

RANCANGAN OSILATOR MENGGUNAKAN METODE PHASE LOCK LOOP UNTUK PERALATAN TRANSCEIVER VHF AIR TO GROUND TOWER SET DI PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN NAVIGASI UDARA

Toni, S.I.P, M.Si⁽¹⁾, David Octa Rengga⁽²⁾

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang.

Abstrak : Di dalam praktik Telekomunikasi para taruna teknisi Telekomunikasi dan Navigasi Udara, kebutuhan akan suatu alat praktik mutlak diperlukan sebagai sarana praktikum, karena selain teori, praktikum berguna untuk meningkatkan pengetahuan tentang teori maupun praktikum. Pada laboratorium *Tower Set* terdapat peralatan *Transceiver* VHF yang digunakan sebagai alat praktik namun belum terdapat osilator sebagai pembangkit frekuensi yang dapat dijadikan sebagai alat praktikum. *Transceiver* yang terdapat pada laboratorium merupakan satu blok pemancar ataupun satu blok penerima. Salah satu modul dari *transceiver* adalah modul osilator. osilator merupakan jantung dari sebuah *transceiver* yang berperan dalam pemodulasian gelombang. Untuk mengamati pembangkit frekuensi pada *transceiver* VHF tidak bisa dilakukan karena tidak terdapat *test point*.. Oleh karena itu penulis membuat rancangan osilator *transceiver* VHF yang nantinya dapat dijadikan alat pratikum. Jenis osilator menggunakan metode *phase lock loop* (PLL) karena mempunyai karakteristik nilai output frekuensi yang stabil dan bisa diubah nilai frekuensinya. Pada perancangan ini PLL dirancang dalam bentuk *mock up* yang sesuaikan dengan karakteristik osilator pada *transceiver*.

Kata Kunci : Alat Praktik ,Taruna, Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara, *Tower Set*, *Transceiver* VHF.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia (STPI) merupakan salah satu Perguruan Tinggi Kedinasan berada dilingkungan Departemen Perhubungan Republik Indonesia untuk menyelenggarakan program pendidikan profesional di bidang penerbangan (Keputusan Presiden No. 43 Tahun 2000). Ada empat jurusan yang terdapat di Perguruan Tinggi Kedinasan ini, yaitu Jurusan Penerbang, Teknik Penerbangan, Keselamatan Penerbangan, dan Manajemen Penerbangan.

Dalam mengemban serta mewujudkan visi dan misinya, STPI sudah memiliki beberapa fasilitas dan media pembelajaran dalam ruang lingkup elektronika arus lemah. Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara yang di singkat TNU adalah salah satu program studi yang mengajarkan kepada peserta didik tentang ilmu merawat peralatan telekomunikasi, elektotronika dan navigasi penerbangan.

Tower set merupakan peralatan komunikasi yang digunakan oleh *air traffic controller (ATC)* untuk mengontrol ataupun memberikan informasi kepada pilot yang berada pada *air spacedan* komunikasi antar contrloler. Peralatan ini meliputi radio *Single Side Band (SSB)*, *transceiver Very High Frekuensi (VHF)*, *desk phone*, *telegram*, *printer*, *gun light* dan peralatan lainnya untuk mendukung komunikasi bagi ATC. Komunikasi ini sangat *vital*, karena ATC harus

memastikan keamanan penerbangan melalui komunikasi. Komunikasi ini antara ATC dengan ATC ataupun ATC dengan pilot. Salah satu peralatan *tower set* adalah *Transceiver VHF*. *Transceiver VHF* digunakan ATC untuk berkomunikasi dengan pilot. Sesuai namanya *transceiver* ini bekerja pada band frekuensi VHF 117,975 MHz sampai dengan 136,979 MHz dengan separasi 25 KHz. Setiap *transceiver* memiliki sebuah osilator yang menghasilkan frekuensi *carrier*. Frekuensi *carrier* digunakan sebagai pemodulasi terhadap frekuensi audio (suara seorang ATC) sebelum dipancarkan. Jenis pemodulasian ini menggunakan modulasi amplitude atau sering disebut modulasi AM (*amplitude modulation*).

Dengan adanya teori dan perhitungan osilator yang telah dipelajari, peneliti bermaksud untuk mengaplikasikan dalam sebuah bentuk rancangan yang berupa alat peraga (*mock up*). Sehingga dalam rancangan yang dibuat, rancangan dapat dijadikan sebagai perlatan pendukung pada perlatan *tower set* di program studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara pada saat terjadi kerusakan pada peralatan *transceiver* dan sebagai suku cadang pengganti pada perlatan *transceiver VHF A/G tower set*. Rancangan alat peraga (*mock up*) ini merupakan pengembangan penelitian yang dilakukan oleh peneliti kearah pengaplikasian berupa pabrikasi dari penelitian yang dilakukan sebelumnya.

Penelitian sebelumnya merupakan sebuah konsep perancangan osilator.

