

# ANALISA PEMBAGI FREKUENSI UNTUK PHASE LOCKED LOOP BERBASIS IC TC9122

M. Ibrahim Ashari, Rachmadi Setiawan  
*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang*  
ibrahim\_ashari@lecturer.itn.ac.id  
*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang*  
rachmadi@lecturer.itn.ac.id

## Abstract

*In FM radio receivers many frequency instabilities are found in the form of interference from other transmitter radio frequencies. This requires a frequency locking system that can lock the frequency of the relationship between the reference frequency and the frequency wave generated by VCO. The locking system is the Phase Locked Loop system. The Phase Locked loop system requires a divider frequency circuit that uses IC TC9122, input the IC frequency divider will experience a division process that is controlled by a DIP Switch that has been calculated based on the desired frequency to be locked. With this background, it is necessary to create Frequency Dividers for Phase Locked Loops Based on IC TC9122 ", because they see how important PLL is in the radio reception system as a frequency stabilizer. The results of this tool get stability, if the DIP Switch value is calculated based on multiplication of 8 stable prescaler frequencies. To obtain the output frequency stability, the calculation refers to the output of the prescaler 8 divider.*

**Keywords:** PLL, Divider Frequency, FM

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi telekomunikasi berupa radio merupakan media komunikasi yang digunakan masyarakat untuk memperoleh informasi dan menyampaikan informasi yang dibutuhkan. Penggunaannya antara lain sebagai media promosi suatu iklan, siaran musik, siaran berita dan siaran mengudara lainnya. Dalam pembuatan radio itu sendiri terdapat beberapa sistem dan komponen yang menjadikan alat itu bisa berfungsi yaitu rangkaian penala IF dan modulatnya. Dalam penala IF radio FM, digunakanlah IC TA7358 yang berfungsi sebagai penerima frekuensi radio. Sistem kerja penerima dari IF ini yaitu dengan memanfaatkan tegangan masukan yang dibiaskan pada diode varaktor sebagai pengontrol frekuensi yang dibangkitkan oleh osilator. Proses pembiasan tegangan pada varaktor ini disebut dengan *Voltage Controlled Oscillator (VCO)*.

Dalam penerima radio FM dengan menggunakan IC TA7358 ini, dijumpai ketidakstabilan frekuensi pada *Local Oscillator* berupa interferensi dari

frekuensi radio pemancar lain. Hal ini diperlukannya sistem pengunci frekuensi yang dapat mengunci frekuensi relasi antara frekuensi referensi dengan gelombang frekuensi yang dihasilkan VCO. Sistem pengunci tersebut yaitu sistem *Phase Locked Loop*, dengan sistem kerjanya membandingkan sinyal referensi dengan sinyal masukan yang dikontrol oleh pendeteksi fasa. Sehingga sistem PLL akan memodulasi frekuensi menjadi lebih stabil pada frekuensi osilasinya dan tidak terganggu frekuensi lainnya.

Peneliti mengangkat "Analisa Pembagi Frekuensi untuk *Phase Locked Loop* Berbasis IC TC9122", karena melihat betapa pentingnya PLL dalam sistem penerimaan radio sebagai penstabil frekuensi. Selain itu sistem kestabilan rangkaian PLL ini sangat berguna bagi media pembelajaran sistem pengiriman dan penerimaan data wireless.

Dari uraian diatas terdapat beberapa permasalahan yang dapat dikaji lebih lanjut, yaitu bagaimana penerapan

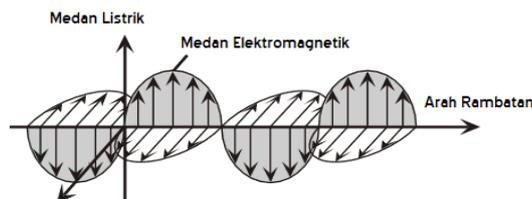
pembagi frekuensi pada PLL untuk penerima FM.

Dalam penelitian ini terdapat tujuan yang ingin dicapai yaitu mendesain pembagi frekuensi untuk PLL untuk penerima FM.

## 2. KAJIAN LITERATUR

### 2.1 Radio

Radio adalah teknologi elektronik yang digunakan untuk pengiriman sinyal dengan cara modulasi dan radiasi elektromagnetik (gelombang elektromagnetik). Gelombang ini melintas dan merambat lewat udara dan bisa juga merambat lewat ruang angkasa yang hampa udara, dikarenakan gelombang ini tidak memerlukan medium pengangkut (seperti molekul udara), Maxwell merupakan orang pertama yang mengemukakan keberadaan gelombang elektromagnetik pada 1864. Belakangan Heinrich Rudolf Hertz menggunakan sebuah susunan resonator tahap awal untuk mendemonstrasikan keberadaan gelombang elektromagnetik. Peralatan Hertz benar-benar sangat sederhana dan terdiri dari dua loop resonan, satu untuk menyampaikan transmisi, dan yang satu lagi untuk menerima. Setiap loop bekerja sebagai sirkuit radio dan juga sebagai suatu antena yang resonan. Loop transmisinya diekstensi dengan menggunakan koil induksi dan baterai. Sebagian dari energi yang diradiasikan oleh loop transmisi ini berbentuk gelombang elektromagnetik. Gelombang ini memiliki komponen magnetik dan komponen listrik dan yang berjalan pada kecepatan cahaya, seperti gambar 1.



**Gambar 1. Modulasi Amplitudo dan Frekuensi.**

Pada 1894, Marconi mendemonstrasikan potensi komersial dari fenomena yang diprediksi oleh Maxwell

dan digunakan Hertz dalam peralatannya. Marconi jugalah yang menjadikan radio sebagai bagian kehidupan kita dengan merintis pengembangan telegrafi tanpa-kabel (atau 'nirkabel'). Marconi mampu mendemonstrasikan secara efektif bahwa informasi dapat saling ditukar diantara lokasi-lokasi yang jauh tanpa menggunakan 'kabel-darat'.

