

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI AMPLIFIER UHF UNTUK SIARAN TELEVISI 639,5-783,5 MHZ

Rendra Widiyanto¹, Arfianto Fahmi², Budi Prasetya³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Perambatan suatu sinyal informasi khususnya siaran televisi (frekuensi UHF) bertujuan agar sinyal yang dikirimkan dapat diterima dengan baik. Akan tetapi dalam prosesnya, beberapa sinyal mengalami penurunan daya karena beberapa kejadian seperti blocking, scattering, dan shadowing. Untuk memperbaiki penurunan daya tersebut maka dibuatlah suatu perangkat yang berfungsi meningkatkan daya yang mengalami penurunan. Perangkat tersebut dikenal dengan nama Amplifier.

Dalam Tugas Akhir ini telah dibahas mengenai perancangan, realisasi dan implementasi Amplifier untuk siaran televisi. Amplifier yang dirancang adalah jenis Penguat Kelas A yang mempunyai tingkat Linearitas cukup tinggi.

Perancangan penguat ini dititikberatkan pada proses perancangan simulasi dan realisasi perangkat yang penyusunan rangkaiannya disesuaikan dengan keberadaan komponen di pasaran. Pengukuran yang dilakukan meliputi Penguatan Daya (Gain, Pout/Pin), Linearitas, serta Impedansi masukan dan keluaran.

Kesimpulan yang dapat dihasilkan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut, pengukuran secara simulasi didapat besar penguatan sebesar 11,7 dB dan BW3dB yang terukur adalah 16 MHz (12% dari total BW Perancangan, frekuensi tengah bergeser sejauh 53 MHz kearah kanan, Linieritas cenderung meningkat. Adapun saran yang dapat diberikan yaitu pemakaian komponen full SMD guna mengurangi redaman dan rugi-rugi yang terjadi, teknik pematchingan lain, seperti : Micro Strip, dll, Kelas Penguat lain dan penguat bertingkat untuk aplikasi penguatan siaran televisi.

Kata Kunci : Amplifier, Televisi, Penguatan Kelas A, Gain, Linearitas, Impedansi.

Abstract

Information signal propagation, especially television broadcasting (UHF frequency) is purposing in order to make signals can be broadcasted and accepted well. But on a process, a few signals decrease their power because of some event like blocking, scattering and shadowing. To increasing the power, we created a set of equipment that use for increasing the power. This equipment is called Amplifier.

In this Final Task, we will be discussed about design, realization, and implementation of Amplifier for television broadcasting. The amplifier which is design, is kind of Class A Amplifier who has high enough linearity.

This Amplifier design has centre point in design process, simulation, and equipment realization, which is composing the assembly board adaptable with common component. Measuring include power amplification (Gain, Pout/Pin), Linearity, and Input-Output Impedance.

In conclusion, measurements by simulation resulted that gain power is 11,7 dB and BW3dB has measure is 16 MHZ (12% from design), fc move until 53 MHZ to right side, Linearity is tendency increase. And then, suggestions to develop are using full SMD components to reduce loss and distortion power, using others technique for matching like micro strips, and using others class of amplifier and multilayer amplifier circuits.

Keywords : Amplifier, Television, Class A Amplifier, Gain, Linearity, Impedance

BAB I PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Keberadaan layanan televisi nasional dan swasta di Indonesia telah menjadi kebutuhan sekunder bagi masyarakat Indonesia sebagai media informasi dan hiburan sehari-hari. Saat ini masih ada sebagian daerah di Indonesia khususnya daerah Jawa Barat yang masih kesulitan dalam mendapatkan sinyal siaran UHF (televisi).

