

# Rancang Bangun Attenuator 105 MHz-990 MHz

Agus Mulya Permana<sup>1\*</sup>, PriyoWibowo<sup>2</sup>, Dwi Mandaris<sup>2</sup>  
Gunarwan Prayitno<sup>1</sup>, Kun Fayakun<sup>1</sup>, R. Harry Harjadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Telekomunikasi dan Instrumen  
Program Studi Teknik Elektro,

Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta

Jalan Limau II, Kebayoran Baru, Jakarta 12130. Indonesia.

Email: hramza@yahoo.com. Telp: +62-21-7256659., Fax: +62-21-7

<sup>2</sup>Laboratorium Electromagnetic Compatibility (EMC)

Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian - LIPI.

410 Building, Jalan Raya Puspiptek Serpong, Tangerang 15314

Banten, INDONESIA.

Telp: +62-21-7560562 ext. 3063, Fax: +62-21-7560227

\*Email of corresponding author: casablanca\_permana@yahoo.com

## Abstrak

*Penggunaan Band Stop Filter pada Attenuator banyak digunakan karena rentang frekuensi attenuasi yang besar, serta perhitungan komponen yang tidak rumit. Penggunaan dioda pada rangkaian digunakan sebagai pemotong level tegangan pada sisi rangkaian paralel dan penahan arus DC pada sisi rangkaian serial. Model tipe  $\pi$  digunakan dengan cara pemberian arus pada baterai agar dapat memberikan level attenuasi yang besar. Rangkaian didalam attenuator ini menggunakan komponen pasif dimana komponen yang digunakan adalah sebuah dioda sebagai penyearah, kapasitor, resistor dan induktansi dan lain-lain. Metode pembuatan alat ini dengan cara merancang sebuah rangkaian yang telah ditentukan nilai komponennya. Di dalam pengujian alat ini digunakan sebuah spectrum analyzer atau function generator untuk melihat frekuensi gelombang radio yang sudah diredam.*

**Kata kunci:** attenuator, band stop filter, rangkaian tipe  $\pi$

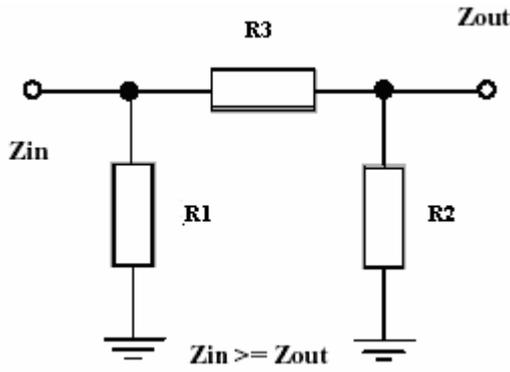
## 1 PENDAHULUAN

Salah satu pemecahan yang dipandang tepat untuk mengembangkan dan mengatasi gangguan pada tingginya amplitudo gelombang radio maka dibutuhkan suatu alat yang dinamakan Attenuator, karena didalam rangkaian attenuator ada yang dinamakan sebuah filter yaitu berfungsi untuk meloloskan atau meredam sinyal pada suatu batas frekuensi tertentu.

Rangkaian attenuator ini beroperasi pada frekuensi 105 MHz sampai dengan 990 MHz. Suatu keuntungan dari alat ini dirancang dengan sederhana dengan menggunakan komponen elektronik yang mudah didapat tetapi dapat bekerja secara maksimal.

## 2 ATTENUATOR TIPE $\pi$

Attenuator tipe  $\pi$  merupakan rangkaian pasif yang di bentuk dari performa  $\pi$  yang menggunakan komponen pasif seperti inductor, resistor dan kapasitor. Di dalam attenuator ini terbagi dalam dua jenis tipe yaitu simetris dan asimetris. Attenuator  $\pi$  simetris mempunyai nilai yang sama antara sisi kanan dan sisi kiri pada rangkaian, sedangkan attenuator  $\pi$  asimetris sebaliknya dari attenuator  $\pi$  simetris. Attenuator tipe  $\pi$  simetris terlihat pada gambar 1 dibawah ini,