Sistem telegrafi nirkabel Marconi ini terbukti sangat berharga untuk komunikasi maritim (antar kapal dan antara kapal dan daratan) dan telah membantu menyelamatkan banyak jiwa. Aplikasi radio di kemiliteran pertama kali digunakan pada Perang Dunia I (1914-1918) dan, selama periode tersebut radio pertama kali digunakan di atas pesawat terbang.

### 2.2 Spektrum Frekuensi Radio

Sinyal frekuensi radio umumnya diasumsikan untuk menempati sebuah rentang frekuensi yang membentang dari sekitar puluhan kilohertz (kHz) sampai dengan beberapa ratus gigahertz (GHz). Frekuensi terendah dari rentang frekuensi radio yang banyak digunakan (di bawah 30 kHz) hanya cocok untuk komunikasi lingkup terbatas. Pada frekuensi ini, sinyal merambat sebagai gelombang latar (*ground wave*) (mengikuti kurvatur bumi) menempuh jarak yang sangat jauh. Pada ekstrim yang lain, rentang frekuensi tertinggi yang banyak digunakan terletak di atas 30 GHz. Pada frekuensi microwave ini, ada banyak bandwidth untuk mentransmisikan banyak saluran televisi dengan menggunakan sambungan point to point atau memungkinkan dibuatnya sistem radar yang sangat tinggi batasannya dan sinyal-sinyal yang cenderung merambat hanya di sepanjang jalur yang tampak.

Pada sinyal frekuensi lainnya, sinyal-sinyal dapat merambat melalui banyak media termasuk refleksi dari lapisan-lapisan terionisasi di ionosfer. Pada frekuensi antara 3 MHz dan 30 MHz, propagasi ionosfer secara berkala membuka komunikasi siaran antar-benua. Kegunaan dari setiap frekuensi

tergantung pada beberapa faktor, dimana faktor yang terpenting adalah karakteristik-karakteristik perambatan di dalam band bersangkutan. Faktor lain yang perlu diperhatikan meliputi efisiensi dari sistem antena yang digunakan pada rentang yang bersangkutan dan bandwidth yang tersedia.

Seperti halnya cahaya, gelombang radio merambat ke arah luar dari suatu sumber energi (transmitter, pemancar) dan terdiri dari medan listrik (E) dan medan magnetik (H) yang saling membentuk sudut siku-siku. Kedua komponen ini tidak dapat dipisahkan. Gelombang yang dihasilkan bergerak menjauh dari sumber dimana garis-garis E dan H sama-sama membentuk sudut siku-siku terhadap arah perambatan. Berdasarkan peraturan ITU (*International Telecommunication Union*) spektrum frekuensi dibagi menjadi beberapa pita frekuensi lihat tabel 1.

**Tabel 1. Tabel Spektrum Frekuensi Radio**

Nama Band	Singkatan	Frekuensi	Panjang Gelombang
Extremely low frequency	ELF	3-30 Hz	100.000 km – 10.000 km
Super low frequency	SLF	30-300 Hz	10.000 km – 1000 km
Ultra low frequency	ULF	300-3000 Hz	1000 km – 100 km
Very low frequency	VLF	3-30 KHz	100 km – 10 km
low frequency	LF	30-300 KHz	10 km – 1 km
Medium frequency	MF	300-3000 KHz	1 km – 100 m
High frequency	HF	3-30 MHz	100 m – 10 m
Very high frequency	VHF	30-300 MHz	10 m – 1 m
Ultra high frequency	UHF	300-3000 MHz	1 m – 100 cm

Nama Band	Singkatan	Frekuensi	Panjang Gelombang
Super high frequency	SHF	3-30 GHz	100 cm – 10 cm
Extremely high frequency	EHF	30-300 GHz	10 cm – 1 mm
Tremendously high frequency	THF	300 GHz >	1 mm – 0,1 mm

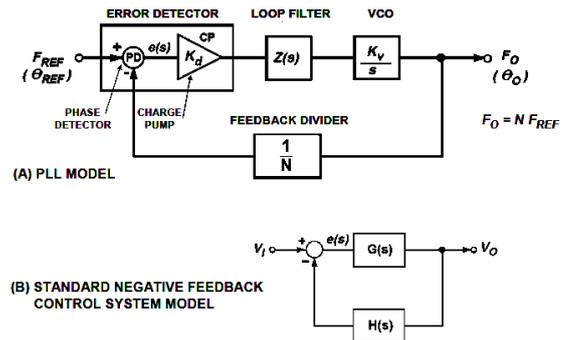
### 2.3 Phase Locked Loop

Tahun 1923 merupakan suatu penelitian awal tentang sinkronisasi osilator otomatis. Kemudian pada tahun 1932 para peneliti Inggris yaitu Edwin Armstrong kembali melakukan penelitian mengenai fase-loop terkunci ketika mengembangkan sebuah alternative pada penerima *superheterodyne*, *Homodyne*. atau *synchrodyne*. Dalam sistem *Homodyne* atau *synchrodyne*, dilakukan penyetelan osilator lokal pada frekuensi masukan sesuai keinginan dan mengalikan sinyal masukan yang dihasilkan sinyal keluaran meliputi informasi modulasi asli. Hal ini bertujuan untuk membandingkan rangkaian penerima sirkuit tuned dengan penerima *superheterodyne*. Pada kondisi ini sinyal osilator lokal cepat melayang difrekuensi sehingga dapat menjadikan fase yang sama dan frekuensi dengan sinyal sesuai keinginan. Teknik tersebut pada tahun 1932 telah dijelaskan oleh Henri de Bellescize pada makalahnya melalui jurnal Perancis *L'Onde Electrique*.