Oleh karena itu, diperlukan suatu media agar sinyal dapat diterima dengan baik di daerah yang mengalami kesulitan dalam penerimaan sinyal. Repeater merupakan salah satu perangkat/media yang berfungsi sebagai penerus (*forwarding*) dan penguat daya (*amplifier*) sinyal, salah satunya dapat digunakan pada penguatan layanan televisi (UHF). Diharapkan dengan menggunakan repeater sebagai amplifier daya di sisi strategis, yaitu di titik tengah antara antena transmitter dan receiver akan memperbaiki kualitas sinyal terima. Dalam penelitian ini akan dibangun spesifikasi rancangan amplifier (penguat) untuk siaran televisi yang merupakan bagian dari repeater. Penguatan yang akan dirancang memiliki spesifikasi penguatan minimal 10 dB atau sekitar 10 x dan memiliki besaran impedansi yang akan disesuaikan dengan impedansi media input dan output, yaitu kabel koaksial RG-6 yang memiliki besaran impedansi 75 ohm.

1.2 TUJUAN

Tujuan dirancang dan implementasinya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Dapat merancang, mengimplementasikan dan menganalisa rangkaian penguat kelas A sebagai penguat siaran televisi
- b. Mampu merancang penguat untuk penguatan siaran televisi dengan *cost* yang rendah
- c. Membandingkan kesesuaian antara perancangan teori, simulasi dan realisasi
- d. Mempelajari kesesuaian rangkaian penguat kelas A untuk diaplikasikan sebagai penguat siaran televisi

Gambar 3.19 <i>Bottom Layer Document Penguat</i>	40
Gambar 3.20 <i>Keep Out Layer Document Penguat</i>	41
Gambar 4.1 <i>Respon Gain Terhadap Frekuensi</i>	45
Gambar 4.2 <i>Pengukuran Gain dan Frekuensi</i>	46
Gambar 4.3 <i>Rangkaian Simulasi Gain</i>	46
Gambar 4.4 <i>Respon Gain Frekuensi Hasil Penyesuaian</i>	47
Gambar 4.5 <i>Pengukuran Gain dan Frekuensi Penyesuaian</i>	47
Gambar 4.6 <i>Grafik Linieritas</i>	48
Gambar 4.7 <i>Skema Pengukuran Gain</i>	49
Gambar 4.8 <i>Hasil Pengukuran Frekuensi Tunggal</i>	50
Gambar 4.9 <i>Grafik Gain-Frekuensi</i>	51
Gambar 4.10 <i>Grafik Linieritas Pengukuran</i>	52



BAB IV

ANALISA HASIL SIMULASI DAN PENGUKURAN

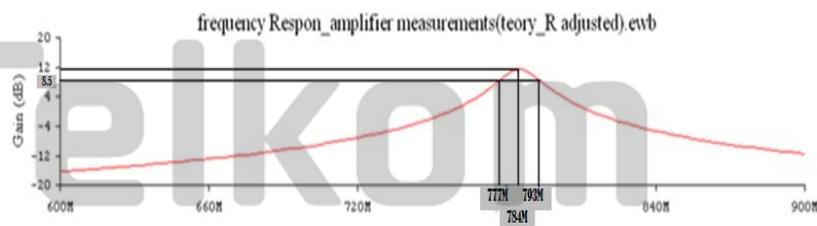
Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai analisa dan identifikasi suatu permasalahan yang muncul dari hasil pengukuran menggunakan software (simulasi) dan nyata (pengukuran yang sebenarnya). Beberapa analisa yang dilakukan menyangkut perancangan dan implementasi amplifier UHF untuk siaran televisi ini adalah Pengukuran Dan Analisa Gain (Penguatan Daya), Respon Frekuensi, dan Linieritas Penguat (Pin-Pout).

4.1 Pengukuran dan Analisa Simulasi

Dalam sub-bab ini akan dijelaskan mengenai analisa dan hasil pengukuran dari simulasi rangkaian yang telah dirancang sedemikian rupa sehingga menghasilkan spesifikasi yang sesuai antara perencanaan awal dengan perancangan sesuai teoritis. Adapun spesifikasi yang digunakan dalam pengukuran dan analisa rangkaian penguat ini adalah dari penjelasan dan pemaparan di bab sebelumnya.