Gambar 1 Attenuator tipe  $\pi$  simetris

Pada gambar rangkaian 1 di atas adalah attenuator tipe  $\pi$  simetris yang terdapat 3 komponen kapasitor, dengan nilai R1 dan R2 yang bernilai sama. Attenuator tipe  $\pi$  simetris ini, impedansi input lebih besar dari pada impedansi output karena rangkaian ini merupakan rangkaian pasif. Dari gambar 2. dapat dinyatakan persamaan masing-masing komponen yaitu,

$$R3 = \frac{1}{2} \left[ 10^{\frac{L}{10}} - 1 \right] \sqrt{\frac{Zin \cdot Zout}{10^{\frac{L}{10}}}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

Kemudian,

$$R2 = \frac{1}{\frac{10^{\frac{L}{10}} + 1}{Zout \left( 10^{\frac{L}{10}} - 1 \right)} - \frac{1}{R3}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

dan,

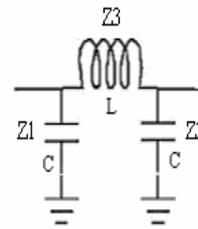
$$R1 = \frac{1}{\frac{10^{\frac{L}{10}} + 1}{Zin \left( 10^{\frac{L}{10}} - 1 \right)} - \frac{1}{R3}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana,

- Zin : Impedansi Input (Ohm)
- Zout : Impedansi Output (Ohm)
- L : Redaman/attenuasi (dB)

### Rangkaian low pas filter tipe $\pi$ -LC

Rangkaian low pass filter tipe  $\pi$  menggunakan LC yang mempunyai nilai simetris antara Z1 dan Z2, seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.8 Rangkaian Low Pass filter tipe  $\pi$  LC

Pada gambar 2.8 diatas adalah jenis rangkaian low pass filter tipe  $\pi$  yang terdiri dari komponen inductor yang dilambangkan L dengan kapasitor dilambangkan C. Dalam hal ini komponen C dirubah menjadi tahanan yaitu XC dan komponen L yang dirubah menjadi tahanan yaitu XL seperti persamaan dibawah ini,

$$XC = \frac{1}{2\pi FC} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$XL = 2\pi FL \quad \dots\dots\dots(5)$$

Dari gambar 2.8 diatas, rangkaian low pass filter tipe  $\pi$  LC masing-masing komponen mempunyai persamaan yaitu,

$$Z3 = \frac{1}{2} \left[ 10^{\frac{L}{10}} - 1 \right] \sqrt{\frac{Zin \cdot Zout}{10^{\frac{L}{10}}}} \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$Z2 = \frac{1}{\frac{10^{\frac{L}{10}} + 1}{Zout \left( 10^{\frac{L}{10}} - 1 \right)} - \frac{1}{Z3}} \quad \dots\dots\dots(7)$$

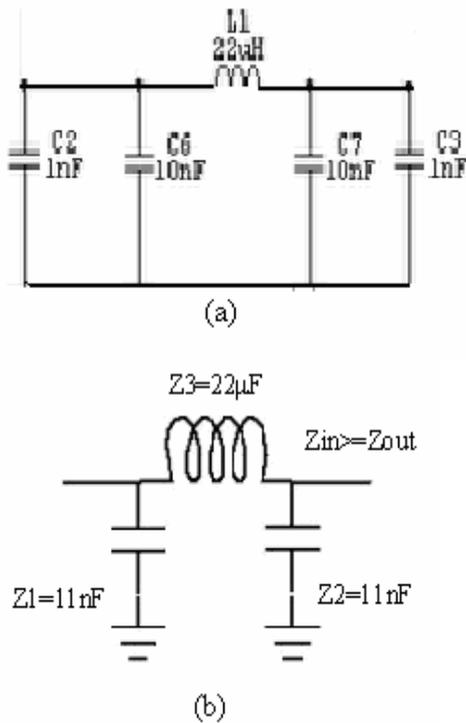
$$Z1 = \frac{1}{\frac{10^{\frac{L}{10}} + 1}{Zin \left( 10^{\frac{L}{10}} - 1 \right)} - \frac{1}{Z3}} \quad \dots\dots\dots(8)$$

