

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS IMPEDANSI DAN REAKTANSI PADA KRYSTAL OSILATOR TERHADAP PERUBAHAN FREKUENSI**

Aplikasi : Pada Laboratorium Sistem Dasar Telekomunikasi

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST)  
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Oleh :

**KHAIRIL ANWAR**

**NPM : 1407220126**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**

## LEMBARAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

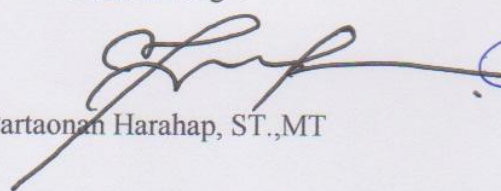
Nama : Khairil Anwar  
NPM : 1407220126  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Analisis Impedansi Dan Reaktansi Pada Krystal Osilator  
Terhadap Perubahan Frekuensi Aplikasi : Pada  
Laboratorium Sistem Dasar Telekomunikasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang di perlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

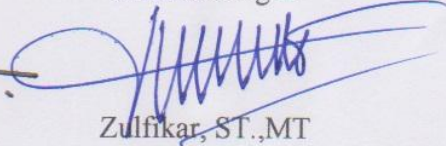
Medan, 20 Maret 2019

Mengetahui dan menyetujui :

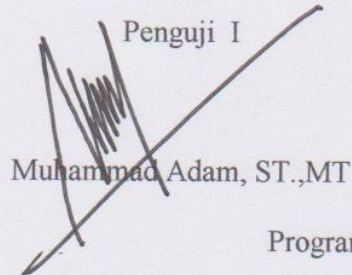
Pembimbing I

  
Partaonan Harahap, ST., MT

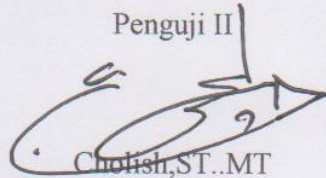
Pembimbing II

  
Zulfikar, ST., MT


Penguji I

  
Muhammad Adam, ST., MT

Penguji II

  
Cholish, ST., MT

Program Studi Teknik Elektro  
Ketua

  
Faisal Irsan Pasaribu, ST., MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**



**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah Ini:

Nama : Khairil Anwar  
Tempat /Tanggal lahir : Medan, 21 Januari 1996  
NPM : 1407220126  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir yang berjudul :

**“ANALISIS IMPEDANSI DAN REAKTANSI PADA KRYSTAL  
OSILATOR TERHADAP PERUBAHAN FREKUENSI**

Aplikasi : Pada Laboratorium Sistem Dasar Telekomunikasi”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila dikemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini diperbuat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan *integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.*

Medan, 20 Maret 2019

Saya yang menyatakan,



Khairil Anwar

## ABSTRAK

Osilator kristal adalah osilator yang menggunakan kristal sebagai kalang penentu frekuensi osilator frekuensi tetap jika dibutuhkan stabilitas yang tinggi. Kristal pada osilator ini terbuat dari quartz atau Rochelle salt dengan kualitas yang baik. Material ini memiliki kemampuan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa getaran atau sebaliknya. Kemampuan ini lebih dikenal dengan piezoelectric effect. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui Impedansi Kristal terhadap Frekuensi, Reaktansi Kristal terhadap Frekuensi, Frekuensi Resonan Seri dan Paralel maka Osilator kristal menggunakan kristal untuk rangkaian resonansi sekaligus rangkaian umpan baliknya. Maka frekuensi osilasi fundamental dari kristal dan frekuensi resonansi sekundernya terlihat, Reaktansi induktifnya adalah  $0,79 \Omega$ , Impedansinya adalah  $6,24 \Omega$ , Frekuensi resonansi seri kristal  $F_s = 9,987 \text{ MHz}$ , Frekuensi resonansi paralel kristal  $F_p = 10,005 \text{ MHz}$  Faktor Q dari kristal kita pada frekuensi resonansi seri  $Q = 24996$ .