4.1.1 Penguatan Daya (Gain)

Penguatan Daya (Gain) merupakan tujuan utama dirancangnya rangkaian penguat ini, disamping beberapa aspek lain yang mendukung. Sesuai dengan perencanaan awal tahapan simulasi rangkaian, bahwa pada proses simulasinya rangkaian tersebut akan menghasilkan keluaran seperti berikut ini :

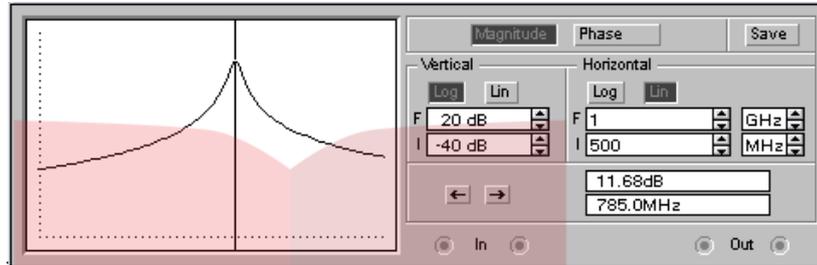


Gambar 4.1 Respon Gain terhadap frekuensi

Penguatan daya yang terukur dari hasil simulasi tersebut merupakan susatu bentuk logaritma perbandingan antara daya keluaran dengan daya masukan. Adapun perbandingan tersebut diperbandingkan terhadap respon frekuensi yang diduduki keberadaan penguatan.

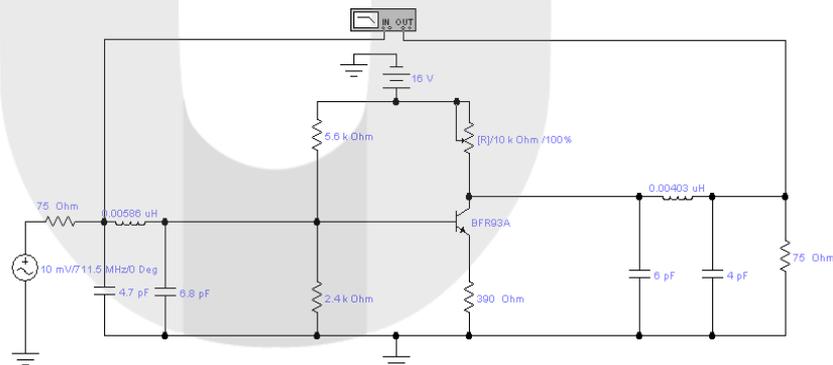
BAB IV ANALISA HASIL SIMULASI DAN PENGUKURAN

Dari kasus diatas, dapat diketahui bahwa penguatan daya maksimum (Gain max) terdapat di frekuensi 784 MHz, dengan besar daya penguatan maksimal adalah sebesar 11.68 dB atau sekitar 14,7 kali penguatan terhadap masukan. Dengan BW_{3dB} sebesar 16 MHz



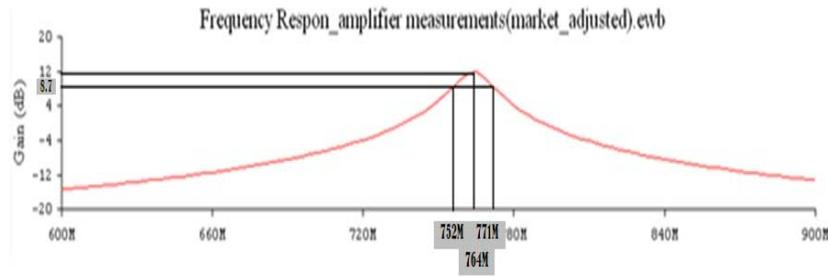
Gambar 4.2 Pengukuran Gain dan Frekuensi

Dalam penyesuaian dan pengkondisian keberadaan komponen yang digunakan dipasaran, maka rangkaian sebelumnya yang telah terencana akan menghasilkan suatu skema rangkaian yang dapat disimulasikan agar terdapat kesesuaian antara teoritis dan kenyataan dilapangan adalah sebagai berikut :