*Phase locked loop* (PLL) dimasyarakatkan dikenal sebagai pengunci frekuensi. Hal ini benar namun perlu penjelasan yang lebih mendalam. Dimisalkan pada suatu pemancar radio FM frekuensinya dikunci pada satu titik dan tidak berubah, maka pada radio penerima tidak dapat mendengarkan suara apa-apa. Hal ini karena sistem dari pemancar modulasi FM frekuensinya akan berubah sesuai sinyal yang dimodulasikannya. Jadi PLL memiliki fungsi mengembalikan frekuensi yang telah mengalami pemodulasian pada frekuensi aslinya.

Secara teori *phase locked loop* adalah loop umpan balik dengan detektor phase (pencampur yang digunakan dengan cara yang khusus), sebuah *low pass filter*, sebuah penguat dan sebuah *voltage controlled oscillator* (VCO). Dalam hal ini keluaran memberikannya kembali tegangan dan membandingkannya dengan inputnya, atau dengan kata lain PLL memberikan kembali frekuensi dan membandingkannya dengan frekuensi yang datang. Hal ini memungkinkan VCO menguji keadaan frekuensi yang masuk. Pada rangkaian VCO, jika sinyal input lemah kemudian terganggu oleh noise, maka PLL akan mengunci sinyal dan menghasilkan sinyal keluaran yang kuat tanpa berubahnya frekuensi aslinya. Dalam keadaan ini perbandingan sinyal terhadap noise diperkuat karena PLL juga melakukan penyaringan noise diluar jangkauan penangkapannya sehingga menghasilkan sinyal pemodulasi. Rangkaian PLL menggunakan dua jenis osilator dalam menghasilkan frekuensi keluaran yang stabil dan mudah diubah variable tegangannya yaitu Kristal dan VCO. Sistem kerjanya yaitu membagi frekuensi VCO kemudian membandingkan dengan frekuensi referensi dari osilator Kristal.

PLL mempunyai banyak penggunaan antara lain; penerima tv menggunakan PLL untuk mensinkronkan ayunan (*sweep*) horizontal dan vertical. Penala (*tuner*) stereo FM menggunakan PLL untuk memperbaiki penampilannya (*performance*). Dan karena keunggulan kekebalannya terhadap derau (noise), PLL telah digunakan secara luas untuk mengikuti sinyal dan satelit. Penggunaan lain meliputi frekuensi *synthesizer*, pembangkit (generator) FM, dan *touch-tone telephone*. Penggambaran diagram blok sistem pengendali dari rangkaian PLL pada gambar 2. Berikut diagram blok dari phase locked loop.



**Gambar 2. Diagram Blok Sistem Pengendali Rangkaian PLL**

Sebuah osilator yang diatur dengan tegangan VCO membangkitkan frekuensi keluaran akhir  $F_{out}$ , dan dirancang sedemikian sehingga dapat ditala pada seluruh cakupan yaitu dari frekuensi minimum sampai frekuensi maksimum yang dikehendaki. Keluarannya langsung diumpankan ke beban atau  $F_{out}$  dan juga digunakan untuk mendorong suatu penghitung biner (*binary counter*) yang dapat diprogram (*Frequency Divider, Prescaler.*) Fungsinya yaitu sebagai pembagi frekuensi ( $N$ , di mana  $N$  adalah bilangan yang diprogramkan kedalam counter itu). Keluaran counter adalah sebuah gelombang persegi pada frekuensi pedoman yang merupakan masukan kedua ke rangkaian pembanding-fasa (*phase-comparator*).

Sinyal yang datang adalah satu input untuk detektor phase; sinyal VCO yang kembali merupakan sinyal input lain. Output pencampur menggerakkan low pass filter, yang outputnya diperkuat dan dipakai pada VCO. Mula-mula frekuensi VCO dekat dengan frekuensi yang datang. Karena output pencampur adalah sebuah nada denyut (sinyal frekuensi yang rendah), hal ini menyebabkan frekuensi VCO berubah sampai menjadi sama dengan frekuensi yang datang. Pada titik ini output dari pencampur adalah tegangan *Direct Current* (DC), sebanding dengan perbedaan fase antara sinyal VCO dan sinyal yang datang. Tegangan DC yang diperkuat inilah yang mengendalikan frekuensi VCO, menjaganya tetap terkunci terhadap frekuensi yang baru

masuk sehingga dijadikan dasar dari pesintesis frekuensi atau *Frequency Synthesizer*. Pesintesis frekuensi yang dikenal dengan *Frequency Synthesizer* merupakan penghasil frekuensi yang berubah-ubah dari suatu frekuensi referensi yang tetap.

## 2.4 Osilator

Osilator (*Oscillator*) merupakan suatu rangkaian yang berperan penting dalam kesisteman komunikasi radio. Hal ini dikarenakan gelombang radio adalah gelombang elektromagnetik yang dapat dipancarkan jika ada arus listrik yang berubah yang dihasilkan oleh osilator. Osilator menghasilkan keluaran yang amplitudanya berubah-ubah secara periodik dengan waktu. Dasar dari suatu osilator yaitu suatu rangkaian penguat dengan sistem *feedback*, dimana sebagian sinyal keluaran yang dikembalikan lagi ke masukan dengan fasa dan tegangan yang sama sehingga terjadi osilasi yang terus menerus. Terjadinya osilasi pada sebuah osilator ditentukan beberapa rangkaian seperti rangkaian penguat, rangkaian *feedback* dan rangkaian *tank circuit*.