Dari persamaan (2.10,2.11,2.12) di atas, maka frekuensi cut off dapat ditentukan melalui persamaan yaitu,

$$F_c = \frac{1}{\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots (9)$$

**Rangkaian low pass Filter tipe  $\pi$  -LC**

Didalam rangkaian attenuator 105 MHz sampai dengan 990 MHz terdapat sebuah filter yang digunakan untuk meloloskan atau meredam sinyal pada suatu batas frekuensi tertentu, adapun jenis filternya yaitu low pass filter seperti terlihat pada gambar 3 dibawah ini



**Gambar 3** Rangkaian low pass filter

Pada gambar 3 (a) diatas merupakan rangkaian filter lolos bawah yang terdiri dari 1 buah komponen inductor dan 4 buah kapasitor yang dihubungkan paralel. Dan pada gambar 3 (b) rangkaian low pass filter dengan kapasitor yang telah dipararelkan, Kemudian dari gambar rangkaian 3 diatas, dapat dihitung impedansi setiap sisi kiri, sisi kanan dan tengah dengan menggunakan persamaan (2. 10), (2. 11) dan (2. 12). Persamaan tersebut dihitung dengan menggunakan asumsi bahwa kondisi rangkaian adalah simetris, dimana  $Z_{in}=Z_{out}$ .

Spesifikasi yang diberikan adalah ,

1. Loss : 30 dB
2. Impedansi Input : 50  $\Omega$
3. Impedansi Output : 50  $\Omega$
4. Frekuensi :0.270 MHz-5.715 MHz

Asumsi komponen kapasitor lengan kiri dan kanan dipararelkan menjadi,

$$X_{ctotal} = C1+C2 = 11 \text{ nf}$$

$$X_{ctotal} = C3+C4 = 11 \text{ nf}$$

Dimana,

$$Z3=XL$$

$$Z3 = \frac{1}{2} \left[ 10^{\frac{L}{10}} - 1 \right] \sqrt{\frac{Z_{in} \cdot Z_{out}}{10^{\frac{L}{10}}}}$$

$$Z3 = \frac{1}{2} \left[ 10^{\frac{30}{10}} - 1 \right] \sqrt{\frac{50 \cdot 50}{10^{\frac{30}{10}}}}$$

$$Z3 = \frac{1}{2} \left[ 10^3 - 1 \right] \sqrt{\frac{2500}{1000}}$$

$$Z3 = \frac{1}{2} (999)(1.581)$$

$$Z3 = 789.70$$

Kemudian,

$$Z2=XC$$

$$Z2 = \frac{1}{\frac{10^{\frac{L}{10}} + 1}{Z_{out} \left( 10^{\frac{L}{10}} - 1 \right)} - \frac{1}{Z3}}$$

$$Z2 = \frac{1}{\frac{10^3 + 1}{50(999)} - \frac{1}{789.70}}$$

$$Z2 = \frac{1}{\frac{1001}{49950} - \frac{1}{789.70}}$$

$$Z2 = \frac{1}{0.02 - 1.266 \cdot 10^{-3}}$$

$$Z2 = \frac{1}{0.0817}$$

$$Z2 = 53.48$$

Selanjutnya,

$$Z1 = XC$$

$$Z1 = \frac{1}{\frac{10^{\frac{L}{10}} + 1}{Zin \left( 10^{\frac{L}{10}} - 1 \right)} - \frac{1}{Z3}}$$