Rancangan yang diaplikasikan adalah sebuah osilator pada frekuensi *air band* yang dapat diatur nilai frekuensinya. Pengaturan nilai frekuensi dilakukan dengan mengubah nilai pada kapasitansi *tank circuit*. Peneliti menggunakan perubahan nilai kapasitansi yang dapat diatur dengan menggunakan *input* tegangan *reverse*. Jenis osilator ini merupakan osilator yang dikontrol dengan tegangan (*voltage control oscillator/VCO*). Dengan menggunakan tegangan *reverse* untuk merubahfrekuensi pada VCO frekuensi yang dihasilkan, *output* frekuensi dapat dikunci dengan menggunakan *phase lock loop (PLL)*. *Phase lock loop (PLL)* adalah sebuah metoda yang digunakan untuk mengunci frekuensi agar frekuensi menjadi stabil dan tetap. Sehingga rangkain osilator dengan menggunakan metode PLL diharapkan mampu untuk bekerja secara stabil dan memiliki osilasi yang konstan.

Dalam perancangan ini peneliti bermaksud untuk membuat suatu rancangan osilator dengan menggunakan metode PLL agar menghasilkan frekuensi yang stabil dan konstan. Pada pembuatan rancangan peneliti menitikberatkan pada pembuatan VCO sebagai penghasil frekuensi dengan perubahan pada *tank circuit*nya. Sedangkan untuk PLL digunakan sebuah IC yang dapat mengunci *output* frekuensi dari VCO.

1.2 Identifikasi Masalah

Didasari oleh latar belakang permasalahan yang telah terurai di atas, penulis mencoba untuk mengidentifikasi beberapa permasalahan, yaitu:

1. Apakah peralatan *transceiver VHF tower set* di laboratorium TNU dapat dijadikan sebagai sarana praktek?
2. Apakah dengan tidak beroperasinya *transceiver VHF tower set* dapat mempengaruhi pemahan tentang peralatan penerbangan?
3. Apakah sudah ada suku cadang atau komponen pengganti modul osilator pada peralatan *transceiver VHF tower set*?
4. Bagaimanakah proses perbaikan kerusakan pada modul osilator di *transceiver VHF tower set*?
5. Bagaimanakah cara merancang sebuah osilator yang bekerja pada *band* frekuensi *transceiver VHF tower set*?
6. Apakah dengan adanya rancangan osilator dengan menggunakan metode PLL dapat membantu Taruna/i dalam pemahaman mengenai osilator?

1.3 Pembatasan Masalah

Dari identifikasi masalah yang telah dijelaskan diatas, penulis tidak akan mengupas seluruh permasalahan. Penulis membatasi pada permasalahan bagaimana membuat rancangan osilator menggunakan metode *phase lock loop (PLL)* pada perangkat *transceiver VHF*

A/Gtower setpada band frekuensi 118 s.d.137 MHz.

1.4 Maksud, Tujuan dan Metodologi Penelitian

1.4.1 Maksud dan Tujuan

Dalam penelitian ini osilator dipabrikasi kedalam suatu alat yang menghasilkan frekuensi yang dapat diubah nilainya. Osilator tersebut menggunakan metode PLL yang memiliki karakteristik keluaran yang stabil dan ketetapan pada nilaifrekuensinya. Sehingga hasil keluaran tersebut dapat diamati dan diteliti mengenai perkembangan osilator. Sehingga penelitian ini diterapkan berdasarkan ilmu yang telah dipelajari di program studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara.

Perancangan osilator dengan menggunakan PLL yang dilakukan oleh penulis memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai, antara lain:

1. Untuk memahami pengetahuan dasar dan teori tentang osilator.
2. Mengaplikasikan teori osilator dalam bentuk alat peraga.
3. Mendapatkan perangkat osilator dengan frekuensi terkunci menggunakan PLL yang dapat diatur nilai frekuensinya.
4. Penggunaan hasil rancangan osilator dengan menggunakan PLL dapat di implementasikan pada peralatan *transceiver* VHF.

1.4.2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa teknik pengumpulan data, yaitu:

1. Metode kepustakaan
Mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan dengan menelaah buku-buku dan dokumen-dokumen yang berkaitan dengan masalah.
2. Metode observasi
Teknik pengumpulan data dengan cara mengambil data dari sumber dimana permasalahan terjadi.
3. Metode diskusi
Dilakukan dengan cara berdiskusi atau proses pengarahannya terkait dengan mata kuliah atau hal-hal yang berhubungan dengan materi penelitian yang diangkat. Diskusi ini dilakukan dengan dosen atau para pembimbing.

