

ANALISA RANCANGAN *BAND REJECTION FILTER* UNTUK WIMAX FREKUENSI 3.5 GHz

Linna Oktaviani Sari¹⁾, Ery Safrianti²⁾, Fauzi Hidayat³⁾

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Corresponding authors : linnaoasari@unri.ac.id

Abstract

The development of technology-based 4G Broadband Wireless Access (BWA) is growing rapidly. In the BWA network is required high-speed connection and large capacity to access the internet compared to previous 3.5G technology. One of technology in the 4G BWA grown today is WiMAX IEEE 802.16d standard. WiMAX IEEE 802.16d standard is using the 3.5 GHz frequency. In this frequency, WiMAX have problems to be applied in Indonesia. This is due to the satellite in Indonesia use the same frequency with the WiMAX frequencies. For the implementation in Indonesia, it is necessary to design a band rejection filter to avoid interference between Imax and satellite. This research has been analyzed and designed Band rejection filter using the software Advanced Design System (ADS) 2011.01. The Responses are used in this design is Chebyshev response, because the Chebyshev response can produce a high degree of steepness. The results showed that the design of band rejection filter can refuse satellite frequency at a frequency of 3.5 GHz in the range of 30-50 dB with bandwidth 120 MHz.

Keywords : Wimax, BRF, Chebyshev, satellite.

PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang teknologi di bidang informasi dan telekomunikasi bukan suatu hal yang baru bagi masyarakat. Pada dasarnya masyarakat sangat membutuhkan teknologi informasi dan telekomunikasi untuk menunjang kegiatan apapun. Salah satunya untuk menunjang kegiatan bisnis dimana membutuhkan kecepatan komunikasi. Perlu pemerataan teknologi informasi dan telekomunikasi di setiap daerah untuk menunjang hal tersebut.

Perkembangan telekomunikasi saat ini sangat pesat sekali dimana informasi pada komunikasi kini dan masa mendatang merupakan gabungan informasi berupa *voice*, data dan video atau lebih dikenal multimedia. Bandwith dan kecepatan transmisi yang semakin besar dibutuhkan untuk menunjang itu semua. Dapat dikatakan bahwa komunikasi kini dan masa depan adalah komunikasi broadband. *Broadband wireless* sesuai namanya adalah teknologi yang memberikan *bandwith* yang lebar dan menggabungkan sistem *wireless* yang ada.

Teknologi *broadband* dapat dibedakan atas lima teknologi, yaitu *Digital Subscriber Line* (DSL), Modem Kabel, *Broadband Wireless*

Access (BWA yaitu Wimax dan Wifi), Satelit dan Seluler (Wibisono, 2006). Dari kelima Teknologi tersebut, Teknologi DSL digunakan oleh operator untuk optimasi penggunaan *copper* pada *fixed* telephone dan lebih ekonomis. Namun, Teknologi BWA yang banyak mendapat perhatian baik dari calon operator, vendor dan *user* adalah WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*). WiMAX memiliki banyak keunggulan dibandingkan teknologi WiFi.

WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Acces*) merupakan standar internasional tentang *Broadband Wireless Access* yang mengacu pada pada standar IEEE 802.16 dengan kemampuan untuk menyalurkan data kecepatan tinggi pada jarak yang jauh dan dapat untuk kondisi non LOS (Wibisono, 2006). Standar ini kemudian dikembangkan oleh forum gabungan antar perusahaan-perusahaan *wireless* yang disebut WiMAX forum. WiMAX oleh WiMAX Forum didefinisikan sebagai standar teknologi yang memungkinkan akses *broadband wireless* *last mile* sebagai alternatif *broadband* kabel dan DSL. WiMAX menyediakan *fixed*, *nomadic*, *portabel*, dan *mobile wireless* untuk koneksi *wireless mobile* tanpa harus *line of sight* (LOS) dengan *base station*. Teknologi WiMAX dapat

melakukan komunikasi perangkat diantara beberapa vendor/brand yang berbeda, istilah ini disebut “*open standart*”. Standar WiMAX berawal pada rentang frekuensi 10 sampai 66 GHz. Standar terus mengalami pembaharuan ; Tahun 2004 menjadi 802.16-2004 / 802.16d dengan frekuensi 2 sampai 11 GHz dengan sebutan *Fixed WIMAX* (Borcoci, 2006). Tahun 2005 diperbaharui menjadi 802.16e dengan sebutan *mobile WiMAX* dan menggunakan *Orthogonal Frequency-Division Multiplexing* (OFDM) untuk keperluan mobilitas pada sistem selular (Borcoci. 2006). Dengan kecepatan data yang besar (sampai 70 MBps), WiMAX layak diaplikasikan untuk “*last mile*” *broadband connections, backhaul, dan high speed enterprise* (Helfin, 2007). Solusi WiMAX sangat tepat untuk diimplementasikan di Indonesia untuk mengatasi “*divide-gap*” dan mempercepat penetrasi internet.

