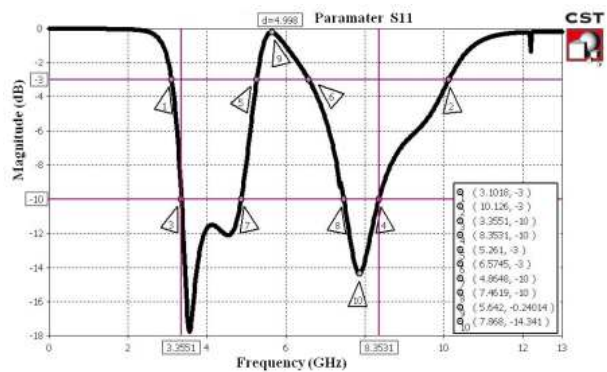
pada frekuensi 3,36–4,86 GHz pada frekuensi rendah sedangkan pada frekuensi 7,46–8,35 GHz sehingga total *pass band* -10 dB adalah 2,39 GHz.

Pada Gambar 3 menunjukkan grafik parameter S_{21} , frekuensi *cutoff* bawah pada -3 dB terletak pada frekuensi 3.12 GHz dan frekuensi *cutoff* atas terletak pada 9,99 GHz, sedangkan untuk *insertion loss* adalah kurang dari -0,4 dB pada frekuensi 8,05 GHz.

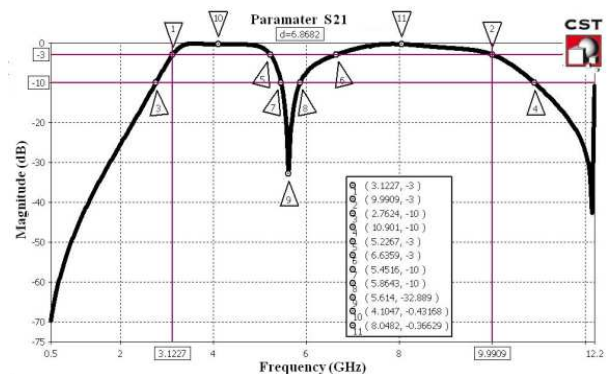
Group delay hasil simulasi terlihat pada Gambar 4, dari hasil yang didapat pada frekuensi 3,53 GHz *delay*-nya paling tinggi yaitu 1,85 ns, frekuensi 5,35 GHz *group delay*-nya 0,59 ns dan frekuensi 9,93 GHz *group delay* pada 0,48 ns sehingga secara keseluruhan dari frekuensi 3,77–10,6 GHz dikatakan *group delay*-nya masih di bawah 0,6 ns.

Tabel 1. Ukuran Masing-masing Komponen

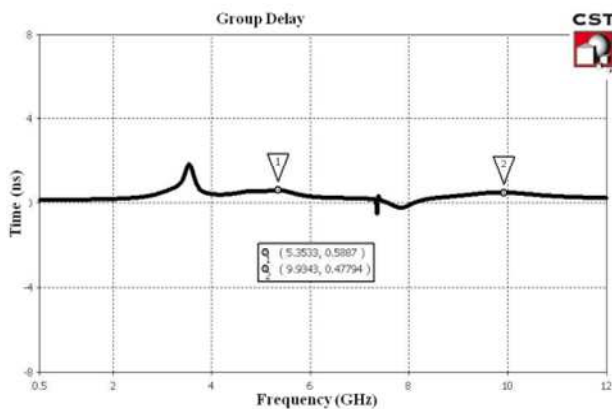
Komponen	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Jumlah
Port	5	2,9	2
Finger	7,5	0,25	6
Ring	2,5	0,7	1
Loading Stub	5	9,28	1



Gambar 2. Hasil Simulasi Parameter S_{11}



Gambar 3. Hasil Simulasi Parameter S_{21}



Gambar 4. Group Delay Hasil Simulasi

4. Simpulan

Dari simulasi yang telah analisis, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut: *Passband* -3 dB frekuensi *cutoff* bawah pada 3.20 GHz dan frekuensi *cutoff* atas pada 8,37 GHz. sedangkan *Bandstop* -10 dB frekuensi *cutoff* bawah pada frekuensi 5,02 GHz dan frekuensi *cutoff* atas 5,51 GHz dengan frekuensi tengahnya pada 5.13 GHz. *Insertion loss* hasil pengukuran kurang dari -1,5 dB, *Group delay* hasil pengukuran menunjukkan kurang dari 0,8 ns.

Daftar Acuan

[1] J.R. Fernandes, D. Wentzloff, Circuits and Systems (ISCAS), Proceedings of 2010 IEEE International Symposium, Paris, 2010, p.3284.

[2] J.M. Wilson, Ultra-Wideband/a Disruptive RF Technology, Intel Research & Development, Version 1.3, Intel Corporation, 2002.

[3] D.A. Cahyasiwi, Thesis, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Indonesia, 2009.

[4] C. Ying-Hsu, L-K. Yeh, C-Y.Chen, H-R. Chuang, Proc. of Asia-Pacific Microwave Conference, Bangkok, 2007, p.1.

[5] M. Mokhtaari, J. Bornemann, S. Amari, Proc. of the 37th European Microwave Conference, Germany, 2007, p.779.

[6] H. Salman, IEEE Microw. Wirel. Compon. Lett. 17/3 (2007) 193.

[7] K. Thirumalaivasan, R. Nakkeeran, S.O. Coumar, Wireless and Optical Communications Networks (WOCN), 2010 Seventh International Conference On, Colombo, 2010, p.1.

[8] F. Wei, L. Xu, X.-W. Shi, B. Liu, Electron. Lett. 46/25 (2010) 2. Doi: 10.1049/el.2010.2963.

[9] K. Song, Y. Fan, IEEE Microw. Wirel. Compon. Lett. 19/1 (2009) 30.

[10] D.M. Pozar, Microwave Engineering, J. Wiley & Sons, New York, 2011, p.720.

[11] A. Khan, Compact Ultra-Wideband Bandpass and Notched Bandpass Filter Using Dual-Line Coupling Structure, Mini Project Report, Bangalore. <http://ece.iisc.ernet.in/~kjinoy/Aman.pdf>, 2011.