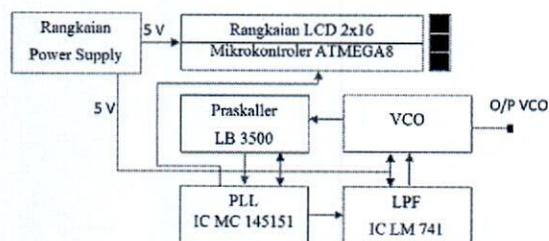
1.5 Kerangka Pikiran

Berdasarkan observasi dan data-data yang diperoleh, suatu osilator dapat dirangkai dengan menggunakan teori-teori dan perhitungan yang telah dipelajari. Sebuah osilator yang baik bekerja dengan *output* yang stabil pada frekuensi yang tetap. Sehingga peneliti mencoba untuk membuat rancangan osilator untuk mempraktikkan teori dan perhitungan yang telah dipelajari. Sehingga dengan adanya rancangan osilator dengan menggunakan metode PLL diharapkan menambah pengetahuan bagi peneliti ataupun bagi peneliti lainnya yang meneliti tentang osilator sebagai literatur.

2. PEMBAHASAN MASALAH

2.1 Gambaran Sistem Rancangan

Didalam penelitian ini perancangan menhsaikan osilator dengan nilai *output* frekuensi yang stabil dan tetap yang didapatkan dengan menggunakan metode *phase lock loop* (PLL). Frekuensi kerja yang dimaksud adalah fekuensi *transceiver* VHF A/G dengan *range* frekuensi 118 MHz s.d. 137 MHz. Dari hasil rancangan yang dibuat akan dilihat dari kinerja dari osilator tersebut. Sehingga dapat diketahui pengaplikasian teori yang telah didapatkan dengan rancangan yang dibuat. Penulis berharap agar rancangan osilator yang dirancang dapat digunakan sebagai modul osilator pendukung di program studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara.



Gambar 1 Blok Diagram Rancangan Osilator Phase Lock Loop (PLL)

2.2 Tahapan Perancangan

2.2.1 Rangkaian Voltage Control Oscillator (VCO)

VCO merupakan sebuah osilator yang mempunyai intpu tegangan sebagai pengatur nilai frekuensi dengan keluaran output yang kurang stabil. Pada aplikasinya. Peneliti menggunakan VCO sebagai

pembangkit frekuensi untuk dikunci dan distabilkan pada rangkaian PLL. VCO ini bekerja pada frekuensi VHF dan menggunakan transistor jenis *silicon bipolar* (BJT) atau *GaAs field effect transistor* (FET). Jenis transistor BJT dapat bekerja di frekuensi VHF frekuensi 118 MHz s.d 137 MHz. Transistor yang digunakan pada perancangan yaitu transistor BJT 2SC829. Transistor ini memiliki spesifikasi DC bias sebesar $V_{CC} = 12$ V, $V_{CE} = 5$ V, dan $I_C = 30$ mA.

a. Menentukan nilai biasing transistor

Perlu adanya biasing pada transistor sebelum digunakan sebagai penguat di VCO. Perhitungan biasing didapat dengan melihat spesifikasi dari transistor.

$$\begin{aligned}
 V_E &= \frac{1}{10} V_{CC} \\
 &= \frac{1}{10} \times 12 \text{ V} = 1.2 \text{ V} \\
 V_B &= V_{BE} + V_E \\
 &= 0.7 \text{ V} + 1.2 \text{ V} = 1.9 \text{ V} \\
 R_E &= \frac{V_E}{I_E} \cong \frac{V_E}{I_C} \\
 &= \frac{1.2 \text{ V}}{30 \text{ mA}} = 40 \Omega \\
 R_C &= \frac{V_{CC} - V_{CE} - V_E}{I_C} \\
 &= \frac{12 \text{ V} - 5 \text{ V} - 1.2 \text{ V}}{30 \text{ mA}} = 193.3 \Omega \\
 R_2 &= \frac{1}{10} \beta R_E \\
 &= \frac{1}{10} \times (250) \times (40 \Omega) = 1000 \Omega
 \end{aligned}$$

$$R_1 = \frac{V_{CC}R_2 - V_B R_2}{V_B}$$

$$= \frac{(12V \times 800 \Omega) - (1.9V \times 800 \Omega)}{1.9V}$$

$$= 4252.63 \Omega$$

b. Menentukan nilai L dan C dari Tank Circuit

Output frekuensi didapat dari osilasi secara kontinyu yang terjadi pada rangkaian *tank circuit*. Untuk menentukan frekuensi VHF 118 MHz s.d. 137 MHz ditentukan dengan cara berikut:

- 1) Menentukan nilai frekuensi, pada rancangan diambil contoh untuk frekuensi 120 MHz.
- 2) Menghitung nilai induktansi pada lilitan. Lilitan dibuat dari bahan kawat nikel dengan diameter bahan 0.5 mM. Panjang kawat (*l*) 40,82 mM, diameter (*D*) 6,5 mM dan banyaknya lilitan (*N*) sebanyak 2 lilitan. Nilai permeabilitas inti udara pada lilitan adalah 1.

$$L = \frac{0.04 \mu N^2 \times r^2}{l}$$

$$L = \frac{0.04 \times 1 \times 2^2 \times 0.325^2}{4.082}$$

$$L = \frac{0.004140}{4.082}$$

$$L = 41.40 \text{ nH}$$

- 3) Menghitung nilai kapasitansi pada dioda varaktor (menggunakan BB809) dengan karakteristik nilai tegangan *reverse* sebesar -5V (*V_d*),