$$Z1 = \frac{1}{\frac{10^3 + 1}{50(999)} - \frac{1}{789.70}}$$

$$Z1 = \frac{1}{\frac{1001}{49950} - \frac{1}{789.70}}$$

$$Z1 = \frac{1}{0.02 - 1.266 \cdot 10^{-3}}$$

$$Z1 = \frac{1}{0.0817}$$

$$Z1 = 53.48$$

Jadi

$$Z3 : 2\pi fL = 789,70$$

$$f = \frac{789,70}{2 \times 3.14 \times 22 \cdot 10^{-6}}$$

$$= \frac{789,70}{1,3816 \times 10^{-4}}$$

$$f = 5,715 \text{ _ } GHz$$

$$Z2 : \frac{1}{2\pi fc} = 53,48$$

$$f = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 53,48 \times 11 \cdot 10^{-9}}$$

$$= \frac{1}{3,694 \times 10^{-6}}$$

$$f = 0,270 \text{ _ } MHz$$

$$Z1 : \frac{1}{2\pi fc} = 53,48$$

$$f = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 53,48 \times 11 \cdot 10^{-9}}$$

$$= \frac{1}{3,694 \times 10^{-6}}$$

$$f = 0,270 \text{ _ } MHz$$

Untuk mencari frekuensi cut off maka digunakan rumus,

$$Fc = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}}$$

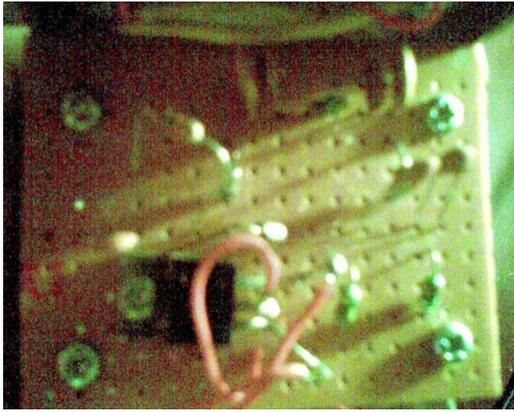
$$Fc = \frac{1}{\pi \sqrt{(22 \cdot 10^{-6} \cdot 11 \cdot 10^{-9})}} = 3297054,27 \text{ KHz}$$

### 3 HASIL PERANCANGAN

Dari rangkaian gambar 2 di atas diperoleh hasil dari perancangan dan pengujian alat yaitu sebagai berikut.

#### Perancangan rangkaian

Pada pembuatan alat ini digunakan PCB bolong agar mudah pada saat penyolderan tetapi disaat melakukan penyolderan diusahakan panas pada solder disesuaikan jangan terlalu lama disolder karena komponen sangat sensitif terhadap panas, berikut ini adalah rangkaian yang dihasilkan skema rangkaian attenuator pada gambar 2 diatas yaitu,



**Gambar 4** Hasil rancangan rangkaian Attenuator

Pada gambar 4 di atas adalah bentuk hasil rancangan yang diperoleh dari proses pembuatan dari rangkaian attenuator melalui pemasangan komponen dan pembuatan jalur PCB.

### Perancangan kotak (Box)

Di dalam pembuatan box haruslah terbuat dari bahan aluminium karena aluminium bersifat konduktif atau dapat memantulkan gelombang pada saat komponen bekerja. Seperti terlihat pada gambar 5 dibawah ini

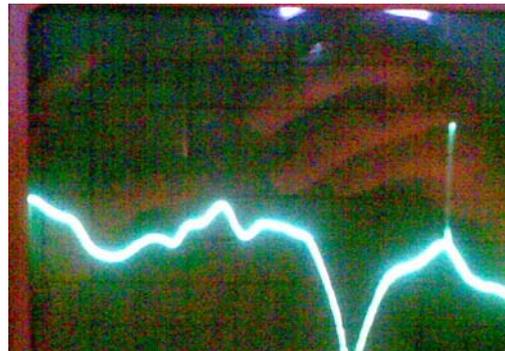


**Gambar 5** Hasil perancangan box

Pada gambar 5 diatas adalah bentuk hasil pembuatan box yang diperoleh dari proses pembuatan. Satu hal yang harus diperhatikan saat pemasangan rangkaian pada box yaitu kerapatan, didalam box ini harus senantiasa rapat karena jika ada ruang, komponen pada rangkaian tidak dapat bekerja dengan baik.