Pita frekuensi WiMAX 3.5 GHz memiliki *range* frekuensi 3400 – 3600 MHz. Di Indonesia, pita ini digunakan terutama untuk dinas tetap satelit (*FixedSatellite Services/FSS*). Pita ini diidentifikasi oleh ITU sebagai salah satu kandidat pita IMT2000 *advanced* yang masih dalam tahap pembahasan dalam sidang-sidang *Study Group ITU* maupun sidang Regional negara-negara Asia Pasifik, Amerika dan Eropa. Selain itu, pita 3.5 GHz juga merupakan pita pilihan industri yang mengembangkan teknologi WiMAX (*Worldwide Interoperability forMicrowave Access*). Pita frekuensi 3.5 GHz sebelumnya telah dialokasikan untuk layanan BWA yaitu pada *range* frekuensi 3400 – 3600 MHz.

Sesuai Kepdirjen No. 119/DIRJEN/2000 pita frekuensi 3.5 GHz digunakan bersama (*sharing*) antara layanan BWA dan dinas tetap satelit (FSS). Layanan yang diberikan oleh penyelenggara satelit *existing* adalah layanan VSAT dan satelit siaran berbayar teknologi DTH (*Direct ToHome*). PT. Telkom memanfaatkan 3 (tiga) transponder dari total 12 transponder untuk memberikan layanan DTH, sedangkan PT. PSN memanfaatkan seluruh transpondernya untuk layanan VSAT. Perencanaan kanal BWA semula disediakan 25 kanal, namun dalam operasionalnya ditemukan banyak keluhan gangguan interferensi yang diterima oleh *receiver* stasiun bumi dinas satelit. Maka melalui forum antara penyelenggara BWA 3.5 dan penyelenggara satelit sepakat bahwa untuk dinas BWA tetap berstatus sekunder dan hanya dapat menggunakan 5 kanal untuk menghindari gangguan terhadap dinas satelit.

Pembagian kanal tersebut ternyata belum dapat mengatasi gangguan atau *interferensi* yang dialami oleh dinas satelit.

Pada saat ini Indonesia telah memiliki beberapa satelit diantaranya seperti TELKOM-2, PALAPA-C2, GARUDA-1 dan lain sebagainya. Satelit tersebut memiliki daya pancar 30 – 41 dB (Nugroho, 2009) dan Satelit tersebut ada yang berada pada *extended-CBand* yang rentang frekuensinya antara 3400 MHz – 3600 MHz (Prihanto, 2010). Komunikasi satelit dapat mengganggu sinyal yang diterima *remote station* WiMAX.

Band stop filter (BSF), *band elimination filter*, *band reject filter* (BRF) dan sering juga disebut dengan *notch filter* atau *filter* tolak jalur memiliki pengertian yang sama sebagai *filter* yang memiliki karakteristik akan menahan sinyal dengan frekuensi sesuai frekuensi *cutoff* rangkaian dan akan melewatkan sinyal dengan frekuensi di luar frekuensi *cutoff* rangkaian *filter* tersebut baik dibawah atau diatas frekuensi *cutoff* rangkaian *filter*.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang band stop filter menggunakan komponen dasar untuk *unipolar microwave* berfrekuensi tinggi 6.6 GHz (Kim, 2012), 1.8 GHz (Kenneth, 2013), 2.8 GHz (Abu Safia, 2011) dan 2.5 GHz (Ning, 2012) untuk berbagai macam aplikasi . Dari beberapa penelitian diatas dapat dilakukan modifikasi pada rangkaian yang telah digunakan untuk mendapatkan frekuensi 3.5 GHz.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka pada penelitian ini akan dirancang *band rejection filter* menggunakan komponen dasar yang berfungsi menolak frekuensi 3,5 GHz pada level daya pancar mendekati daya pancar satelit tersebut sehingga dapat meredam interferensi antara komunikasi WiMAX dan komunikasi satelit.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini perancangan *Band rejection filter* menggunakan perangkat lunak (software). Perangkat lunak yang digunakan untuk desain dan simulasi *BRF* adalah *Advanced Digital System* (ADS) 2011. Dalam penelitian ini akan didesain sebuah *BRF* menggunakan komponen *lumped* yang dapat digunakan pada aplikasi (*Customer Premise Equipment*) CPE dalam sistem WiMAX.