Rangkaian *feedback* merupakan rangkaian umpan balik yang sinyal keluarannya sebagian dikembalikan lagi ke masukan Osilator. Hal ini agar terjadi tegangan dan fasa yang sama antara masukan dan keluaran. Rangkaian *feedback* menggunakan komponen pasif R dan C. Sedangkan *tank circuit* yaitu rangkaian penentu frekuensi kerja dari osilator *carrier* atau pembawa frekuensi. Pada umumnya rangkaian *tank circuit* menggunakan komponen L dan C dikarenakan jika frekuensi yang diinginkan tinggi, maka semakin kecil nilai komponen yang digunakan. Keadaan ini berbanding terbalik dengan R dan C karena frekuensi yang dihasilkan tidak bisa mencapai nilai komponen yang tinggi karena terbatasnya nilai R.

Rangkaian osilator tidak ada isyarat masukan, hanya ada isyarat keluaran saja yang frekuensi dan amplitudanya dapat dikendalikan.

Osilator secara umum dijadikan sumber isyarat untuk menguji suatu rangkaian, misalnya untuk mendeteksi dan menentukan jarak dengan gelombang mikro (radar) ataupun gelombang ultrasonic (sonar). Selain itu pesawat penerima radio dan televisi juga menggunakan osilator untuk mengolah isyarat yang datang. Isyarat yang datang ini dicampur dengan isyarat dari osilator local sehingga menghasilkan isyarat pembawa informasi dengan frekuensi lebih rendah atau disebut juga IF (*Intermediate Frequency*).

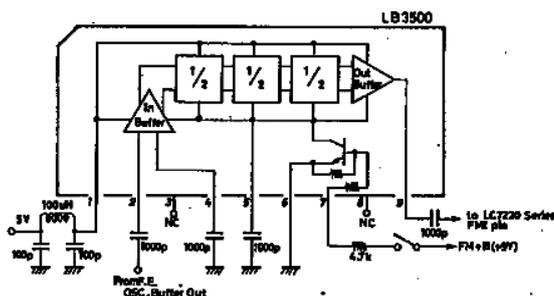
Dalam osilator PLL menggunakan dua jenis osilator sebagai pendukung sistem kerjanya, yaitu osilator Kristal dan VCO. Fungsi dari kedua buah osilator ini sebagai penghasil frekuensi keluaran yang stabil dan juga dapat bersifat variable atau bisa diubah-ubah. Berikut penjelasan mengenai osilator yang bekerja dalam rangkaian PLL :

## 2.5 Prescaler 1/8

Merupakan suatu rangkaian elektronik yang berfungsi mengurangi sinyal frekuensi tinggi ke frekuensi rendah dengan cara pembagian integer. Sistem kerja dari prescaler adalah membagi frekuensi agar dapat diproses oleh frekuensi divider. Terdapat beberapa jenis IC prescaler salah satunya yaitu IC LB3500.



**Gambar 3. Bentuk Fisik IC LB3500**



Gambar 4. Blok Diagram IC LB3500

Penjelasan mengenai konfigurasi pin IC LB 3500

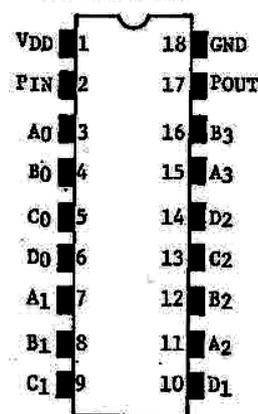
- PIN 1 = VCC  
VCC adalah tegangan sumber IC yang berdasarkan datasheet sebesar 5 V - 8 V.
- PIN 2 = IN+  
IN+ adalah masukan positif dari VCO.
- PIN 3 = NC  
NC adalah *not connect* yang berarti tidak terhubung.
- PIN 4 = IN-  
IN- adalah masukan negative dari VCO yang dihubungkan seri dengan kapasitor 1000pF ke *ground*.
- PIN 5 = SUB  
SUB adalah pin yang menghubungkan seri kapasitor 1000pF dengan *ground*.
- PIN 6 = GND  
GND adalah *ground*.
- PIN 7 = INH  
INH adalah *input high voltage* yang berarti masukan tegangan yang tinggi 3V – 5.5V yang didapatkan dari osilator
- PIN 8 = NC  
NC adalah *not connect* yang berarti tidak terhubung.
- PIN 9 = OUT  
OUT adalah keluaran dari IC yang dihubungkan ke bagian selanjutnya.

### 2.6 Frequency Divider

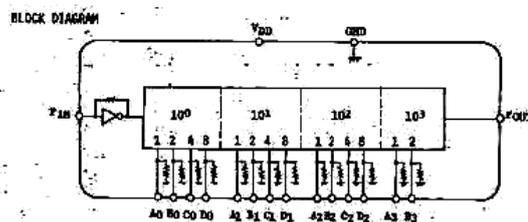
*Frequency Divider* atau yang disebut juga pembagi frekuensi adalah rangkaian elektronik yang bisa membagi frekuensi sesuai yang diinginkan. Dalam

rangkainan PLL ini, pembagi frekuensinya menggunakan sistem BCD (*Binary Coded Decimal*) yaitu mengkodekan bilangan desimal menjadi biner. Untuk membuat pembagi frekuensi salah satunya menggunakan IC TC 9122. Bilangan biner dalam system IC ini dibagi menjadi empat bagian yaitu ribuan, ratusan, puluhan, dan satuan.