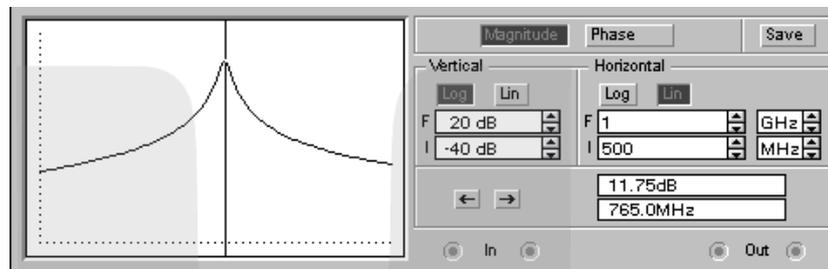
Gambar 4.3 Rangkaian Simulasi Gain

Dimana penyesuaian komponen lebih ditekankan pada nilai kapasitor dan induktor yang terdapat dipasaran. Sehingga dari rangkaian penyesuaian diatas dapat diketahui bahwa hasil pengukuran akan berbentuk seperti berikut ini :



Gambar 4.4 Respon Gain Frekuensi Hasil Penyesuaian

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa penguatan terjadi sedikit pergeseran dan pelebaran respon terhadap frekuensi yang diakibatkan oleh penyesuaian besaran nilai kapasitor, dan hasil Gain maksimal yang terukur dapat dilihat dari hasil pengukuran dibawah ini :



Gambar 4.5 Pengukuran Gain dan Frekuensi Penyesuaian

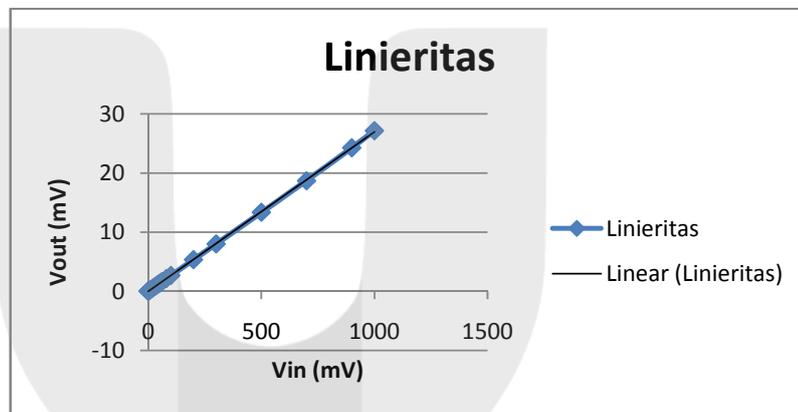
Dari pencuplikan diatas didapatkan bahwa besar penguatan mengalami kenaikan sedikit dibanding pada rangkaian sebelumnya menjadi 11,75 dB atau sekitar 14,96 kali penguatan, dan frekuensi tengah dengan penguatan paling dominan mengalami pergeseran ke arah kiri yaitu menjadi 765,0 MHz. Walaupun dalam perencanaan awal bahwa bandwidth yang duharapkan adalah berkisar antara 639,5 – 783,5 MHz dengan frekuensi tengah 711,5 MHz. Tetapi dari pencuplikan diatas didapati bahwa perancangan mengalami pergeseran dan penyempitan BW_{3dB} dari 144 MHz menjadi 16 MHz atau sekitar 12% dari total BW yang seharusnya.

Dapat dianalisa bahwa fungsi suatu kapasitor dalam rangkaian pematching tersebut dapat meningkatkan daya penguatan yang relatif tidak terlalu signifikan dalam pengoptimalan performansi suatu penguat yang dirancang. Selain itu terdapat fungsi khusus yang menyangkut kapasitor dan induktor yang digunakan, yaitu Kapasitor dapat berfungsi

sebagai pelebar berkas sinyal terhadap frekuensi (*Bandwidth*), sedangkan untuk Induktor dapat berfungsi sebagai penggeser respon frekuensi.

4.1.2 Linieritas (Pout/Pin)

Dari rangkaian penguat yang dirancang, dapat dilihat linieritas pengukuran dengan membandingkan antara Amplitude Masukan dan Keluaran. Dengan menggunakan simulator terdapat keterbatasan pengukuran, yakni terletak pada besaran pengukuran yang dilakukan. Yang mana pada kenyataan yang seharusnya adalah membandingkan antara P (Daya) tetapi keterbatasannya hanya bisa mengukur V (Tegangan) dengan asumsi $R=1$. Sehingga dalam pengukurannya akan menghasilkan keluaran grafik perbandingan antara masukan dan keluaran adalah sebagai berikut :



Gambar 4.6 Grafik Linieritas

Dari pengukuran linieritas diatas, dapat diambil suatu analisa bahwa kelinieran penguat yang dirancang cenderung naik. Kenaikan tersebut diakibatkan oleh konstan penguatan yang terjadi antara tegangan input dan output.