25 pF (*C₀*), 1,2 V (*φ*) pada dioda varaktor.

$$C_d = \frac{C_0}{\left(1 - \frac{V_d}{\phi}\right)^\alpha}$$

$$C_d = \frac{25 \text{ pF}}{\left(1 - \frac{-5V}{1.2V}\right)^{1/2}}$$

$$C_d = 10.998 \text{ pF}$$

- 4) Menentukan nilai kapasitor pada *tank circuit*.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L} \times C}$$

$$\sqrt{LC_T} = \frac{1}{2\pi f}$$

$$\sqrt{LC_T} = \frac{1}{2\pi \times 118E^6}$$

$$\sqrt{41.40 E^{-9} C_T} = \frac{1}{2\pi \times 118E^6}$$

$$\sqrt{41.40 E^{-9} C_T} = \left(\frac{1}{2\pi \times 118E^6}\right)$$

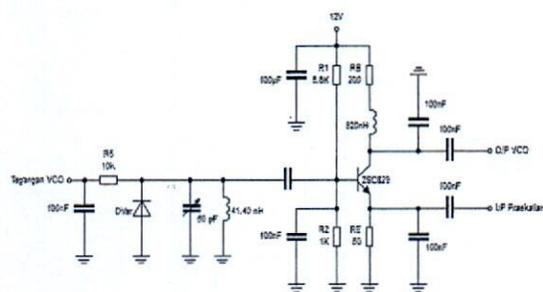
$$41.40 E^{-9} C_T = (0.001348E^{-6})^2$$

$$41.40 E^{-9} C_T = 0.000001819E^{-12}$$

$$C_T = \left(\frac{0.000001819E^{-12}}{41.40 E^{-9}}\right)$$

$$C_T = 43.941 \text{ pF}$$

Rangkaian VCO tersusun dari rangkaian *tank circuit* sebagai pembangkit frekuensi, rangkaian DC *bias* sebagai rangkaian amplifier atau penguat frekuensi dan dioda varaktor untuk mengubah nilai kapasitansi pada *tank circuit*. Pada rangkaian VCO terdapat dua *output* sebagai *output* frekuensi. *Output* frekuensi ini digunakan sebagai *output* keluaran PLL yang memiliki nilai frekuensi terkunci dan sebagai input frekuensi pada praskaller. Rangkaian VCO memiliki tegangan VCC 12 V.



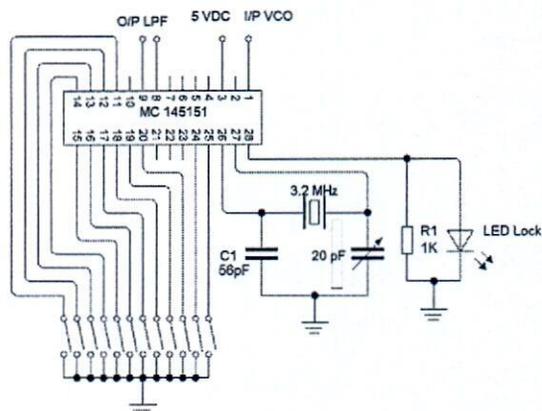
Gambar 1 Rangkaian VCO

Penggunaan kapasitor pada resistor pada *base ground* dirancang bias transistor bernilai 100 nF berfungsi sebagai kapasitor *blocking* untuk memblok tegangan DC. Rangkaian ini menggunakan induktansi sebesar 820 nH untuk memblok RF. Induktansi dipasang pada kaki *collector*, karena merupakan *output* frekuensi pada osilator

2.2.2 Rangkaian Phase Lock Loop

a. Rangkaian Phase Lock Loop IC MC145151

Rangkain ini menggunakan sebuah IC PLL MC145151 yang berfungsi untuk mengunci frekuensi. Terdapat *built-in* yang termasuk *phase detector*, osilator referensi dan *programmable divider*. Kelebihan dari IC ini dapat dieset bilangan pembaginya untuk frekuensi kristal pada *oscillator reference*, dengan kemungkinan 8 angka pembagian. Pada IC ini *N divider programmable* tidak bisa bekerja pada *input* frekuensi yang besar. Sehingga diperlukan presekaller sebagai pembagi frekuensi.