### PIN CONNECTION



Gambar 5. Konfigurasi IC TC9122



Gambar 6. Blok Diagram IC TC 9122  
Penjelasan mengenai konfigurasi pin IC TC 9122 :

- PIN 1 = VDD  
VDD adalah tegangan sumber IC yang berdasarkan datasheet sebesar 0.3V–10V
- PIN 2 = Pin  
Pin adalah terminal *phase* masukan, dapat berasal dari VCO atau Prescaler.
- PIN 3 – PIN 16 = Program Input Terminal  
Program input terminal adalah terminal masukan untuk menentukan rasio berdasarkan sistem BCD. Berikut penjelasan mengenai BCD :

- PIN 3 - PIN 6, menunjukkan bilangan satuan. A0, B0, C0, D0.
- PIN 7 - PIN 10, menunjukkan bilangan puluhan. A1, B1, C1, D1.
- PIN 11 - PIN 14, menunjukkan bilangan ratusan. A2, B2, C2, D2.
- PIN 15 - PIN 16, menunjukkan bilangan ribuan. A3, B3.

Untuk menentukan nilai kode biner dapat dirumuskan

$$x_{div} = \frac{frekuensi(Hz)}{frefrensi(Hz) \times prescaler}$$

:

Contoh : Jika diinginkan frekuensi sebesar 108 Mhz, maka

$$x_{div} = \frac{108.000.000}{6250 \times 8}$$

$$x_{div} = 2160$$

Dengan ini dip switch di set :

$$2 = 1 = 6 = 0$$

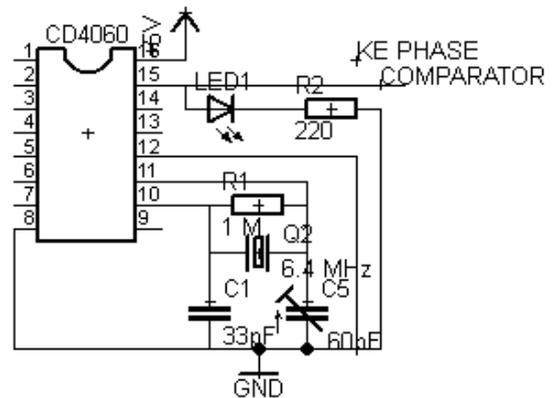
$$\frac{A3 B3}{0 1} = \frac{A2 B2 C2 D2}{1 0 0 0} = \frac{A1 B1 C1 D1}{0 1 1 0} = \frac{A0 B0 C0 D0}{0 0 0 0}$$

Catatan : kondisi 0 = Off, 1 = On

- PIN 17 = Pout  
Pout adalah terminal *phase* keluaran, menuju *phase detector*.
- PIN 18 = GND  
GND adalah *ground*.

## 2.7. Frekuensi Referensi

Frekuensi referensi merupakan rangkaian osilator terpisah yang menghasilkan frekuensi rendah sebagai referensi dari detektor fasa. Dalam rangkaian PLL ini perlunya kestabilan frekuensi sehingga digunakanlah osilator Kristal berbasis IC divider CD4060.



**Gambar 7. Skematik Frekuensi Referensi IC CD4060.**

Komponen perancangan frekuensi referensi :

- 1) IC CD4060.
- 2) Resistor 1 M ohm
- 3) Kristal 6.4 MHz
- 4) Kapasitor 33 pF
- 5) Kapasitor trimmer 60 pF

Konfigurasi pin IC CD4060 :

- a) Pin 8 dan pin 12 dihubungkan ke ground (GND)
- b) Pin 10 dan pin 11 dihubungkan dengan komponen Kristal 6.4 MHz dengan resistor, dan kapasitor dihubungkan seri pada masing-masing pin 10 dan pin 11.
- c) Pin 15 adalah keluaran frekuensi referensi yang akan diteruskan ke phase comparator.
- d) Pin 16 dihubungkan ke catu daya VDD +5V

Kristal yang digunakan pada perencanaan ini yaitu 6.4 MHz. Hal ini ditentukan karena pergeseran frekuensi atau *step frequency* yang diinginkan sebesar 50 KHz atau 50.000 Hz. Tujuan ditetapkannya frekuensi pergeseran 50 KHz yaitu sebagai penentu keluaran frekuensi referensi dari frekuensi kerja IC CD4060. Sebelum menentukan nilai Kristal, hal yang dilakukan yaitu menentukan frekuensi referensinya (fr) terlebih dahulu. Penentuan nilai frekuensi referensi tersebut

dapat ditetapkan berdasarkan rumus:

$$f_r = \text{step frekuensi} \times \text{prescaler}$$

$$f_r = 50.000 \times (1/8)$$

$$f_r = 6.250 \text{ Hz}$$

Sehingga diperoleh frekuensi referensi sebesar 6.250 Hz atau 6,25 KHz untuk pergeseran frekuensi sebesar 50 KHz. Selanjutnya setelah frekuensi referensi didapatkan maka dilakukan pemilihan nilai Kristal berdasarkan pin konfigurasi yang diinginkan pada keluaran IC. Sebelum ditetapkan dalam rumus maka ditetapkan keluaran IC pada pin 15 = Q10 ( $2^{10}=1024$ ) dengan perumusan sebagai berikut :

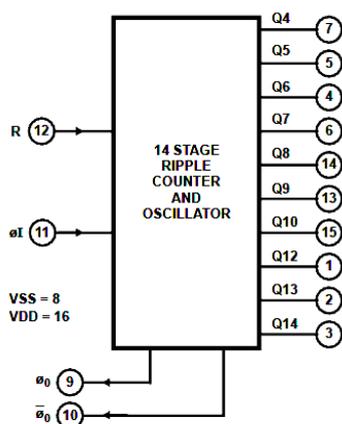
$$N_{\text{kristal}} = \text{frekuensi referensi} \times Q_{\text{out}}$$

$$N_{\text{kristal}} = 6250 \times 1024$$

$$N_{\text{kristal}} = 6.400.000$$

*Qout*: Keluaran IC dalam biner  
*N Kristal*: Nilai kristal

Sehingga hasil tersebut menunjukkan bahwa Kristal = 6.4 MHz dengan Q10 berada pada pin 15 kaki IC CD4060, dimana angka setelah Q mewakili pangkat dari bilangan biner.