**Kata Kunci :** *Osilator Kristal, Impedansi, Frekuensi Resonan Seri dan Paralel*

## KATA PENGANTAR



Assalamu' Alikum Wr.Wb

Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wataalla, atas rahmat, hidayahdan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul:

**“ANALISIS IMPEDANSI DAN REAKTANSI PADA KRYSTAL  
OSILATOR TERHADAP PERUBAHAN FREKUENSI  
Aplikasi : Pada Laboratorium Sistem Dasar Telekomunikasi”**

Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan untuk memenuhi tugas-tugas dan syarat-syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Pada kesempatan yang berbahagia ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas motivasi, semangat dan dorongan dari berbagai pihak, baik berupa secara langsung atau tidak langsung maka pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih dan rasa hormat kepada :

1. Kepada ayahanda dan Ibunda tercinta beserta keluarga besar yang saya sayangi.
2. Bapak Munawar Al Fansury Siregar, ST.MT selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Bapak Dr. Ade Faisal, ST. M.Sc. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik
4. Bapak Khairul Umurani, ST.MT selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik
5. Faisal Irsan Pasaribu, ST. MT selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik.
6. Partaonan Harahap, ST.MT selaku Sekretaris Prodi Teknik Elektro yang juga sebagai Pembimbing I yang banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis demi kebaikan tugas akhir ini.
7. Zulfikar, ST.MT selaku Pembimbing II yang banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis demi kebaikan tugas akhir ini.
8. Dan keluarga yang telah memberikan semangat serta motivasi sehingga terselesaikannya Tugas Akhir saya ini.

Serta seluruh Staf Pengajar, Staf Administrasi dan rekan-rekan mahasiswa angkatan 2014,2015 Program Studi Teknik Elektro atas bantuan dan kontribusinya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Dan tidak melupakan sahabat dan saudara di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah memberi banyak dukungan, semangat, bantuan dan pengorbanan waktunya. Semoga Allah Subhanahu Wataalla memberikan kebahagiaan, berkah dan karunia kepada semua pihak yang telah membantu penulis sehingga selesai tugas akhir ini.

Harapan penulis kiranya tugas akhir ini dapat bermanfaat kepada siapa saja yang membaca, semua pengguna atau pemakai alat-alat dan kepada yang berminat dalam meneliti masalah ini saya ucapkan terima kasih.

Medan, 20 Maret 2019

Penulis,

Khairil Anwar

1407220126



## DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi

### BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.6. Sistematika pembahasan.....	5

### BAB 2 TINJAUAN PUSATAKA

2.1. Teori Dasar.....	7
2.2. Osilator .....	7
2.2.1 Osilator Amstrong.....	8
2.2.2 Osilator Colpits .....	8
2.2.3 Osilator Clapp .....	10
2.2.4 Osilator Hartley.....	11
2.2.5 Osilator Kristal .....	12
2.3. Osilator Penguat, Induktor dan Kapasitor (LC Osilator).....	14
2.4. Variabel Resistor .....	22
2.4.1 Potensio Meter.....	22
2.4.2 Rheostat .....	23
2.4.3 Preset Resistor (Trimpot).....	22
2.5 LDR (Light Dependent Resistor).....	25
2.6 Kapasitor.....	26
2.7 Induktor .....	33
2.8 Transformator .....	34

2.9	Trasnsistor .....	35
2.10	Dioda .....	39

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

3.1.	Tempat Penelitian .....	40
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian .....	40
3.3.	Langkah langkah Pengukuran.....	44
3.4.	Jalannya Penelitian .....	44
3.5.	Diagram Penelitian .....	45

### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1.	Hasil Analisis Data Percobaan Output Pada Rangkaian Crystal Osilator Pada Titik A .....	46
4.2.	Hasil Analisis Data Percobaan Output Pada Rangkaian Crystal Osilator Pada Titik B.....	47
4.3.	Hasil Perhitungan Reaktansi Kristal terhadap Frekuensi, Frekuensi Resonan Seri dan Paralel Impedansi Crystal Terhadap Frekuensi.	50

### **BAB 5 PENUTUP**

4.1.	Kesimpulan .....	36
4.2.	Saran .....	37

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>38</b>
----------------------------	-----------