Perancangan *BRF* akan dilakukan dalam beberapa tahap, yakni menentukan parameter, perhitungan nilai komponen secara manual dan kemudian hasil dari perhitungan tersebut disimulasikan dengan simulator *Advanced Digital System* (ADS) 2011.

Pemilihan perangkat lunak (*software*) diperlukan untuk menggambarkan hasil rancangan dan mesimulasi dengan yang sebenarnya. *Advanced design system* (ADS) adalah perangkat lunak (*software*) mendesain elektronik secara otomatis untuk perangkat RF dan *microwave*. ADS dapat digunakan untuk simulasi *filter* karena bisa menggambarkan rangkaian dan nilai – nilai komponen pada rangkaian tersebut.

Pada penelitian ini digunakan *Advanced Digital System* (ADS) 2011 untuk melakukan perancangan simulasi *BRF* dan menganalisa hasil rancangan *BRF*. ADS digunakan untuk menampilkan hasil *S-Parameter* $S(1,1)$, $S(2,1)$, *Smith Chart* dan VSWR serta respon frekuensi yang dihasilkan dari rancangan rangkaian.

Dalam merancang *BRF* pada frekuensi 3.5 GHz perlu diperhatikan hal – hal sebagai berikut :

1. Menentukan Spesifikasi Filter

Tahapan desain *filter* pertama kali adalah menentukan spesifikasi *filter* yang diinginkan, spesifikasi *filter* yang dimaksud yaitu frekuensi *center*, *Bandwidth*, impedansi input dan output, *return loss* / VSWR, dan *insertion loss*. Berdasarkan keputusan Dirjen postel tentang spesifikasi minimum Persyaratan Teknis Alat dan Perangkat Telekomunikasi bahwa frekuensi WiMAX di Indonesia untuk fixed WiMAX adalah 3.5 GHz, maka di perlukan rangkaian *band stop filter* yang bekerja pada frekuensi 3.5 GHz. Impedansi *ouput* bernilai 50 ohm sesuai dengan impedansi perangkat WiMAX.

Tabel 1. Parameter *BRF*

Parameter	Nilai
Frekuensi Kerja	3.5 GHz (3.4 – 3.6 GHz)
Impedansi <i>input</i> dan <i>output</i>	50 ohm

Untuk pemilihan *ripple* digunakan *ripple* yang terkecil mengingat bahwa semakin kecil *ripple* maka respon frekuensi yang dihasilkan semakin bagus karena *ripple* merupakan riak yang harus dihindari. Rangkaian *band stop filter* yang

dirancang ini menggunakan respon *Chebyshev* karena berdasarkan teori bahwa *filter chebyshev* biasanya digunakan ketika *filter* yang akan dirancang membutuhkan tingkat kecuraman yang tinggi dari *pass band* ke *stop band*nya. Pada daerah *pass band*, *filter chebyshev* tidak sedatar *butterworth*. Masih dizinkan untuk adanya *ripple* pada *filter chebyshev*. Semakin banyak *ripple* yang muncul, kemiringan awal pada *stop band* akan meningkat dan menghasilkan lebih banyak kurva *attenuasirectangular* ketika dibandingkan dengan *filter butterworth* (YYepG, 2004).

2. Penentuan Nilai Komponen Lumped

BRF yang akan dirancang ini adalah *filter* pasif yang komponennya terdiri dari *lumped element* (induktor, kapasitor, resistor). Perancangan *band stop filter* ini menggunakan *software*, *Advanced Design System* (ADS) 2011 untuk merangkai rangkaiannya.

Rangkaian *BRF* yang dirancang ini menggunakan respon *chebyshev* karena berdasarkan teori yang telah di jelaskan sebelumnya bahwa tingkat kecuraman dari respon *chebyshev* ini lebih tajam dari respon yang lainnya (YYepG, 2004). Untuk menghitung besarnya nilai L dan C yang akan digunakan digunakanlah persamaan 1 dan 2 sebagai berikut (Winder, 2012) :

$$C_{\text{Paralel}} = \frac{1}{2\pi[F_u - F_l]RG} \dots\dots\dots(1)$$

$$L_{\text{Paralel}} = \frac{[F_u - F_l]RG}{2\pi F_u F_l} \dots\dots\dots(2)$$

Persamaan 1 dn 2 tersebut digunakan jika induktor dan kapasitor dirangkai seri. Sedangkan persamaan yang digunakan jika induktor dan kapasitor dirangkai secara paralel adalah seperti persamaan 3 dan 4 berikut (Winder, 2012) :

$$C_{\text{Seri}} = \frac{[F_u - F_l]G}{2\pi F_u F_l R} \dots\dots\dots(3)$$

$$L_{\text{Seri}} = \frac{R}{2\pi[F_u - F_l]G} \dots\dots\dots(4)$$

Persamaan 3 dan 4 tersebut digunakan untuk menghitung nilai induktor dan kapasitor jika dirangkai secara paralel.