Gambar 2 Rangkaian IC MC 145151

Pada rangkaian phase lock loop separasi output frekuensi sebesar 50 KHz diatur dengan menggunakan Kristal 3.2 MHz. penggunaan Kristal 3.2 MHz sesuai dari perhitungan berikut:

$$F \text{ kristal} = 3.2 \text{ MHz} = 3200 \text{ KHz}$$

$$N \text{ (divider programmable IC)} = 8$$

$$\text{Separasi Frekuensi} = \frac{F_{\text{KRISTAL}}}{\text{Nilai RA}} \times N$$

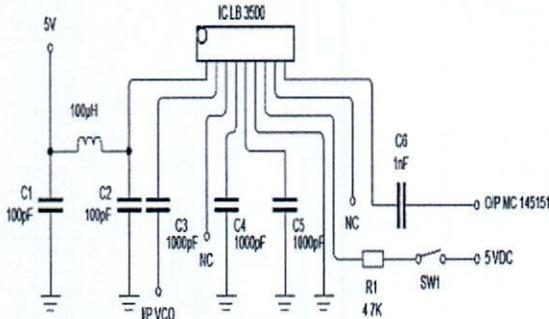
$$= \frac{3200}{512} \times 8 = 50 \text{ KHz}$$

$$\text{Nilai RA2-RA1-RA0} = 0-1-1 = 512$$

Sehingga nilai biner pada pin RA2-RA1-RA0 di IC PLL adalah 0-1-1, dengan memberikan input logic 0 untuk biner 1.

b. Rangkaian Praskaller

Dalam rangkaian PLL prasekaller yang digunakan adalah LB 3500 yang mempunyai karakteristik sebagai pembagi frekuensi dengan nilai pembagi adalah 8.

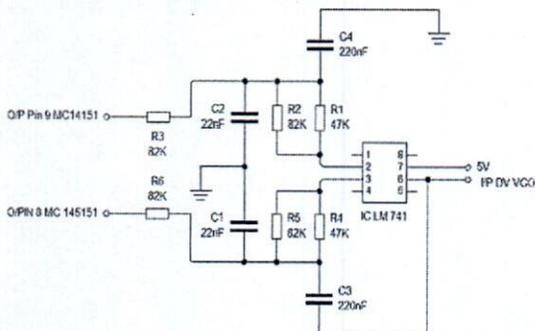


Gambar 3 Aplikasi Rangkaian IC LB 3500

Pada gambar dapat terlihat pin 2 merupakan input frekuensi dari VCO. Pada IC ini frekuensi VCO akan dibagi :8 dengan *output* pada pin 8. Pada IC ini setiap frekuensi yang masuk akan terbagi menjadi delapan. Seperti contoh ketika frekuensi dari VCO sebesar 120 MHz masuk melalui input pin 2 maka akan menghasilkan keluaran sebesar $120/8= 16$ MHz.

c. Rangkaian *Low Pass Filter (LPF)*

Untuk menentukan *filter* yang digunakan pada rangkaian PLL yang mempunyai karakteristik untuk menghilangkan *ripple output*. Jenis LPF yang digunakan adalah *filter* aktif menggunakan IC LM741. IC LM741 merupakan rangkaian *op-amp* yang digunakan sebagai filter aktif.



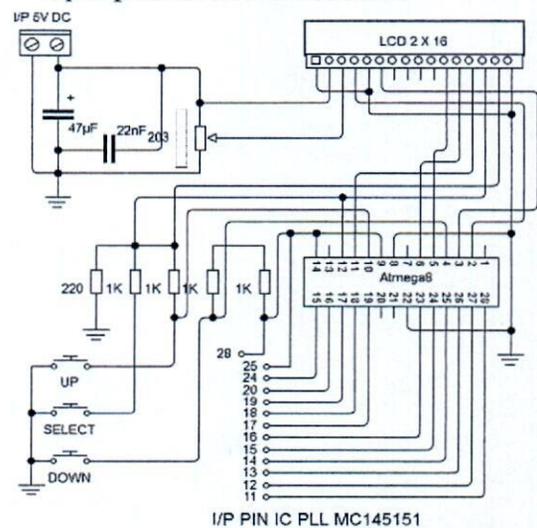
Gambar 4 Rangkaian *Low Pass Filter* Menggunakan IC LM741

Keluaran dari IC MC145151 dikuatkan untuk mendapatkan tegangan yang stabil dengan karakteristik DC murni. DC murni inilah yang akan merubah kapasitansi pada dioda varaktor sehingga merubah nilai frekuensi pada *tank circuit*.

d. Rangkaian Mikrokontroler LC

Rangkaian LCD menggunakan tampilan digital untuk menunjukkan nilai *output* frekuensi. Rangkaian menggunakan Mikrokontroler Atmega8 yang terprogram dengan menggunakan aplikasi Bascom AVR.

Program yang telah terisi digunakan untuk mengatur nilai *output* frekuensi dengan menggunakan dua buah saklar push button untuk memilihnya. Dasar pengaturan frekuensi adalah dengan mengkombinasikan nilai *binary* sebagai *input* pada IC PLL MC145151.