LAMPIRAN



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Osilator kristal adalah osilator yang menggunakan kristal sebagai kalang penentu frekuensi osilator frekuensi tetap jika dibutuhkan stabilitas yang tinggi. Kristal pada osilator ini terbuat dari quartz atau Rochelle salt dengan kualitas yang baik. Material ini memiliki kemampuan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa getaran atau sebaliknya. Kemampuan ini lebih dikenal dengan piezoelectric effect. Sinyal sangat erat kaitannya dengan peranan pembangkit sinyal, pembangkit sinyal atau disebut *Oscillator* adalah sebuah rangkaian atau alat yang digunakan untuk membangkitkan keluaran berbentuk gelombang dengan bentuk dan frekuensi tertentu. Secara definisi osilator merupakan rangkaian elektronik yang didesain sebagai pembangkit sinyal. Salah satu fitur yang paling penting dari setiap osilator adalah stabilitas frekuensinya , atau dengan kata lain kemampuannya untuk menyediakan output frekuensi konstan dalam berbagai kondisi beban. Beberapa faktor yang mempengaruhi stabilitas frekuensi osilator umumnya meliputi: variasi suhu, variasi beban, serta perubahan pada tegangan catu daya DC, dll.

Stabilitas frekuensi sinyal output dapat sangat ditingkatkan dengan pemilihan komponen yang tepat yang digunakan untuk rangkaian umpan balik resonan, termasuk penguat. Tapi ada batas stabilitas yang bisa didapat dari rangkaian wadah LC dan RC normal. Ada banyak jenis zat kristal yang dapat digunakan sebagai osilator dengan rangkaian yang paling penting untuk rangkaian elektronik menjadi mineral kuarsa, karena kekuatan mekanisnya lebih besar. Ukuran fisik

dan ketebalan sepotong kristal kuarsa dikontrol ketat karena mempengaruhi frekuensi osilasi akhir atau fundamental. Frekuensi dasar umumnya disebut kristal "karakteristik frekuensi".

Banyak sistem elektronik menggunakan rangkaian yang mengubah energi DC menjadi berbagai bentuk AC yang bermanfaat. Osilator, generator, lonceng elektronika termasuk kelompok rangkaian ini. Pada penerima radio misalnya, isyarat DC diubah menjadi isyarat AC frekuensi-tinggi. Osilator juga digunakan untuk menghasilkan isyarat horizontal dan vertikal untuk mengontrol berkas elektron pada pesawat TV. Masih banyak lagi penerapan rangkaian ini pada sistem lain seperti kalkulator, komputer dan transmitter RF.

Setelah dipotong dan dibentuk, kristal tidak bisa digunakan pada frekuensi lainnya. Dengan kata lain, ukuran dan bentuknya menentukan frekuensi osilasi dasarnya. Karakteristik kristal atau karakteristik frekuensi berbanding terbalik dengan ketebalan fisik antara dua permukaan metallised. Kristal bergetar secara mekanis dapat ditunjukkan oleh rangkaian listrik ekuivalen yang terdiri dari resistansi rendah  $R$ , sebuah induktansi  $L$  besar dan kapasitansi  $C$  kecil.

Untuk itulah saya mencoba menganalisis impedansi dan reaktansi pada kristal osilator terhadap perubahan frekuensi yang diaplikasikan Pada Laboratorium Sistem Dasar Telekomunikasi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana menentukan Impedansi Kristal terhadap Frekuensi
2. Bagaimana menentukan Reaktansi Kristal terhadap Frekuensi
3. Bagaimana menentukan Frekuensi Resonan Seri dan Paralel

### **1.3. Tujuan**

1. Dapat mengukur Besarnya Frekuensi Osilasi dan Perubahan frekuensi
2. Mengetahui penyebab terjadinya pergeseran Frekuensi
3. Mengetahui pengaruh perubahan tegangan catu terhadap perubahan frekuensi
4. Mengetahui pengaruh perubahan pembebanan terhadap perubahan frekuensi

### **1.4 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, sebagai batasan masalah adalah menganalisis menganalisis impedansi dan reaktansi pada krystal osilator terhadap perubahan frekuensi yang diaplikasi Pada Laboratorium Sistem Dasar Telekomunikasi yang terdiri dari :

- a. Menguji coba kerja rangkaian osilator dengan menyatakan fungsi komponen-komponen yang digunakan.
- b. Menentukan frekuensi osilator, menentukan besar isyarat keluaran dari frekuensi yang ada.
- c. Menganalisis kerja berbagai rangkaian osilator RC

### **1.5 Metodologi Penelitian**

Metodologi yang digunakan selama melakukan penelitian dan penulisan laporan adalah :

1. Studi literatur

Penulis memperoleh informasi dan pustaka yang berkaitan dengan penelitian ini baik dari literatur, data sheet, internet, buku dan jurnal yang



berhubungan, serta penjelasan yang diberikan dosen pembimbing, rekan-rekan mahasiswa, maupun alumni yang kompeten berkaitan dengan penelitian.