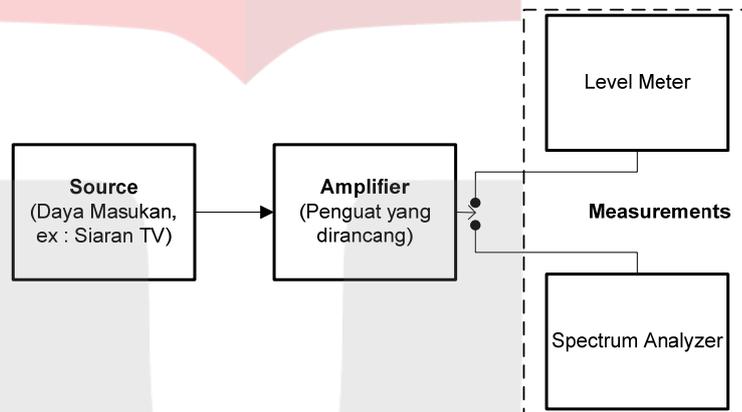
4.2 Pengukuran dan Analisa Rangkaian

Dalam sub-bab ini akan dijelaskan mengenai analisa dan hasil pengukuran rangkaian sebenarnya yang telah direalisasikan sesuai dengan perhitungan dan keberadaan komponen dipasaran. Setelah rangkaian penguat yang dirancang sedemikian rupa sehingga menghasilkan suatu bentuk realisasi alat, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pengukuran terhadap beberapa parameter yang dipandang signifikan dalam implementasi perangkat

yang digunakan. Parameter tersebut antara lain, Penguatan Daya (Gain) terhadap frekuensi dan Linieritas Daya Output (Pout) terhadap Daya Input (Pin) untuk mengetahui batasan masukan amplitude daya sehingga penguat masih bekerja sebagaimana seharusnya.

4.2.1 Penguatan Daya (Gain)

Penguatan daya diukur untuk menentukan besaran penguatan (Gain) yang dihasilkan seiring dengan adanya masukan yang akan dikuatkan. Dalam pengukuran dan analisa penguatan daya ini, dilakukan skema pengukuran seperti dibawah ini :



Gambar 4.7 Skema Pengukuran Gain

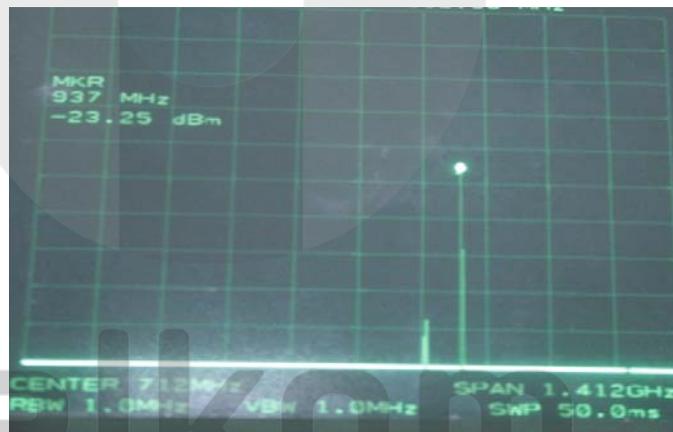
Langkah-langkah pengukuran rangkain yang terealisasi adalh sebagai berikut :

1. Berdasar pada skema pengukuran diatas, masukan daya atau sinyal dihubungkan ke Rangkaian penguat yang akan di ukur
2. Selanjutnya keluaran penguat dihubungkan secara bergantian dengan *Spectrum Analyzer* dan *Level Meter*. Penghubung masukan dan keluaran dari penguat tersebut dengan menggunakan konektor f (untuk koaksial).
3. Pada pengukuran menggunakan *Spectrum Analyzer*, konektor diconvert kedalam besar impedansi 50 ohm. Selanjutnya adalah dilakukan pengukuran dengan mengukur keluaran gain penguatan yang terjadi pada keluaran rangkaian dalam orde frekuensi tunggal (pencupilkan tiap titik frekuensi). Kemudian catat keluaran yang terukur.