**Gambar 8.. Fungsional Diagram IC CD4060**

### 3. METODE PENELITIAN

Pembahasan desain sistem keseluruhan alat yang akan dibuat pada penelitian ini. Desain tersebut meliputi desain sistem dan pembuatan alat atau *hardware*. Dalam proses ini diperlukan beberapa metode untuk kelancaran proses pengerjaannya, antara lain ;

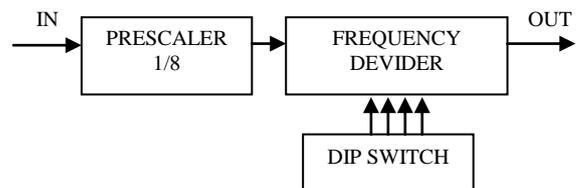
- Metode literatur, yaitu dengan mengumpulkan bahan-bahan kajian teori dengan cara pengumpulan data-data berdasarkan referensi dari buku atau sumber yang relevan.
- Metode korelasi, yaitu dengan mengumpulkan informasi melalui orang yang lebih experient dalam bidang penelitian yang diteliti.

#### 3.1. Desain Sistem

Untuk membuat sistem kerja suatu peralatan elektronik diperlukan susunan kerja alat secara sistematis dan terstruktur, berikut beberapa tahap proses pengerjaannya :

#### 3.2. Blok Diagram Sistem

Dalam penelitian ini, peneliti membuat blok diagram dari suatu sistem kerja rangkaian pembagi frekuensi pada suatu sistem penerima radio FM yang berbasis TC9122. Berikut blok diagram sistem kerja rangkaian keseluruhannya.



**Gambar 9. Blok Diagram Pembagi Frekuensi Penerima Radio FM.**

Desain blok diagram tersebut terdiri dari beberapa bagian blok pendukung sistem kerja yang memiliki fungsi berbeda-beda. Dengan adanya blok pendukung tersebut diharapkan proses pembuatan Pembagi Frekuensi dalam bentuk alat akan berjalan dengan

baik. Untuk itu perlu penjelasan masing-masing blok berdasarkan fungsinya sebagai berikut :

- **Prescaler 1/8**  
Berfungsi membagi frekuensi tinggi menjadi frekuensi yang lebih rendah yang kemudian hasilnya akan diproses pada masukan pembagi frekuensi atau disebut pembagi terprogram
- **Frequency Divider**  
Adalah pembagi frekuensi yang berfungsi mengolah frekuensi masukan dengan nilai besaran yang ditentukan oleh pengkodean biner.

### 3.3. Sistem Kerja Blok Diagram

Frekuensi kerja utama, diinputkan ke Prescaler 1/8. Dalam blok prescaler 1/8, frekuensi dibagi dengan sistem 1/8 atau dibagi delapan yang bertujuan untuk menyesuaikan masukan pembagi terprogram yang menggunakan IC TC9122 dengan masukan frekuensi maksimal 15 MHz. Setelah melakukan pembagian pada proses ini selanjutnya hasil tersebut diteruskan menuju blok pembagi terprogram. Kemudian dilakukan proses pembagian kembali namun dengan sistem yang dimiliki IC TC9122 yaitu pembagian sistem kode biner menggunakan dip switch yang dikombinasikan ke IC TC9122.

Untuk memudahkan pembuatan alat dan menganalisanya, maka direncanakanlah perancangan sistem rangkaian untuk masing-masing blok.

### 3.4. Desain Prescaler 1/8

Prescaler 1/8 pada rangkaian PLL berfungsi membagi frekuensi tinggi menjadi frekuensi yang lebih rendah dengan pembagi  $N/8$ . Digunakannya rangkaian prescaler ini bertujuan untuk menyesuaikan frekuensi masukan pada blok selanjutnya yaitu pembagi terprogram yang masukan frekuensinya maksimal 15 MHz. Jika dicontohkan perhitungan masukan untuk pembagi terprogram yang ditrigger oleh LB3500 yaitu :

Misalkan frekuensi yang diinginkan 108 MHz, maka perhitungannya

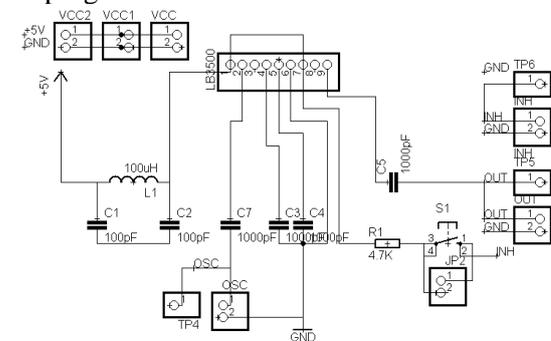
$$f_{out} = \frac{N}{8}$$

$$f_{out} = \frac{108}{8}$$

$$f_{out} = 13,5$$

- $f_{out}$  : Frekuensi keluaran prescaler  
 $N$  : Jumlah frekuensi yang akan dibagi  
 8 : Angka pembagi prescaler

Sehingga 13,5 MHz masih dalam jangkauan olahan dari pembagi terprogram.