## 2. Studi peralatan

Metode studi peralatan dilakukan penulis untuk mempelajari karakteristik dan spesifikasi alat yang akan digunakan pada saat penelitian sehingga penulis mendapatkan informasi yang tepat tentang alat yang akan dipakai tersebut dan memperoleh teori dasar fungsi alat tersebut.

## 3. Observasi

Observasi dilaksanakan dengan cara melakukan kegiatan perancangan alat pada penelitian ini terdiri dari rangkaian osilator RC dan rangkaian osilator LC. Perancangan dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan untuk mendapatkan nilai-nilai komponen yang sesuai untuk digunakan dalam penelitian ini.

## 4. Konsultasi

Mengadakan konsultasi dengan dosen pembimbing penelitian, serta mahasiswa dan alumni yang kompeten di bidang tertentu yang berkaitan dengan penelitian sehingga dapat memecahkan masalah saat berlangsungnya penelitian dan pembuatan program.

## 5. Evaluasi

Melakukan monitoring teruji dengan baik sehingga data yang diperoleh adalah data yang valid. Dengan demikian dapat memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan.

## 6. Menyusun laporan skripsi

Penyusunan laporan di lakukan untuk memberikan penjelasan berkaitan dengan alat yang telah di buat dan juga sebagai dokumentasi secara keseluruhan yang merupakan tahap akhir dari penelitian ini diambil setelah pembuatan laporan akhir selesai beserta hasil analisa mengenai semua proses yang telah dilakukan selama penelitian berlangsung.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan untuk penelitian ini terdiri dari lima bab yang secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut:

### **1. BAB 1 Pendahuluan**

Bab ini membahas tentang latar belakang dari penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, metodologi penelitian dan sistematika penulisan dari penelitian.

### **2. BAB 2 Tinjauan Pustaka**

Bab ini membahas landasan teori sebagai hasil dari studi literatur yang berhubungan dengan perancangan alat dan yang akan dilakukan dalam penelitian.

### **3. BAB 3 Metodologi penelitian**

Bab ini membahas tentang langkah-langkah dari penelitian serta prosedur dalam penelitian.

### **4. BAB 4 Hasil dan Pembahasan**

Bab ini berisi penjelasan mengenai data dari hasil penelitian dan analisa terhadap seluruh proses yang berlangsung selama penelitian.

## **5. BAB 5 Penutup**

Bab ini berisi kesimpulan terhadap proses yang berlangsung selama penelitian dan saran yang mendukung penelitian selanjutnya agar dapat memberikan hasil yang lebih baik.



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Teori Dasar**

Osilator adalah suatu alat gabungan dari elemen aktif dan pasif untuk menghasilkan bentuk gelombang sinusoidal atau bentuk gelombang periodik lainnya. Suatu osilator memberikan tegangan keluaran dari suatu bentuk gelombang yang diketahui tanpa penggunaan sinyal masukan dari luar. (Chattopadhyay, D. 1984: 256). Untuk membuat sebuah osilator sinusoidal, membutuhkan penguat tegangan umpan balik positif. Gagasannya ialah menggunakan sinyal umpan-balik sebagai sinyal masuk. Dengan perkataan lain, sebuah osilator adalah sebuah penguat yang telah diubah dengan umpan-balik positif sehingga dapat dimanfaatkan untuk memberikan sinyal masuk. Rangkaian ini hanya mengubah energi DC dan catu daya menjadi energi AC. (Barmawi, Malvino. 1985: 217)

#### **2.2 Osilator**

Osilator merupakan peralatan penting dalam komunikasi radio. Pada dasarnya osilator merupakan penguat sinyal dengan umpan balik positif dimana rangkaian resonansi sebagai penentu frekuensi osilator. (Malvino, Barmawi, 1985: 225) Osilator ialah rangkaian yang dapat menghasilkan sinyal output tanpa adanya sebuah sinyal input yang diberikan. Keluaran osilator bisa berupa bentuk sinusoidal, persegi, dan segitiga.