Dimana, F_u = frekuensi tengah (*center*)
 F_l = Frekuensi Low (rendah)

R = impedansi beban, yaitu sebesar 50 ohm

Nilai dari g ditentukan dari table nilai elemen untuk *chebyshev* filter yang terdapat pada lampiran. Dengan melihat nilai g yang tertera pada tabel tersebut pada *ripple* 0,01 dB dan orde 3, didapatkan nilai – nilai g masing – masing sebagai berikut :

$$g_1 = 0.6291$$

$$g_2 = 0.9702$$

$$g_3 = 0.6291$$

Nilai dari induktor dan kapasitor yang didapatkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 1 – 4 di atas. Untuk menghitung nilai konduktor paralel digunakan persamaan 1, dapat dilihat sebagai berikut :

$$C_{\text{Paralel}} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times (3,5 - 3,4) \times 50 \times 0,6291}$$

$$C_{\text{Paralel}} = 50,59 \text{ pF}$$

Untuk menghitung nilai Induktor paralel digunakan persamaan 2 dapat dilihat sebagai berikut :

$$L_{\text{Paralel}} = \frac{[3,5 - 3,4] \times 50 \times 0,6291}{2 \times 3,14 \times 3,4 \times 3,5}$$

$$L_{\text{Paralel}} = 0,041 \text{ nH}$$

Untuk menghitung nilai Kapasitor Seri digunakan persamaan 3 dapat dilihat sebagai berikut :

$$C_{\text{Seri}} = \frac{[3,4 - 3,5] \times 0,9702}{2 \times 3,14 \times 3,5 \times 3,4 \times 50}$$

$$C_{\text{Seri}} = 0,025 \text{ pF}$$

Untuk menghitung nilai Induktor Seri digunakan persamaan 4 dapat dilihat sebagai berikut :

$$L_{\text{Seri}} = \frac{50}{2 \times 3,14 \times [3,5 - 3,4] \times 0,9702}$$

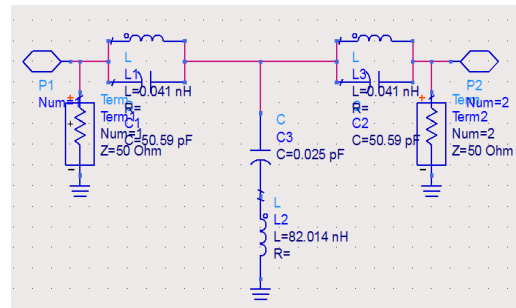
$$L_{\text{Seri}} = 82,014 \text{ nH}$$

Tabel 2. Komponen *BRF* untuk Frekuensi 3,5 GHz

Komponen	Nilai
C1	50,59 pF
C2	0,025 pF
C3	50,59 pF
L1	0,041 nH
L2	82,014 nH
L3	0,041 nH

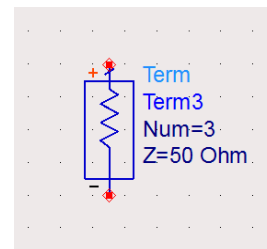
3. Perancangan Rangkaian *BRF* dengan ADS

Dari nilai – nilai di atas tersebut didapatkan rangkaian *BRF* orde 3 yang akan dibuat yaitu sebagai berikut :



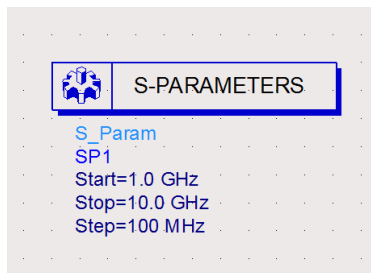
Gambar 1 Rangkaian *Chebyshev BRF*

Gambar 1 merupakan rangkaian dari *chebyshev BRF* dengan orde 3. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa rangkaian *filter* yang dirancang ini adalah *filter* pasif. Bisa dilihat pada gambar 2 di atas bahwa rangkaian ini menggunakan induktor dan kapasitor sebagai komponen utamanya dengan nilai induktor dan kapasitor sesuai yang telah didapatkan melalui perhitungan di atas. Pada gambar 3 tertulis bahwa nilai Z adalah 50 ohm yang artinya bahwa impedansi bernilai 50 ohm.



Gambar 2 Lambang Impedansi pada ADS

S-Parameters pada *Advanced Design System* (ADS) 2011 berfungsi untuk menampilkan hasil simulasi dari rangkaian yang telah dibuat. Pada gambar 4 tertulis start bernilai 1.0 GHz dan stop bernilai 10 GHz, yang artinya menunjukkan bahwa hasil simulasi dimulai dari frekuensi 1 GHz sampai 10 GHz.