### Pengujian Alat

Setelah perancangan attenuator selesai dilakukan, maka tahap berikutnya adalah pengujian alat. Pengujian alat dilakukan dengan menggunakan spectrum analyzer. Dengan alat ini maka redaman dapat ditampilkan berbentuk gelombang. Seperti terlihat pada gambar 6 yaitu,



**Gambar 6** Respon Frekuensi

Pada gambar 6 di atas adalah respon frekuensi yang dihasilkan pada sebuah rangkaian attenuator, adapun jenis respon frekuensi ini yaitu band stop Filter yang mempunyai fungsi untuk meloloskan sinyal antara frekuensi tertentu dan memblokir sinyal yang lain tanpa mempengaruhi panjang gelombang

### Spesifikasi Alat

- Tegangan kerja rangkaian 9 V
- Rentang frekuensi 105 MHz sampai dengan 990 MHz
- Impedansi input dan Output 50  $\Omega$
- Rentang frekuensi cut off 645 MHz sampai dengan 855 MHz
- Redaman(Attenuasi) 50 dB.

### Cara Pengoperasian Alat

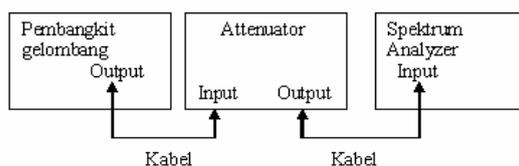
- Menghubungkan rangkaian Attenuator dari konektor BNC melalui kabel menuju spectrum analyzer dan dibangkitkan oleh signal generator
- Menghubungkan alat ke tegangan kerja (baterai 9 V)

- Menggatur attenuasi dengan menggunakan potensio meter didalam attenuator.

#### 4 HASIL PENGUKURAN

Sumber pengukuran pada attenuator dilakukan dengan cara menggunakan signal generator dan spectrum analyzer. Pengukuran ini dilaksanakan di Laboratorium Satellite Operation Engginering, PT. Media Citra Indostar (Indovision).

Skema hasil pengukuran dapat dilihat pada bentuk gambar 4.1. dibawah ini. Pengukuran dilakukan secara bertahap dari frekuensi 105 MHz sampai dengan 990 MHz. Hasil keluaran dilihat melalui perangkat spectrum analyzer.



Gambar 4.1. koneksi Attenuator antara spektum analyzer dan pembangkit gelombang.

Bentuk pengukuran pada gambar 4.1 diatas, dari input attenuator dihubungkan ke Output pembangkit gelombang melalui kabel dengan nilai redaman kabel ditambah konektor sebesar 0,2 dB, kemudian Output attenuator dihubungkan dengan Input Spektrum Analyzer melalui kabel ditambah dengan konektor sebesar 1,61 dB. Sehingga total redaman diluar Attenuator ditentukan,

$$total\_Att = redaman\_kabel + konektor = 1,81\_dB \dots\dots\dots(10)$$

#### Data Pengukuran.

Data pengukuran diperoleh dari hasil pengukuran antara spektum analyzer dan pembangkit gelombang. Dibawah ini adalah data pengujian yang dihasilkan dari spectrum analyzer.

Spesifikasi pengujian berupa:

- Interval pengukuran: 15 dB
- Amplitudo signal generator (gelombang sinus): -15 dBM
- Amplitudo spektrum analyzer: 16.99 dB
- Amplitudo spektrum analyzer+Amplitudo signal generator: 1.99 dB
- Amplitudo signal generator+Kabel: -15 dB
- Amplitudo spektrum analyzer+Kabel: 17,17 dB
- Kabel + signal generator + spektrum analyzer: 2.17 dB.