Osilator berbeda dengan penguat, karena penguat memerlukan syarat untuk menghasilkan syarat keluaran, dalam osilator tidak ada

syarat masukan melainkan ada syarat keluaran saja. (Susanti, Eka. 2014: 48)

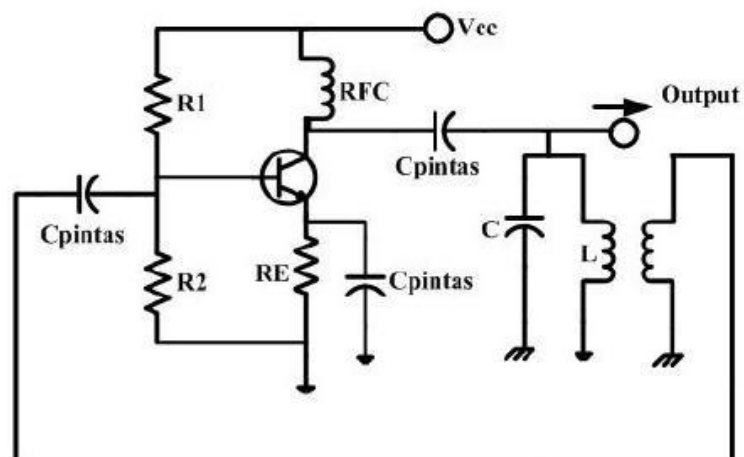
Macam-macam osilator sebagai berikut :

1. Osilator Amstrong
2. Osilator Colpitts
3. Osilator Clapp
4. Osilator Hartley
5. Osilator Kristal

### 2.2.1 Osilator Amstrong

Osilator amstrong menggunakan gandengan transformator untuk sinyal umpan baliknya. Dari transformator inilah dapat mengenali rangkaian dasar osilator amstrong dari bentuknya yang bermacam-macam. Osilator amstrong ini jarang digunakan karena sebagian besar perancangan akan menghindari penggunaan transformator. (Barmawi, Malvino. 1985: 235)

### 2.2.2 Osilator Colpitts



Gambar 2.1 Osilator Amstrong

Osilator colpitts bernama setelah penemu Edwin H. Colpitts, adalah salah

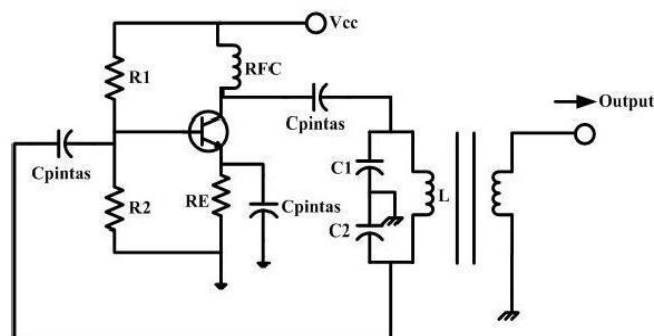
satu dari sejumlah desain untuk elektronika osilator sirkuit dengan menggunakan kombinasi dari induktansi (L) dengan kapasitor (C) untuk penentuan frekuensi, sehingga juga disebut LC osilator. Osilator ini adalah suatu rangkaian yang berguna untuk membangkitkan gelombang sinus frekuensi tetap dari sekitar satu kilohertz sampai beberapa megahertz. Osilator ini menggunakan rangkaian tertala LC dan umpan balik positif melalui suatu kapasitif dari rangkaian tertala. Umpan balik ini bisa diumpankan deret atau jajar seperti yang diperhatikan. (L Shrader, Robert. 1985:99) Pada dasarnya, untuk menghasilkan getaraan frekuensi agar dapat beresilasi digunakan rangkaian tangki dari LC yang disambungkan dengan rangkaian umpan balik. Kekhususan pada rangkaian osilator colpitts adalah digunakannya dua buah kapasitor pada rangkaian tangkinya. Fungsi dari kedua kapasitor ini adalah sebagai pembagi tegangan keluaran dari masukan penguat. Pada osilator colpitts, pengaturan kumparan dan perubahan harga kapasitor menentukan frekuensi yang dihasilkan.

$$F_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Sedangkan Nilai C adalah :

$$C = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana C = Kapasitor (F) dan L = Induktor (H).