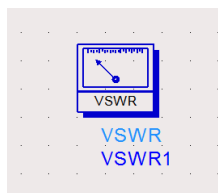


Gambar 3. Lambang *S-parameter* pada software *Advanced Design System (ADS)*

Pada gambar 3 juga tertulis bahwa *step* bernilai 100 MHz, yang artinya menunjukkan bahwa rentang frekuensi dari 1 GHz sampai 10 GHz dipisahkan oleh 100 MHz. Gambar 4 menunjukkan hasil dari *S-Parameters* yang nilainya tertera pada gambar 3



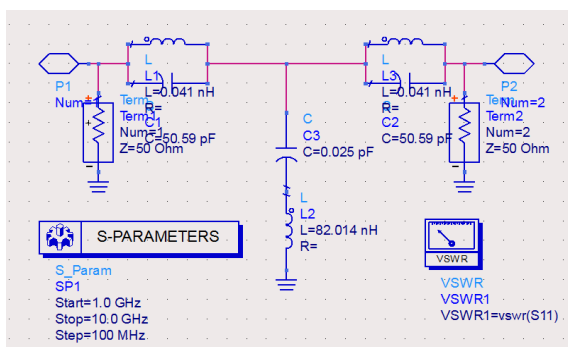
Gambar 4 Contoh hasil dari *range* frekuensi



Gambar 5 Lambang dari VSWR pada *Software ADS* 2011

Gambar 5 pada *Advanced Digital System* berfungsi untuk menampilkan hasil dari VSWR dari hasil rangkaian.

Berikut Rangkaian lengkap dari *BRF* yang sudah dilengkapi dengan VSWR dan *S-Parameter*.



Gambar 6 Rangkaian *BRF* yang sudah dilengkapi VSWR dan *S-parameter* pada ADS

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Analisa berdasarkan *S-Parameter*

Berdasarkan Gambar 6 yang merupakan rangkaian lengkap *BRF* yang dirancang pada software ADS dengan respon *Chebyshev* orde 3 dan menggunakan *ripple* 0.01 dB. Parameter – parameter yang digunakan untuk merancang rangkaian seperti yang terlihat pada gambar 8.

Dari rangkaian tersebut didapatkan hasil dengan simulasi *S-Parameter* seperti terlihat pada gambar 9. Dengan menggabungkan kurva *S(1,1)* dan *S(2,1)*, maka akan didapatkan berapa besar *bandwidth* yang di dapatkan dan besar dB yang diinginkan untuk menolak frekuensi satelit.

Hasil simulasi *S-parameter* pada gambar 9 ini menggunakan *ripple* 0.01 dB, pemilihan *ripple* 0.01 dB berdasarkan pada hasil uji coba pada semua *ripple* mulai dari *ripple* 0.1 dB, 0.5 dB, 0.2 dB hingga 1 dB yang paling mendekati dengan daya pancar satelit adalah *ripple* 0.01 dB pada orde 3. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat perbandingan 3 orde pada tabel 3.

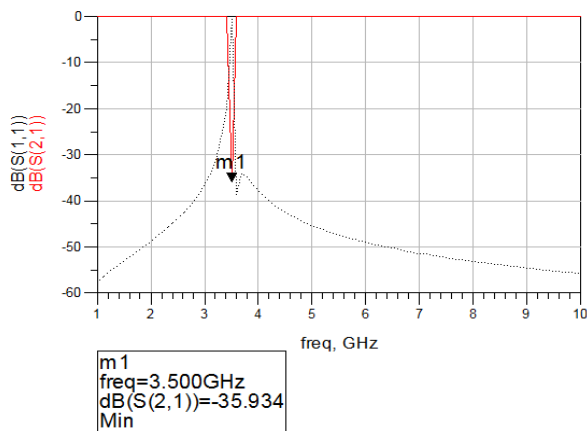
Tabel 3. Perbandingan Orde *Filter*

Orde 2		Orde 3		Orde 4	
Rippl e	dB	Rippl e	dB	Rippl e	dB
0.01	4.577	0.01	35.934	0.01	50.509
0.1	15.962	0.1	94.654	0.1	127.081
0.2	10.600	0.2	61.229	0.2	91.905
0.5	25.314	0.5	47.516	0.5	96.878

Pada tabel 3. dapat di lihat perbandingan beberapa orde. Pada orde 2 tidak ada dB yang mendekati daya dari satelit yaitu 30 – 41 dB. Begitupun pada orde 4 tidak ada yang mendekati daya dari satelit. Pada orde 3 terdapat dB yang masuk dalam rentang frekuensi yang diinginkan yaitu *ripple* 0.01 dengan dB sebesar 35.934. Berdasarkan dari tabel tersebut bahwa orde terbaik yang dapat digunakan untuk rangkaian *BRF* adalah orde 3 pada *ripple* 0.01.