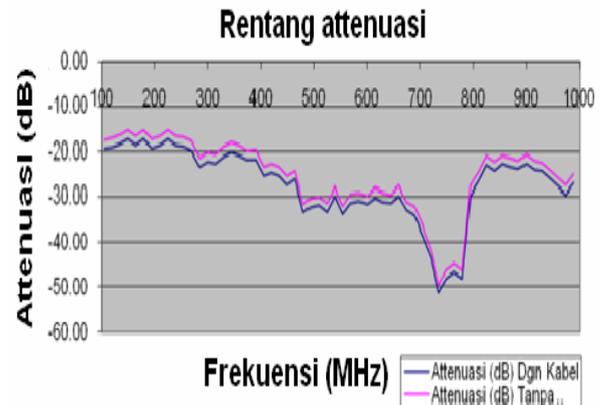
Dari spesifikasi diatas maka akan didapat data dari hasil pengukuran berupa tabel seperti dibawah ini.

Tabel 1 Data Hasil Pengukuran Attenuator 105 MHz-990 MHz

Frekuensi (MHz)	Attenuasi (dB)	
	Dgn Kabel	Tanpa Kabel
105	-19.45	-17.46
120	-19.14	-17.15
135	-18.33	-16.34
150	-17.22	-15.23
165	-18.57	-16.58
180	-17.26	-15.27
195	-19.27	-17.28
210	-18.67	-16.68
225	-17.27	-15.28
240	-18.63	-16.64
255	-18.90	-16.91
270	-19.91	-17.92
285	-23.25	-21.26
300	-22.11	-20.12
315	-22.53	-20.54
330	-21.06	-19.07
345	-20.04	-18.05
360	-20.69	-18.70
375	-21.81	-19.82
390	-21.73	-19.74
405	-25.50	-23.51
420	-24.72	-22.73
435	-25.52	-23.53
450	-27.54	-25.55
465	-26.27	-24.28
480	-33.59	-31.60

495	-32.29	-30.30
510	-31.94	-29.95
525	-33.45	-31.46
540	-29.77	-27.78
555	-34.03	-32.04
570	-31.27	-29.28
585	-30.95	-28.96
600	-31.72	-29.73
615	-30.22	-28.23
630	-31.09	-29.10
645	-31.44	-29.45
660	-29.75	-27.76
675	-33.14	-31.15
690	-34.14	-32.15
705	-38.39	-36.40
720	-43.74	-41.75
735	-51.42	-49.43
750	-48.09	-46.10
765	-46.72	-44.73
780	-48.15	-46.16
795	-29.61	-27.62
810	-26.70	-24.71
825	-22.90	-20.91
840	-24.34	-22.35
855	-22.75	-20.76
870	-23.26	-21.27
885	-23.90	-21.91
900	-22.56	-20.57
915	-24.06	-22.07
930	-24.40	-22.41
945	-26.02	-24.03
960	-27.93	-25.94
975	-29.60	-27.61
990	-27.02	-25.03

Pada pengujian diatas merupakan data yang dihasilkan dengan sebuah alat perangkat elektronik dari signal generator dan spectrum analyzer, adapun respon frekuensi yang dapat ditampilkan pada spektrum analyzer adalah seperti gambar 8 dibawah ini,



**Gambar 8** Rentang frekuensi attenuator 105 MHz-990 MHz

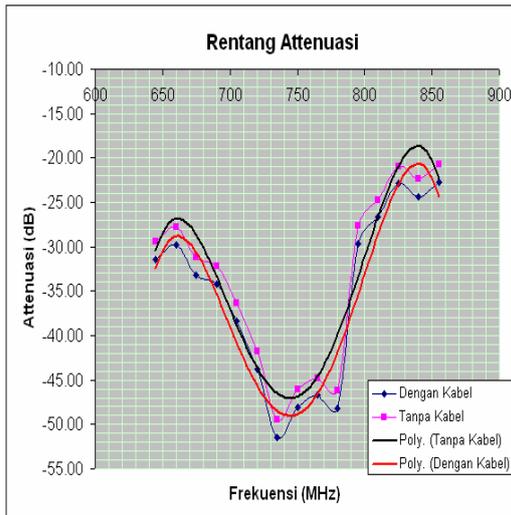
Gambar di atas menunjukkan respon frekuensi yang dilakukan dari rentang frekuensi antara 105 MHz sampai dengan 990 MHz, sedangkan rentang frekuensi cut off terjadi pada saat frekuensi 645 MHz sampai dengan 885 MHz. Di bawah ini adalah data pengujian yang dihasilkan dari spectrum analyzer pada rentang frekuensi cut off 645 Mhz sampai dengan 885 MHz.