BAB IV ANALISA HASIL SIMULASI DAN PENGUKURAN

4. Pada pengukuran menggunakan *Level Meter*, keluaran rangkaian penguat langsung terhubung dengan konektor f dan selanjutnya dilakukan pengukuran tiap *Channel* Frekuensi yang tersedia. Contoh: CH 42 → 639,5 MHz. kemudian catat keluaran yang terukur.
5. Setelah pengukuran dilakukan dan dilakukan pencatatan keluaran sinyal. Maka selanjutnya digambarkan dengan grafik tiap titik yang terukur yang terlampir dalam data dibawah.
6. Skema pengukuran rangkaian diatas berlaku juga untuk pengukuran pada Linieritas Rangkaian Penguat yang dirancang.

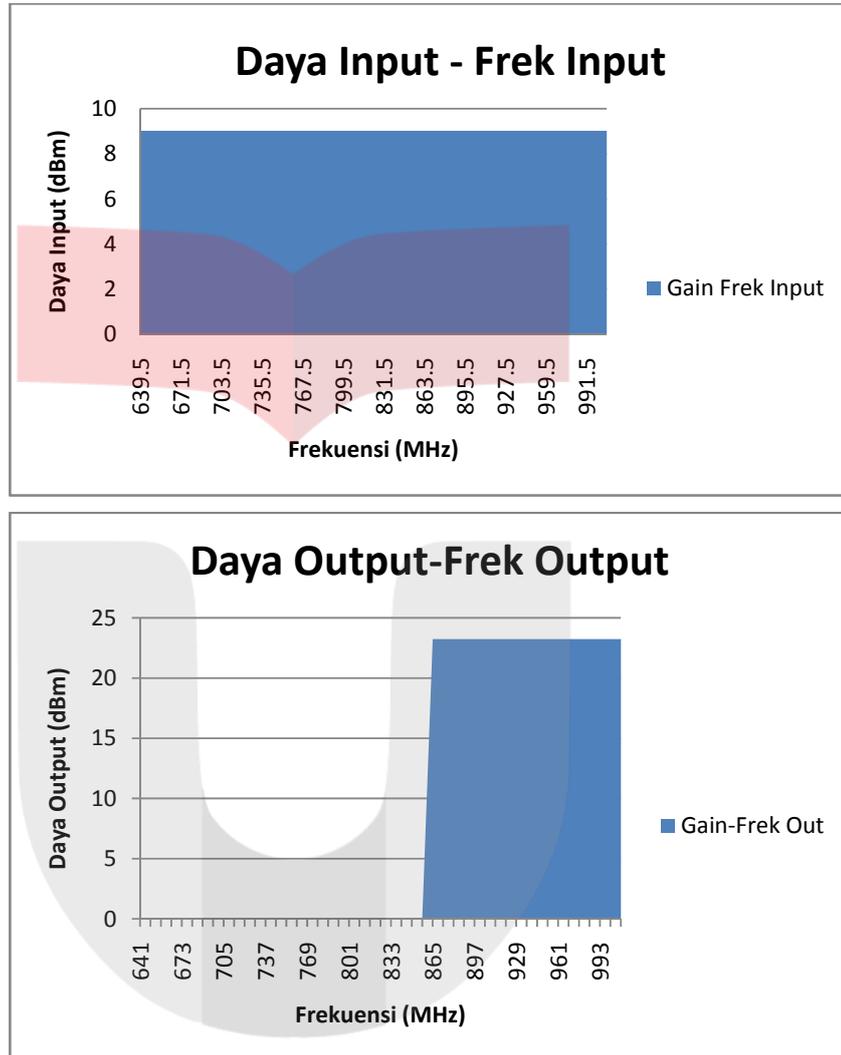
Dengan skema pengukuran seperti diatas, maka daya keluaran yang terukur oleh alat ukur (*Spectrum Analyzer*) terjadi pergeseran respon frekuensi terhadap masukan yang diberikan. Sinyal info yang masuk kedalam penguat tersebut memiliki frekuensi yang tunggal, yaitu suatu sinyal berbentuk sinusoidal dengan frekuensi 711,5 MHz. Dari sebuah prototype penguat yang diukur, maka hasil salah satu inputan terhadap penguatan perangkat adalah sebagai berikut :