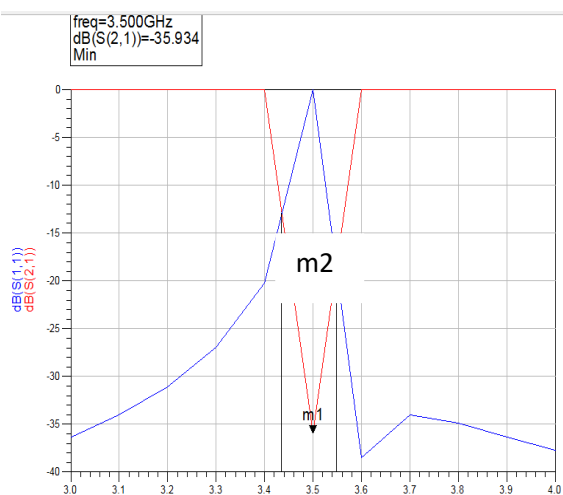
Pada gambar 7. merupakan hasil dari simulasi berdasarkan *S-Parameter* *S(1,1)* dan *S(2,1)*. Dari gambar 8 dapat diketahui bahwa nilai dB yang dihasilkan dari rangkaian *BRF chebyshev* orde yaitu dB *S(2,1)* = -35.934 dB, ini

menunjukkan bahwa dB tersebut dapat menolak frekuensi satelit pada frekuensi 3.5 GHz pada rentang 30 - 41 dB



Gambar 7. Hasil *S-Parameter* S(1,1) dan S(1,2)

Dengan memperkecil range frekuensi pada hasil simulasi untuk dapat dilihat perpotongan antara S(1,1) dan S(2,1). Pada gambar 8 terlihat bahwa titik potong pertama, yaitu m2 berada pada frekuensi 3.430 GHz. Sedangkan titik potong kedua, yaitu m3 berada pada frekuensi 3.550 GHz. Dari kedua titik potong tersebut, dapat diketahui nilai *bandwidth* dari rangkaian *band stop filter* ini yaitu sebesar 120 MHz. *Bandwidth* ini didapatkan dari perpotongan antara kedua titik atau selisih dari kedua titik potong tersebut.



Gambar 8. Hasil *S Parameter* yang menunjukkan *Bandwidth*

Dari hasil *bandwidth* yang di dapatkan dan nilai frekuensi tengah yang di ketahui maka dapat di hitung besar nilai *Quality factor*. *Quality factor* dapat dihitung dengan cara nilai frekuensi tengah dibagi dengan *Bandwidth* atau secara

rumus dapat dinyatakan dengan persamaan 5 berikut :

$$Q = \frac{F_c}{BW} \quad (5)$$

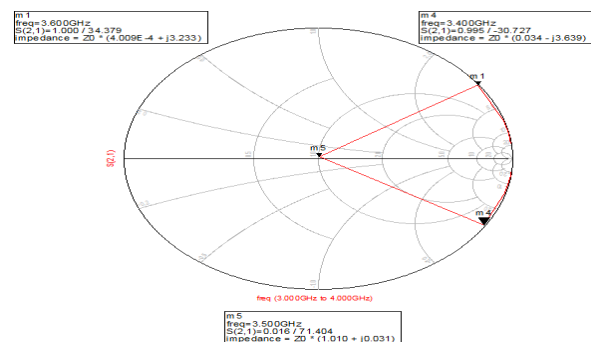
$$Q = \frac{3500}{120}$$

$$Q = 29.166667$$

Dari perhitungan diatas tersebut di dapat nilai *Quality factor* sebesar 29.166667.

4.2 Hasil dan Analisa Rangkaian BRF dengan Smith Chart

Pada gambar 10 ditunjukkan hasil *Smith Chart* dari rangkaian BRF 3.5 GHz yang telah dirancang sesuai gambar 7.



Gambar 9. Hasil *smith chart* dari Rangkaian BRF

Pada gambar 9 terlihat bahwa impedansi keluaran (*Zout*) pada frekuensi *band stop* yang diinginkan 3.5 GHz mempunyai nilai sekitar 50 ohm hampir sama dengan impedansi masukan (*Zin*) dan sesuai dengan nilai impedansi karakteristik yang digunakan dalam perancangan ini. Titik m5 menunjukkan dimana letak frekuensi bekerja m3 menolak frekuensi dari satelit dengan isi *output* bernilai 50 ohm. Pada gambar 10 nilai impedance bergerak dari titik m4 kemudian ke titik m5 dan terakhir ke titik m6. Pada gambar 9 terlihat bahwa impedansi keluaran (*Zout*) pada frekuensi *band stop filter* yang diinginkan 3.5 GHz mempunyai nilai $Z_0(1.010 + j0.031)$ Ohm.