Gambar 2.2 Osilator Colpitts

### 2.2.3 Osilator Clapp

Osilator Clapp diperkenalkan oleh James K. Clapp pada tahun 1948. Osilator Clapp tersusun dari tiga buah kapasitor dan satu buah induktor. Konfigurasi osilator clapp sama dengan osilator colpitts namun ada penambahan kapasitor yang disusun seri dengan induktor (L). Pada osilator clapp ada tambahan C3 yang berderet seri dengan L1, jika C3 hendak dibuat variable maka C3 dibuat variable dalam bentuk varco terhadap L1. Osilator clapp adalah perbaikan dari osilator colpitts. Frekuensi osilasi lebih mantap dan lebih teliti. Itulah sebabnya mengapa penggunaan osilator clapp sebagai pengganti penggunaan osilator colpitts.

Nilai frekuensi (F) umumnya adalah :

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Atau

$$F = \frac{1}{t} \dots\dots\dots(2.4)$$

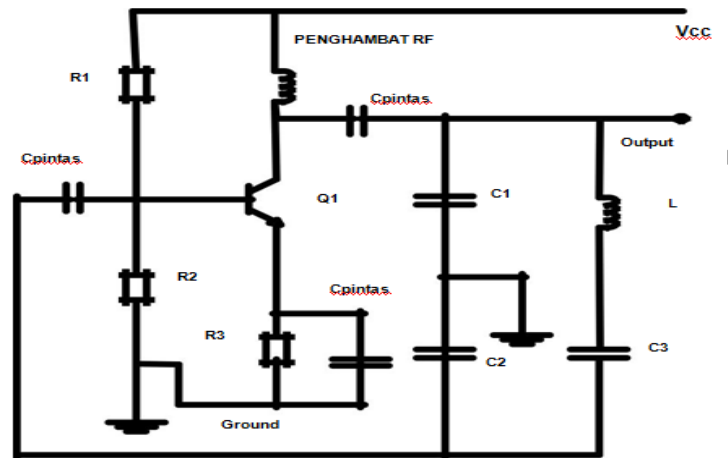
Sedangkan nilai C adalah :

$$C = \frac{1}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Pada osilator clapp, harga C<sub>3</sub> jauh lebih kecil daripada harga C<sub>1</sub> dan C<sub>2</sub>

Akibatnya, hampir sama dengan C<sub>3</sub>.

Dimana C = kapasitor (F) dan L = Induktor (H).



Gambar 2.3 Osilator Clapp

#### 2.2.4 Osilator Hartley

Osilator hartley sering digunakan pada tegangan umpan balik oleh pembagi tegangan induktif  $L_1$  dan  $L_2$ . Karena tegangan keluar muncul melintas  $L_1$  dan tegangan umpan balik melintas di  $L_2$ . Osilator hartley termasuk jenis osilator LC. Osilator hartley tersusun dari dua buah induktor yang disusun seri dan sebuah kapasitor tunggal. Kelebihan osilator hartley adalah mudahnya mengatur nilai frekuensi.

Nilai frekuensi (F) umumnya adalah :

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots(2.6)$$

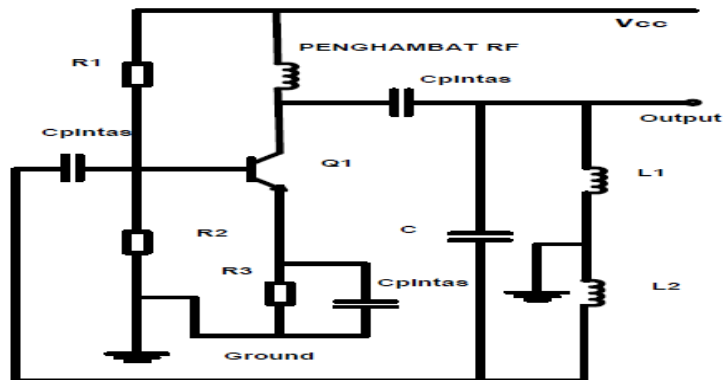
Atau

$$F = \frac{1}{t} \dots\dots\dots(2.7)$$

Sedangkan nilai L adalah :

$$L = L1+L2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana C = Kapasitor (F) dan L = Induktor (H)



Gambar 2.4 Osilator Hartley

### 2.2.5 Osilator Kristal

Osilator kristal digunakan untuk menghasilkan isyarat dengan tingkat kestabilan frekuensi yang sangat tinggi. Kristal pada osilator ini terbuat dari *quartz* atau *Rochelle salt* dengan kualitas yang baik. Material ini memiliki kemampuan mengubah energy listrik menjadi energy mekanik berupa getaran atau sebaliknya. Kemampuan ini lebih dikenal dengan *piezoelectric effect*.