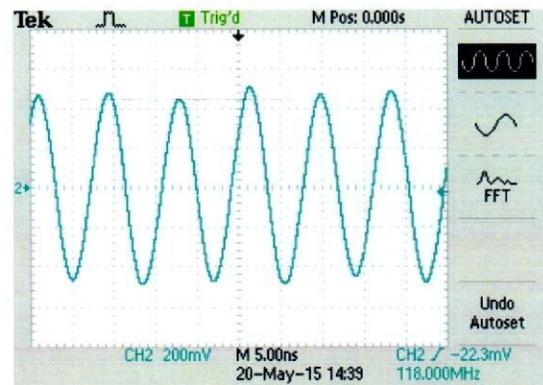
Gambar 5 Rangkaian Kontrol Mikrokontroler Atmega8 dengan LCD 2x16

Pada setiap nilai biner sebanyak 8 digit mewakili satu *output* frekuensi yang dapat diatur dengan saklar. Sehingga untuk memilih *output* frekuensi adalah dengan menekan saklar *push button up* atau *down* dan untuk mengunci frekuensi *output* dengan menekan saklar *push button middle* di posisi tengah. Dalam hal ini menekan saklar *push button* berarti memberikan perintah pada mikrokontroler untuk mengirimkan kombinasi biner pada IC PLL MC14151.

2.3 Uji Coba Rancangan

Pada saat melakukan uji coba rangkaian penulis mengambil dua buah signal yang digunakan sebagai data *output* frekuensi dari rangkaian PLL. Jenis data yang diambil merupakan dua buah signal dengan nilai frekuensi yang menjadi batasan frekuensi dalam penulisan ini. Frekuensi yang diambil adalah frekuensi dengan batas nilai terkecil dan nilai batas terbesar. Frekuensi yang diukur yaitu frekuensi terkecil dengan nilai sebesar 118 MHz dan frekuensi terbesar dengan nilai sebesar 137 MHz. Dua buah buah signal yang diambil mewakili pengukuran untuk menghitung nilai frekuensi dan bentuk dari signal tersebut. Signal diambil dari rangkaian final PLL, rangkaian praskaller dan nilai dari *output* IC PLL.

Pada Gambar Dibawah Ini Merupakan Pengukuran Gelombang 118.00 Mhz Menggunakan Oscilloskop.



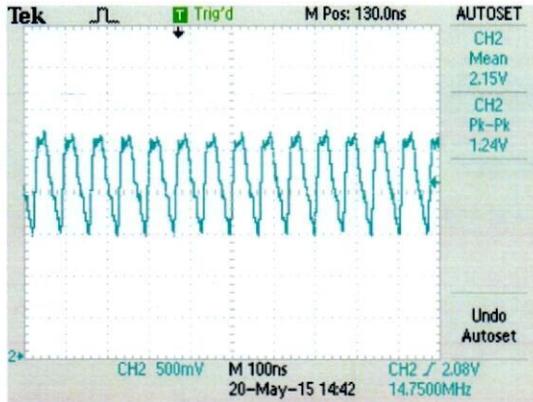
Gambar 4.12 Frekuensi *Final Output* Sebesar 118.00 MHz

Pengukuran frekuensi juga dilakukan dengan menggunakan *frequency counter* untuk mengetahui kestabilan frekuensi.



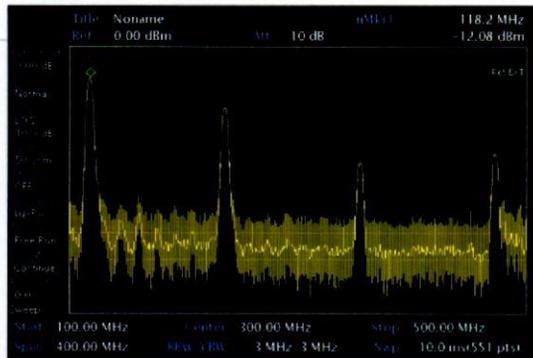
Gambar 4.15 Hasil Pengukuran 118.000 MHz dengan *Frequency Counter*

Pada gambar 4.18 ditunjukkan hasil frekuensi pembagi dari frekuensi terbesar yaitu 118 MHz. Besar frekuensi output pada rangkaian praskaller adalah 14.750 MHz.

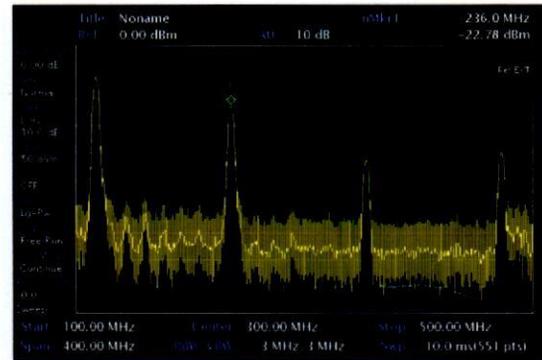


Gambar 4.17 Frekuensi *Output* Praskaller Sebesar 14.750 MHz

Untuk mengetahui nilai frekuensi *fundamental* dan frekuensi harmonik pengukuran menggunakan *spectrum analyzer*. *Spectrum analyzer* merupakan *receiver* yang dapat menampilkan nilai *power fundamental* dan *power harmonik* dalam satuan dBm.