Gambar 4.8 Hasil Pengukuran Frekuensi Tunggal

Dengan sample percobaan penguatan diatas, maka dapat analisa bahwa penguatan tersebut mengalami pergeseran besaran penguatan yang konstan terhadap frekuensi masukan. Sehingga dalam analoginya bahwa pergeseran sinyal tersebut diikuti oleh frekuensi sinyal yang lainnya yang masih dalam range frekuensi perancangan, yaitu 639,5 – 783,5 MHz.

Suatu respon frekuensi terhadap Gain yang tergambar dari cuplikan diatas adalah sebagai berikut :



Gambar 4.7 Grafik Gain- Frekuensi

Dari keterangan grafik diatas, maka dapat dianalisa bahwa untuk setiap masukan rangkaian penguat mengalami pergeseran frekuensi keluaran. Tetapi dari segi penguatan, rangkaian tersebut dapat menguatkan sinyal masukan sebesar 14 dB atau sekitar 25 kali penguatan daya keluaran. Dengan BW yang terukur adalah BW total yang mengalami peredaman sangat besar yaitu pada titik 865 – 1009 MHz, sekitar 144 MHz. Hal tersebut dapat disebabkan oleh ketidaklinieran alat ukur karena terdapat pelencengan pengukuran dari tahapan simulasi.

BAB IV ANALISA HASIL SIMULASI DAN PENGUKURAN

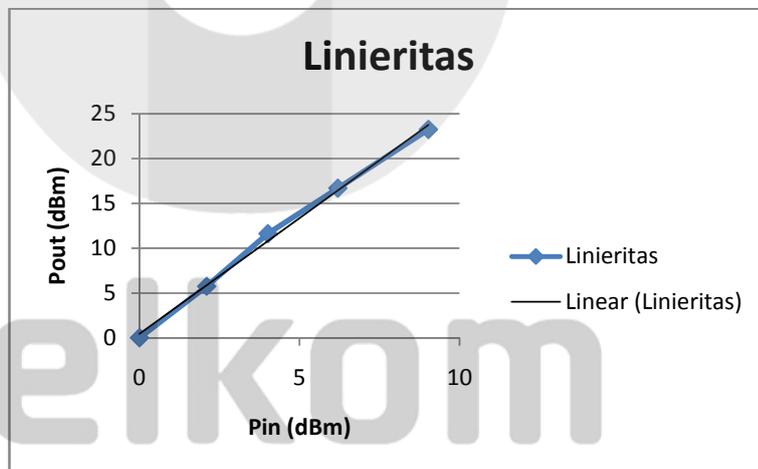
Sesuai dari komponen yang terpasang dalam rangkaian amplifier rancangan, maka dapat dianalisa bahwa pergeseran frekuensi keluaran disebabkan oleh komponen induktor yang terpasang. Seperti dijelaskan pada penjelasan sebelumnya bahwa induktor dapat berfungsi sebagai penggeser frekuensi keluaran tergantung berapa besar induktor (L) yang digunakan. Semakin besar induktor yang digunakan maka frekuensi akan bergeser ke arah kiri atau arah frekuensi kecil. Dan sebaliknya, semakin kecil L yang digunakan maka pergeseran frekuensi ke arah kanan.

Sebagai solusinya dari pergeseran diatas adalah bahwa pergeseran dapat disesuaikan dengan menggunakan Induktor Variabel (L_{var}) yang besar induktansinya dapat diatur-atur (*adjusted*).