Spesifikasi pengujian berupa:

1. Interval pengukuran: 5 dB
2. Amplitudo signal generator: -15 dBm
3. Amplitudo spektrum analyzer:-17.96 dB
4. Amplitudo signal generator + Amplitudo signal generator: 2.96 dB
5. Amplitudo signal generator+kabel: -15 dB
6. Amplitudo spektrum analyzer + kabel: 17,17 dB.
7. Kabel+signal generator+spektrum analyzer: -2.17 dB.

Dari spesifikasi diatas maka akan didapat data dari hasil pengukuran berupa tabel seperti dibawah ini,

Pada hasil pengujian pada tabel 1 diatas merupakan data dari rentang attenuasi frekuensi cut off yang dihasilkan dengan sebuah alat perangkat elektronik dari signal generator dan spectrum analyzer. Adapun bentuk rentang frekuensi cut off terlihat pada gambar 9 di bawah ini,



**Gambar 9** Rentang frekuensi cut off 645 MHz-855 MHz

Gambar 9 di atas menggambarkan bahwa hasil pengukuran dengan kabel dan tanpa kabel dalam kondisi grafik yang tidak beraturan karena rentang frekuensi pengukuran yang besar.

Agar grafik yang dihasilkan memberikan gambar yang sesuai, maka digunakan persamaan polynomial, persamaan ini bertujuan untuk membentuk grafik yang beraturan dengan memperkecil rentang frekuensi pengukuran, hasil ini merupakan bentuk grafik ideal didalam pengukuran attenuator. Adapun persamaan polynomial tanpa kabel ditunjukkan pada bentuk gelombang berwarna hitam dan polynomial dengan kabel ditunjukkan pada bentuk gelombang berwarna merah. Persamaan polynomial tanpa kabel yaitu,

$$y = -4.10^{-7} X^4 + 0.0011X^3 - 1.28X^2 + 632.66X - 116751 \quad (11)$$

Sedangkan persamaan polynomial dengan kabel yaitu,

$$y = -4.10^{-7} X^4 + 0.011X^3 - 1.28X^2 + 63266X - 11673 \quad (12)$$

## 5 SIMPULAN

Dari pembahasan bab-bab dan hasil data pengujian yang diperoleh serta eksperimen dapat disimpulkan bahwa :

1. Didalam pembuatan attenuator ini banyak ketidakakuratan yang disebabkan tidak maksimalnya kerja komponen didalam rangkaian attenuator.
2. Bentuk gelombang yang ditampilkan pada spektum analyzer membuktikan bahwa, gelombang yang dihasilkan adalah jenis band stop filter.
3. Berdasarkan hasil pengukuran pada bab 4 terlihat bahwa rentang attenuasi adalah 105 MHz sampai dengan 990 MHz dengan rentang frekuensi cut off 645 MHz sampai dengan 855 MHz.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Smith, Jack R., "Modern Communication Circuits", 2nd Edition, Mc Graw Hill, New York, 1998.
- [2] Mudrik Alydrus, Dr.Ing., "Sinyal dan Sistem", Diktat Kuliah., Teknik Elektro., Penerbit Universitas Mercu Buana, Jakarta.,1992.
- [3] Bondan, <http://elektroanalog.blogspot.com/search/label/ELEKTRO%20A> dengan NALOG., 2008.
- [4] RF, RFIC and Microwave Theory, Design. <http://www.zen118213.zen.co.uk>
- [5] John Bird, "Electrical Circuit Theory And Technology", 2<sup>nd</sup> Edition, , Newnes Publisher, 2001.
- [6] Roger L. Freeman, "Fundamentals of Telecommunications", Publisher: Wiley-IEEE Press; 2<sup>nd</sup> edition, 2005.
- [7] The Pin Diode Circuit Designers' Handbook, Microsemi Corporation, 1998.