Maka impedansi dari hasil *smith chart* pada gambar 9 sebagai berikut :

$$\text{Impedansi} = Z_0(1.010 + j0.031)$$

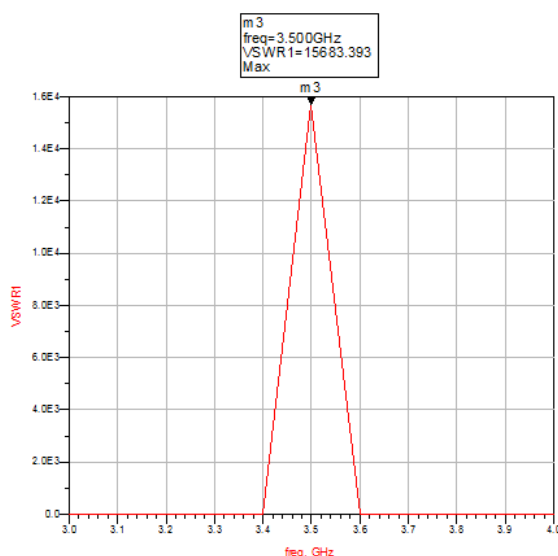
$$= 50 \cdot (1.010) \text{ Ohm}$$

$$= 50.5 \text{ Ohm}$$

Nilai Impedansi tersebut mendekati nilai 50 Ohm, yaitu nilai dari impedansi masukan (Z_{in}).

4.3 Hasil dan Analisa berdasarkan Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

Berikut gambar 11 hasil simulasi berdasarkan Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) dari rangkaian BRF 3.5 GHz yang telah dirancang sesuai gambar 7.



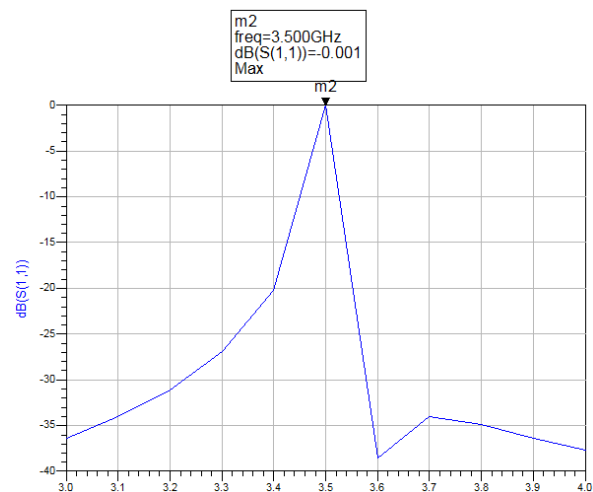
Gambar 10. Hasil Simulasi VSWR

Dalam teori idealnya VSWR pada frekuensi yang dilewatkan bernilai 1-2 tetapi dalam kenyataannya pada hasil simulasi didapatkan nilai VSWR adalah 15683.393 pada frekuensi 3.5 GHz. Tetapi diluar frekuensi yang direject nilai VSWR yang dihasilkan berkisar antara 1-2. Hal ini menunjukkan dari karakteristik BRF yang berfungsi untuk menolak frekuensi yang diinginkan. Berbeda dengan band pass filter yang memiliki fungsi keterbalikan dari band stop filter sehingga harus didapatkan VSWR 1-2.

4.4 Return Loss dan Insertion Loss

Seperti yang telah diketahui sebelumnya pada teori, bahwa nilai return loss tergantung pada nilai VSWR. Dari hasil VSWR yang didapatkan yaitu 15683.393 maka nilai return loss yang dihasilkan akan semakin kecil pada band stop filter. Pada gambar 8 di atas selain menunjukkan besarnya bandwidth yang

didapatkan tetapi juga pada gambar 10 tersebut dapat menunjukkan nilai insertion loss.