Kristal untuk osilator ini diletakan diantara dua pelat logam. Kontak dibuat pada masing-masing permukaan Kristal oleh pelat logam ini kemudian diletakan pada suatu wadah. Kedua pelat dihubungkan kerangkaian melalui soket. Pada osilator ini, kristal berperilaku sebagai rangkaian resonansi seri. Kristal seolah-olah memiliki induktansi (L), kapasitansi (C), dan resistansi (R). Harga L

ditentukan oleh massa Kristal, harga C ditentukan oleh kemampuannya berubah secara mekanik dan R berhubungan dengan gesekan mekanik. Rangkaian setara dengan resonansi seri akan berubah jika kristal ditempatkan pada suatu wadah atau pemegang. Kapasitansi akibat adanya keeping logam akan terhubung paralel dengan rangkaian setara Kristal.

Jadi pada hal ini Kristal memiliki kemampuan untuk memberikan resonansi paralel dan resonansi seri. Kristal ini dapat dioperasikan pada rangkaian tangki dengan fungsi sebagai penghasil frekuensi resonansi paralel. Kristal sendiri dapat dioperasikan sebagai rangkaian tangki. Jika kristal diletakan sebagai balikan, ia akan merespon sebagai piranti penghasil resonansi seri. Kristal sebenarnya merespon sebagai tapis yang tajam. Ia dapat difungsikan sebagai balikan pada suatu frekuensi tertent saja. Osilator hartley dan osilator colpitts dapat dimodifikasikan dengan memasang kristal ini. Stabilitas osilator akan meningkat dengan pemasangan kristal.

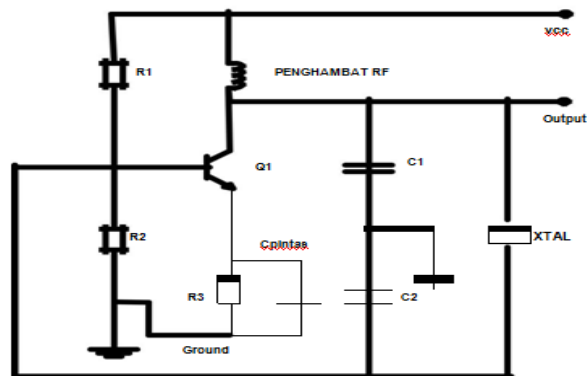
Nilai frekuensi (F) umumnya adalah :

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Atau

$$F = \frac{1}{t} \dots\dots\dots(2.10)$$

Cs merupakan nilai kapasitor Kristal yang digunakan. Cs merupakan nilai kapasitor Kristal yang digunakan, Dimana C = Kapasitor (F) dan L = Induktor (H).



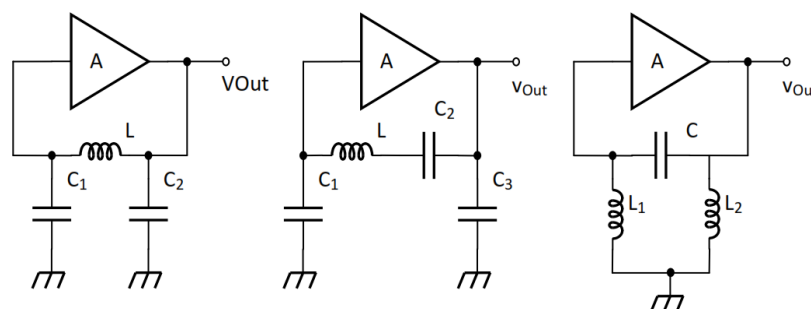
Gambar 2.5 Osilator Kristal

### 2.3 Osilator Penguat, Induktor dan Kapasitor (LC Osilator)

Osilator dengan penguat, induktor dan kapasitor pada dasarnya merupakan osilator yang memanfaatkan rangkaian resonansi seri induktor dan kapasitor (LC). Secara teoritis, induktor dan kapasitor akan mengalami resonansi. Akan tetapi adanya redaman akibat resistansi pada induktor dan konduktansi pada kapasitor osilasi tersebut tidak dapat terjadi dengan sendirinya. Untuk menjamin terjadinya osilasi tersebut, maka rangkaian LC harus mendapat mekanisme kompensasi terhadap redaman. Pada implementasinya maka induktor dan kapasitor ditempatkan dalam rangkaian umpan balik guna menjaga resonansi berkelanjutan.