**Gambar 10. Rangkaian Prescaler IC LB3500**

Komponen yang digunakan :

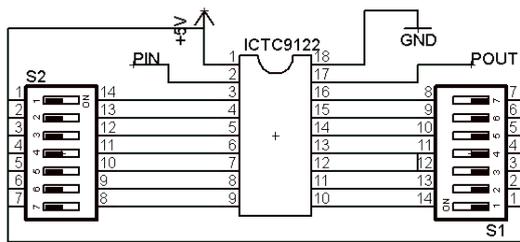
- 1) IC LB3500
- 2) Kapasitor 100pF, 1000pF
- 3) Induktor 100uH

Konfigurasi pin IC LB3500 :

- a) Pin 1 dan pin 7 dihubungkan ke catu daya +5V sebagai tegangan kerja IC
- b) Pin 2 merupakan Osc in atau masukan frekuensi dari VCO yang akan mengalami pembagian
- c) Pin 6 dihubungkan ke ground
- d) Pin 9 merupakan hasil bagi dari prescaler dihubungkan ke pembagi terprogram.

### 3.5. Frequency Divider

Frequency divider atau pembagi terprogram berfungsi sebagai pembagi frekuensi masukannya dengan besaran yang ditentukan dengan kode biner. Pada rangkaian PLL ini untuk IC programmablenya menggunakan IC TC9122.



**Gambar 11. Rangkaian Pembagi Terprogram dengan IC TC9122.**

Komponen yang digunakan pada rangkaian tersebut yaitu :

- 1) IC TC9122
- 2) DIP Switch x7

Konfigurasi pada rangkaian tersebut yaitu :

- a) Pin 1 dihubungkan dengan catu daya +5V sebagai tegangan kerja IC
- b) Pin 2 adalah phase masukan IC yang dihubungkan dari hasil pembagi prescaler.
- c) Pin 3 sampai pin 16 merupakan program pembagi dengan prinsip pengkodean biner dihubungkan ke dip switch
- d) Pin 17 adalah phase keluaran dari IC dihubungkan ke phase detector yang selanjutnya akan dibandingkan dengan fasa frekuensi.
- e) Pin 18 merupakan ground dari IC.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

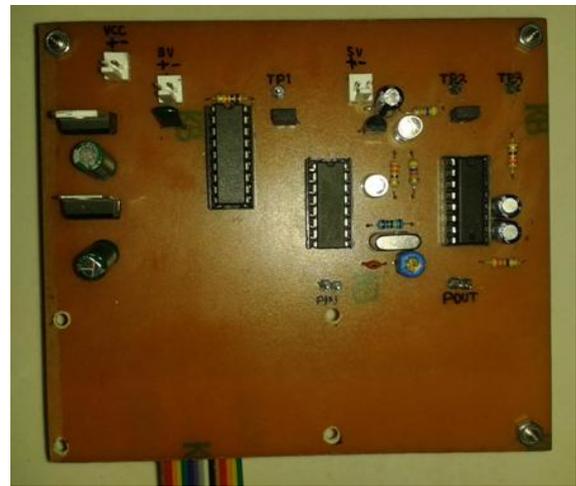
##### 4.1 Pembuatan dan Implementasi

Untuk mengetahui hasil dari perancangan dan penerapan rangkaian, perlu adanya proses pengujian alat dengan mencatat hasil percobaan alat dan mengamatinya. Sebelum melakukan pengujian alat, perlu adanya tahapan-tahapan yang digunakan, yaitu

pembuatan dan pengimplementasian alat yang didesain, antara lain;

##### 4.2. Rangkaian Frekuensi Divider dengan IC TC9122

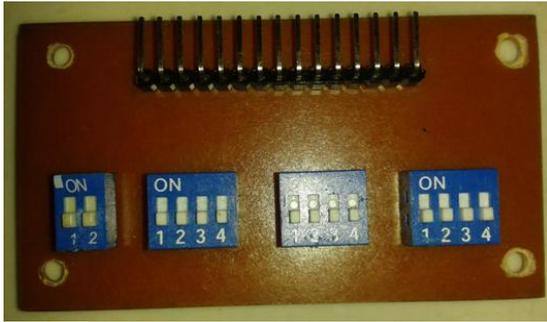
Gambar 12 merupakan hasil rancangan dari rangkaian Frekuensi divider dengan IC TC9122. Hal yang dilakukan untuk menjadi blok PCB yaitu merubah rangkaian yang telah dirancang menjadi layout PCB dengan menggunakan software Eagle 5.11.0. Adapun layout yang akan di implementasikan di PCB beserta komponennya yaitu:



**Gambar 12. PCB Rangkaian Frekuensi Divider**

##### 4.3. Pembuatan DIP Switch

Rangkaian DIP switch merupakan satu blok dengan rangkaian IC TC9122. Namun pengimplementasiannya tidak satu PCB dengan dengan rangkaian yang terdiri dari tiga IC untuk memudahkan perancangan sistem. Berikut merupakan gambar rangkaian DIP switch.



**Gambar 13. PCB Rangkaian DIP Switch.**

#### 4.4. Pembuatan Prescaler 1/8

Untuk pengimplementasian pada PCB maka rangkaian skematik di konversikan menjadi layout sehingga menghasilkan PCB rangkaian sebagai



berikut.

**Gambar 14. PCB Rangkaian Prescaler 1/8**

#### 4.5. OP-AMP IC LM386 dan IF IC LC1260

Rangkaian OP-AMP dan IF tersebut digunakan sebagai modulator yang akan menghasilkan suara pada speaker. Berikut gambar dari rangkaian PCB tersebut.



**Gambar 15. PCB Rangkaian OP-AMP IC LM386 dan IF IC LA1260**

#### 4.6. Hal dan Batasan Pengujian

Setelah melakukan tahapan pembuatan dan pengimplementasian alat yang dibuat, tahap selanjutnya yaitu pengujian alat tersebut. Untuk melakukan pengujian, perlu adanya hal dan batasan yang harus dipersiapkan sebelum melakukan uji coba agar didapatkan hasil yang baik dalam menganalisa.