Gambar 11 Hasil Simulasi Return Loss

Pada rangkaian BRF nilai return loss yang di dapatkan sangat kecil mendekati 0, sedangkan nilai insertion loss nya menjauhi nilai 0. Ini berkebalikan dari rangkaian band pass filter. Hal ini sesuai dengan yang terlihat pada gambar 9 dan 11 di atas. Nilai return loss dapat dilihat pada kurva S(1,1), sedangkan nilai dari insertion loss dapat dilihat pada kurva S(2,1) pada gambar 9. Pada frekuensi 3.5 GHz, nilai return loss adalah -0.001 dB. Sedangkan nilai insertion loss adalah -35.934 dB. Perhitungan 1 untuk return loss menggunakan persamaan 6 adalah sebagai berikut :

$$RL = 10 \log \left(\frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \right)^2 \quad (6)$$

$$RL = 10 \log \left(\frac{15683.393 - 1}{15683.393 + 1} \right)^2$$

$$RL = -0.001 \text{ dB.}$$

KESIMPULAN

1. BRF yang di rancang ini mampu bekerja menolak frekuensi pada frekuensi 3.5 GHz pada 35.934 dB dengan lebar bandwidth 120 MHz, dimana frekuensi tersebut digunakan untuk fixed WiMAX .
2. Ripple yang digunakan adalah 0.01 dB pada daya pancar sebesar 35.934 dB
3. Impedansi Z_{in} sama dengan Impedansi Z_{out} yaitu sebesar 50 ohm.

4. *Band Stop Filter* ini memiliki nilai *return loss* S_{11} -0.001 dB, *insertion loss* S_{21} -35.934 dB, dan VSWR 15683.393 hal ini menunjukkan karakteristik dari *BRF*

DAFTAR ACUAN

- Borcoci, E. 2008. WiMAX Technologies. University POLITEHNICA Bucharest. Romania
- Bowick, C. 2006. RF Circuit Design. Nomnes.
- Helfin. 2007. Mengenal lebih jauh tentang WiMAX. Jakarta
- Jindal. G dan Grover, V. 2013. Voice and Video Over the WiMAX. *International Journal For Computer Application and Research (IJCAR)*, 1, 18-25.
- Khomsati, K. 2009 Perancangan *Band Pass Filter* Untuk *Mobile WiMAX* Pada Frekuensi 2.3 GHz. Jakarta
- Kim. Y. J, Choi. H dan Jung. C. 2012. Broad Band-Stop Filter Using Frequency Selective Surfaces In Uniplanar Microwave Transmission Line. *Journal Progress In Electromagnetics Research (JPIER)*, 31, 45 – 53.
- Ning. H, Wang. J, Xiong. Q dan Mao. L. 2011. Design Of Planar Dual and Triple Narrow-Band Bandstop Filters With Independently Controlled Stopbands And Improved Spuri-Ous Response. *Journal Progress In Electromagnetics Research (JPIER)*, 131, 259 – 274.
- Nuaymi, L. 2007. *WiMAX Technology for Broadband Wireless Access*.
- Nugroho, A. 1999. www.elektroindonesia.com. Di akses pada tanggal 20 Juli 2014
- Prihanto, GI. 2010. Kajian Pemanfaatan Satelit Dalam Mendukung Penerapan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Untuk TELE-EDUCATION. Jakarta
- Pareek, D. 2006. The Business of WiMAX. John Wiley & Son
- Safia. A. H. O, Omar. A. A, Scardelleti. C.M. 2011. Design Of Dual-Band Bandstop Coplanar Waveguide Filter Using Uniplanar Series-Connected Resonator. *Journal Progress In Electromagnetics Research (JPIER)*, 27, 93 – 99.
- Sayre. CW. 2008. Complete Wireless Design. New York
- Setiawan, D. 2007. Perencanaan Dan Kebijakan Spektrum Frekuensi Radio Indonesia. Jakarta
- Simanjuntak, D. 2012. Perancangan Concurrent Quadband Bandpass Filter dengan menggunakan komponen lumped pada frekuensi 950 MHz, 1.85 GHz, 2.35 GHz, dan 2.65 GHz. Jakarta
- Team YYePG. 2004. Practical Analog and Digital Filter Design. Artech house.inc
- White Paper. 2006. Peluang Usaha di Bidang Penyelenggaraan Telekomunikasi. Ditjen Postel, Direktorat Telekomunikasi. Desember
- White Paper. 2006. Penataan Spektrum Frekuensi Radio Layanan Akses Pita Lebar Berbasis Nirkabel (*Broadband Wireless Access/ BWA*)”, Ditjen Postel, Depkominfo Jakarta, Nopember
- Wibisono, G. 2005. Dilema Alokasi Frekuensi BWA berbasis Wimax Indonesia. Jakarta
- Wibisono, G. 2006. WiMAX Teknologi Broadband Wireless Access (BWA) Kini dan Masa Depan Informatika. Jakarta
- Winder, S. 2002. Analog and Digital Filter Design. United States of Amerika
- Yeo. K dan Vijaykumar. P. 2013. Quasi-Elliptic Microstrip Bandstop Filter Using Tap Coupled Open-Loop Resonators. *Journal Progress In Electromagnetics Research (JPIER)*, 35, 1 – 1