4.2.2 Linieritas (Pout/Pin)

Pengukuran linieritas, akan memperbandingkan antara Daya Masukan dengan Daya Keluaran. Sehingga pengukuran dilakukan seperti menggunakan konsep diatas, yaitu dengan skema pengukuran yang hampir sama menggunakan Level meter dan *Spectrum Analyzer*.

Setelah dilakukan pengukuran maka hasil pengukuran hubungan antara daya input dan output adalah sebagai berikut :



Gambar 4.10 Grafik Linieritas Pengukuran

Dari hasil pengukuran diatas, dapat diketahui bahwa performansi *Gain Power* yang terukur mengalami kenaikan yang bertahap terhadap keluaran rangkaian penguat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dari pengukuran diatas *Gain* yang terjadi adalah bersifat konstan.

BAB IV ANALISA HASIL SIMULASI DAN PENGUKURAN

Suatu solusi mutlak diperlukan dalam perbaikan performansi ini, terutama ketersediaan nilai komponen yang dirancang, seperti halnya kasus induktor yang terjadi dalam penelitian ini. Sehingga dengan besar nilai komponen yang diperlukan, diharapkan penelitian akan berjalan sesuai perancangan teoritis dan simulasi yang dilakukan. Selain itu, hal yang dapat menjadi gangguan dari ketidakbagusan performansi ini terutama linieritas adalah sistem penyolderan, pemasangan komponen, dan teknik pematchingan yang digunakan dalam merangkai sebuah prototype berskala MHz (Frekuensi Tinggi) dengan Bandwidth yang cukup Lebar.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

4.1 SIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian dan penulisan yang dilakukan, antara lain :

1. Rangkaian penguat yang dirancang memiliki spesifikasi komponen penyusun sebagai berikut :
 - a. Rangkaian Pra Tegangan, $R_{B1} : 5,7 \text{ k ohm}$, $R_{B2} : 2,5 \text{ k ohm}$,
 $R_C : 400 \text{ ohm}$, $R_E : 400 \text{ ohm}$
 - b. Impedansi Input, $C_1 = 6,40 \text{ pF}$, $L = 5,86 \text{ nH}$, $C_2 = 4,76 \text{ pF}$
 - c. Impedansi Output, $C_1 = 6,14 \text{ pF}$, $L = 4,03 \text{ nH}$, $C_2 = 4,097 \text{ pF}$
2. Dalam pengukuran secara simulasi didapat bahwa besar penguatan adalah sesuai dengan pengukuran yaitu sebesar 11,7 dB sedangkan BW_{3dB} yang terukur adalah 16 MHz (12% dari total BW Perancangan). Dan pada frekuensi tengah (frekuensi yang mengalami penguatan paling besar) mengalami pergeseran sejauh 53 MHz kearah kanan.
3. Pada pengukuran secara simulasi dan realisasi Linieritas (respon daya input dan Daya Output) memiliki grafik menanjak yang linier sesuai dengan grafik yang seharusnya.

4.2 SARAN

Beberapa saran yang dapat disampaikan guna pengembangan penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Dalam pemakaian komponen yang tersusun dalam rangkaian dicoba dengan menggunakan rangkaian *full SMD* guna mengurangi redaman dan rugi-rugi yang terjadi.
2. Dilakukan teknik pematchingan lain yang lebih akurat dan lebih efektif, seperti : *MicroStrip*, dll.
3. Menggunakan Kelas Penguat lain untuk aplikasi penguatan siaran televisi. dan penguat bertingkat untuk menghasilkan Gain yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. A. Glover. 2005. *Microwave Device, Circuit, And Subsystems for Communication Engineering*. John Wiley, Ltd. United Kingdom
- [2]. Schuler, Charles A. 2000. *Electronics, Principle and Applications*, Fifth Edition. Mc-Graw Hill. Singapore
- [3]. Zevita Yuliaris Tirtana. 2008. Jurnal *Perancangan dan Implementasi Penguat Bandpass kelas Apada Frekuensi 1800 Mhz (1700-1900 Mhz)*.
- [4] www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/26228/VISAY/BFR93A.html, diunduh pada tanggal Februari 2009.
- [5] www.trensains.com/amplifier.htm, diunduh pada 13 Mei 2009.