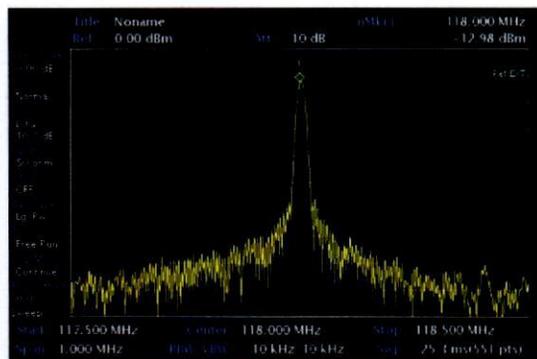


Gambar 4.20 Nilai *Power Fundamental* pada Frekuensi 118 MHz



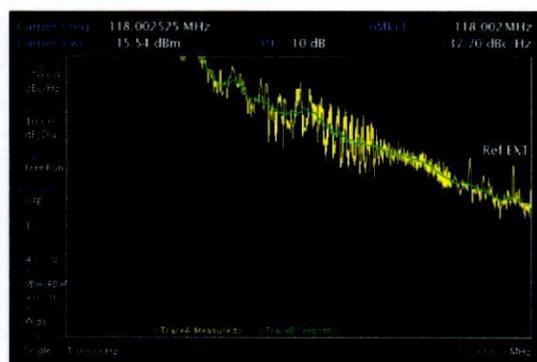
Gambar 4.21 Nilai *Power Harmonik 1* Frekuensi 118 mhz Sebesar 236 MHz

Frekuensi *carrier* selain menggunakan *oscilloscope* untuk melihat bentuk gelombang, Dapat dilihat bentuk *power fundamentalnya* menggunakan *spectrum analyzer*. Pada Gambar 4.30 memperlihatkan bentuk frekuensi *carrier* pada 118 MHz dengan *span* sebesar 1 MHz. pada gambar terlihat nilai *power fundamental* yang dihasilkan memiliki *power* yang lebih besar dari *power* yang ada disekitarnya. Hal ini membuktikan bahwa perancangan osilator yang dilakukan menghasilkan sedikit *noise* yang tidak mengganggu frekuensi *fundamental*. Pada gambar terlihat *noise* yang ditimbulkan pada rentang 500 KHz dari frekuensi *fundamental* tidak besar. Sehingga *noise* yang ditimbulkan tidak mengganggu pada separasi 25 KHz.



Gambar 4.29 Perbandingan Frekuensi Carrier 137 MHz dengan Noise

Hasil pengukuran dengan menggunakan spectrum analyzer didapatkan nilai *phase noise* sebesar -37.70 dBc/Hz pada frekuensi 118 MHz. Nilai *phase noise* ditimbulkan disekeliling frekuensi *carrier*.



Gambar 4.32 Grafik *Phase Noise* pada Frekuensi 118.00 Mhz

Pada table 1 merupakan hasil pengujian dari alat yang sudah dipabrikan. pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur berupa *oscilloscope*, *spectrum analyzer* *frequency counter*.

Tabel 1 Parameter Hasil Uji Coba Rancangan

Parameter	Nilai ukur	Hasil Uji		Ket
Output frekuensi (MHz)	118 s.d. 137	118.00	137.00	V
Bentuk Gelombang	Sinus	Sinus	Sinus	V
Stability	0.000 2 %	0.0002 %	0.0002 %	V
Sparasi Frekuensi (KHz)	25	100	100	X
P. Fundamenta 1 (dBm)	>-20	-12.08	-9.56	V
F. Harmonic1 (MHz)	2x Freq	236.0	274.8	V
F. Harmonic2 (MHz)	3x Freq	354.5	411.6	V
P. Harmonic1 (dBm)	<-80	-22.78	-22.9	X
P. Harmonic2 (dBm)	<-80	-43.44	-35.25	X
Phase Noise (dBc/Hz)	< -10	-37.70	-40.46	V
Volt Peak to Peak (mV)	200	22.3	2.24	X

2.4 Interpretasi Hasil Uji Coba

Rancangan

Dalam melakukan pabrikan ada perubahan nilai komponen yang disesuaikan pada nilai komponen yang ada dipasaran. Dalam proses pabrikan hasil nilai simulasi memiliki perbedaan nilai yang dihasilkan. Hal ini dipengaruhi oleh proses pabrikan seperti penyolderan, jenis bahan komponen yang digunakan serta dalam melakukan jalur rangkaian.

Dari hasil pabrikan yang dilakukan osilator dengan menggunakan metode PLL didapatkan frekuensi *output* dengan nilai frekuensi yang *stabil* dan nilai yang tepat. Pada hasil pengukuran didapatkan hasil pengukuran *range* frekuensi sebesar 118 MHz s.d. 137 MHz dengan nilai yang stabil. Dalam melakukan uji coba rancangan hasil yang didapat belum memenuhi semua parameter yang diinginkan namun mendapatkan nilai yang bagus pada parameter yang lain. Nilai pengukuran pada penulisan ini diambil dari tiga sampel frekuensi yaitu pada frekuensi 118 MHz, 127.500 MHz dan 137 MHz. Pengukuran yang dilakukan menggunakan *frekuensi counter*, *oscilloscope* dan *spectrum analyzer* dengan pengukuran nilai berupa gelombang sinus, *power fundamental*, *power harmonik* dan *phase noise*.