#### 4.7. Alat yang Digunakan

Dalam melakukan pengujian alat, untuk memudahkan pengukuran dan pengambilan data diperlukan peralatan pendukung pengujian. Yaitu:

1. Alat yang akan diuji dan yang akan diamati yaitu modul rangkaian yang telah dirancang dan dirakit.
2. Frequency Generator yaitu alat elektronik yang digunakan sebagai pembangkit frekuensi masukan.
3. Frequency Counter merupakan alat elektronik yang berguna sebagai pembaca frekuensi yang akan diukur.
4. Avometer yaitu alat yang digunakan untuk mengukur tegangan pada rangkaian.

#### 4.8. Hal-hal dalam Pengujian.

Perlu adanya perihal yang diperhatikan untuk mencapai hal yang diinginkan dengan melakukann pada masing-masing blok sistem rangkaian PLL dengan memperhatikan faktor tegangan dan frekuensinya.

#### 4.9. Prosedur pengujian

- 1) Melakukan tuning pada frekuensi yang diinginkan.
- 2) Melakukan pengukuran pada keluaran rangkaian dengan frekuensi counter.
- 3) Mengukur tegangan masing-masing yang keluar dengan volt meter.
- 4) Mencatat hasil pengukuran dan mengamati hasil keluaran.

#### 4.10. Test Point 1 IC TC9122 Frekuensi Divider

Pada pengukuran ini masukan hasil keluaran dari prescaler 1/8 yaitu

15.13486, akan mengalami proses pembagian kembali dengan IC TC9122 yang dikendalikan oleh DIP Switch dengan tegangan 5V ketika switch diset ON. Dengan begitu keluaran pada frekuensi divider yang dikendalikan DIP Switch dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{DIP Switch} &= \frac{\text{Frekuensi on lock}}{6250 \times 8} \\ \text{DIP Switch} &= \frac{121.077.000}{6250 \times 8} = 2421,54 \\ x\text{divider} &= \frac{\text{Frekuensi input (Hz)}}{\text{DIP Switch}} \\ x\text{divider} &= \frac{15134,86}{2421} \\ x\text{divider} &= 6.251 \text{ Hz} \end{aligned}$$



**Gambar 16. DIP Switch Konfigurasi 2421**



**Gambar 17. Frekuensi Keluaran TC9122**

Pada pengujian ini, masukan pada IC frekuensi divider akan mengalami proses pembagian yang dikontrol dengan DIP Switch yang telah dihitung berdasarkan frekuensi yang diinginkan untuk dikunci.

## 5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan proses desain dan pembuatan serta pengujian alat, maka dapat diambil kesimpulan :

Berdasarkan hasil desain, pengujian dan analisa pada peralatan yang dibuat, maka dapat disimpulkan beberapa kesimpulan pada penelitian ini, antara lain:

- 1) Pada percobaan IC TC9122 Frekuensi Divider, masukan pada IC frekuensi divider akan mengalami proses pembagian yang dikontrol dengan DIP Switch yang telah dihitung berdasarkan frekuensi yang diinginkan untuk dikunci.
- 2) Untuk memperoleh kestabilan, maka nilai DIP Switch dihitung berdasarkan perkalian 8 frekuensi prescaler yang stabil.
- 3) Untuk memperoleh kestabilan frekuensi keluaran, perhitungan mengacu kepada keluaran dari pembagi prescaler 8.

## 6. REFERENSI

- B. Razavi, *Design of Analog CMOS Integrated Circuits*, Chap. 15, McGraw-Hill, 2001.
- Coughlin Robert F, Driscoll Frederick F, Herman Widodo Soemitro, *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier*, Penerbit Erlangga, Jakarta. 1992.
- Dennis Roddy, Kamal Idris, John Coolen, *Komunikasi Elektronika*, 1984.
- Effendy, Onong Uchjana, *Radio Siaran Teori & Praktek*, Bandung: Mandar Maju, 1991.
- George Kennedy, Brendan Davis, SRM Prasanna, *Electronics Communcation Systems*, June 2011.
- Hughes Frederick W, Ignitius Hartono, *Panduan Op-Amp*, Penerbit Elex Media Komputindo, Jakarta, 1994.
- Malvino, Albert Paul, Leach, Donald P, Irwan Wijaya, Ir, *Prinsip Prinsip Dan Penerapan*

- Digital*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1982.
- Mismail B. Dasar Teknik Elektro: *System Tenaga Dan Telekomunikasi*. Jilid 3. Malang. UB Press, 2011
- Prof S. Long. “*Phase Locked Loop Circuit*”. \_\_\_\_\_UCSB/ECE Department.14-16, 2005
- Roddy D, Idris K, dan Coolen J. “*Komunikasi Elektronika Jilid 1*”Edisi ketiga. Surabaya. Erlangga, 1986.
- Rone T V. *Phase-Locked-Loops*. [Online].2001.  
<http://www.sentex.ca/~mec1995/gadgets/pll/pll.html>
- Tooley M. “*Rangkaian Elektronik: Prinsip dan Aplikasi*”. Surabaya. Erlangga, 2003.
- Usman U. K. *Pengantar Telekomunikasi*. Bandung: Informatika Bandung. 2010.
- Wasito Suyono, *Data Sheet Book 1, Data Ic Linier, Ttl Dan Cmos : (Kumpulan Data Penting Komponen Elektronika)*, Elek Media Komputindo, Jakarta,1992.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Radio\\_spectrum](http://en.wikipedia.org/wiki/Radio_spectrum).
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Phase-locked\\_loop](http://en.wikipedia.org/wiki/Phase-locked_loop)
- <http://www.analog.com/media/en/training-seminars/tutorials/MT-086.pdf>.
- <http://elektronika-dasar.web.id/artikel-elektronika/definisi-dan-prinsip-kerja-phase-locked-loop-pll-pada-motor-dc/>.