3. KESIMPULAN DAN SARAN

3.1 Kesimpulan

Dalam pemaparan dan penjelasan yang telah disampaikan, penulis menyimpulkan antara lain:

1. Osilator dengan menggunakan metode *phase lock loop* memiliki hasil *output* frekuensi yang stabil dan konstan dengan kestabilan 0.0002% dari frekuensi kerja. Nilai frekuensi *output* ditampilkan dalam nilai digital pada LCD.
2. Pada rancangan didapatkan rentang frekuensi pada nilai 118 MHz s.d. 137 MHz.
3. Perubahan *output* frekuensi diatur dengan menggunakan saklar *push button* dengan nilai separasi frekuensi yang dihasilkan dari rangkaian PLL sebesar 100 KHz. Pemilihan separasi frekuensi dengan menggunakan nilai perhitungan pada kristal yang dipasang pada IC PLL MC14151.
4. Pada simulasi didapat nilai *power fundamental* sebesar 26,201 dBm, nilai *power harmonic* sebesar -10,260 dBm, dan *phase noise* sebesar -163 s.d. -192 dBc pada frekuensi 118.02 MHz.
5. Pada hasil rancangan didapatkan *power fundamental* sebesar -12.98 dBm, nilai *power harmonic* sebesar -22,780 dBm, dan *phase noise* sebesar -37.70 dBc pada frekuensi 118.000 MHz.
6. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian rancangan rancangan osilator belum memenuhi

kriteria untuk digunakan sebagai komponen pendukung pada pemancar VHF A/G tower set. Kriteria yang didapatkan hanya memenuhi lima kriteria dari delapan kriteria yang diinginkan. Hal ini karena keterbatasan waktu penelitian serta komponen yang langka untuk didapatkan.

3.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang ada pada penelitian ini. Perlu adanya pengembangan dan penelitian lebih lanjut mengenai osilator dengan metode PLL. Sehingga dapat digunakan sebagai komponen pendukung pemancar pada peralatan *transceiver VHF*. Ataupun dijadikan sebagai piranti pengganti atau suku cadang pada modul pembangkit frekuensi *transceiver VHF*.

DaftarPustaka

- Boycestad, R. L., and Nashelsky L., *Electronic Device and Circuit Theory*, Canada: Pearson Education, 2011
- Fitra, A., *Rancangan Indikator Alarm VHF-ER Melalui Pengiriman Pulsa Tone Menggunakan Handy Talky Icom IC-2AT di Bandara Juanda (Skripsi)*, Tangerang: STPI Curug, 2007
- Gonzalez, G., *Foundations Of Oscillator Circuit Design*, London: Artech House, 2007
- Gonzalez, Guillermo. *Microwave Transistor Amplifier: Analysis and Design, 2nded*, New Jersey, Prentice Hall, 2007
- ICAO, *Annex 10 Aeronautical Telecommunication Volume V Aeronautical Radio Frequency Spectrum Utilization*, Chapter 4, Tahun 2013
- ICAO, *Annex 10 Aeronautical Telecommunication Volume III Communication System*, Chapter 6, Tahun 2013
- Muhammad, M. A., *Komparasi Konsep Rancangan Osilator pada Frekuensi 110,5 MHz dengan menggunakan Metode Colpits dan Metode Hartley Pada peralatan ILS di Bandara Palembang (Skripsi)*, Tangerang: STPI Curug, 2014
- Syre, C. W., *Complete Wireless Design Second Edition*, USA: McGraw-Hill Companies, 2008
- AM Wave. (2013, 12 Juni) *Amplitude Modulation*. diperoleh 19 Mei 2015, dari http://en.wikipedia.org/wiki/amplitude_modulation.htm
- AM Transmitter. (2013, 12 Juni) *Amplitude Modulation*. diperoleh 19 Mei 2015, dari <http://en.wikipedia.org/wiki/am.htm>

Aplikasi PLL dengan IC MC145151 (2008, 05 November) *Pemancar AM/FM*.
diperoleh 30 April 2015,
dari <http://txfm.blogspot.com/2008/11/aplikasi-pll-dengan-ic-mc145151.html>

Budic Utom. (2004, 19 Februari) *Oscillator Application*. Diperoleh 14 Mei 2014,
dari <http://nisguru.blogspot.com/oscillator>

Kapasitor. (2013, 21 April) *Catu Daya*.
Diperoleh 19 Mei 2015, dari
<http://academia.edu.htm/regulasi%20Catu%20Daya%20terregulasi>

Onno Purbo. (04 Februari 2014)
Rangkaian Osilator. Diperoleh 30 Mei 2015, dari FTP
kambing.ui.ac.id/onnopurbo/teknik/elektronika/unj/bab17-rangkaian-osilator.pdf