Prinsip rangkaian penguat dan umpan balik untuk ketiganya tampak pada gambar

2.6. Frekuensi osilasi rangkaian ini ditentukan oleh rangkaian resonansinya .



Gambar 2.6 Osilator LC (a) Colpitts (b) Clapp, dan (c) Hartley

Osilator adalah sebuah rangkaian elektronik yang sangat penting dalam sistem komunikasi radio. Sebab gelombang elektromagnetik hanya bisa terpancar bila arus listrik yang mengalir pada antena adalah arus bolak-balik. Dan cara termudah untuk mendapatkan arus listrik bolak-balik ini adalah dari osilator. Oleh karena itu fungsi utama osilator adalah sebagai pembangkit arus bolak-balik. Sinyal dari osilator inilah yang nantinya akan menghasilkan sinyal carrier.

Namun ada satu fungsi penting lain dari osilator, yaitu pada proses pergeseran frekuensi. Dalam proses ini, osilator akan berfungsi sebagai sumber sinyal yang akan menyebabkan terjadinya pergeseran frekuensi. Pergeseran frekuensi dimaksudkan untuk menempatkan sinyal carrier pada frekuensi yang diinginkan, dan pergeseran frekuensi ini hanya bisa terjadi dengan bantuan osilator lokal.

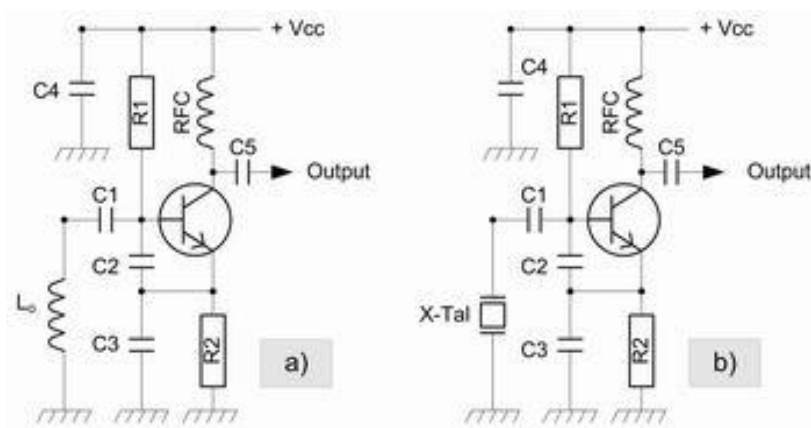
Prinsip kerja dari osilator adalah sebagai berikut. Sebuah rangkaian penguat yang diberi feed back positif akan menjadi tidak stabil sehingga akan terus berosilasi. Sifatnya yang terus berosilasi inilah yang kemudian dapat dimanfaatkan sebagai osilator. Pada saat rangkaian penguat ini pertama kali dinyalakan, pasti akan ada noise yang masuk ke inputnya. Sinyal noise ini kemudian akan membesar karena adanya faktor penguatan di dalam rangkaian penguat. Ketika sinyal yang telah membesar ini lalu diambil sebagian oleh elemen feedback positif, lalu dikembalikan lagi ke input, maka sinyal input akan makin bertambah besar.

Disebut feed back positif karena sinyal output yang diambil itu fasanya sama dengan fasa sinyal input. Ketika dua sinyal yang sefasa ini dijumlahkan



maka keduanya akan saling memperkuat. Akibatnya noise yang semula sangat kecil itu makin lama makin membesar, dan terus membesar hingga mencapai kondisi maksimumnya. Pada kondisi inilah rangkaian ini akan menghasilkan tegangan bolak-balik dengan amplitudo dan frekuensi yang tetap. Besarnya amplitudo ditentukan oleh titik kerja transistor, sedangkan frekuensinya ditentukan oleh komponen resonatornya.

Dalam rangkaian osilator pada gambar (1) di bawah ini komponen yang berfungsi sebagai elemen feed back positif adalah C2. Pada rangkaian ini Emitor dan Base adalah sefasa. Lalu berhubung C2 menghubungkan output (Emitor) dengan input (Base) maka C2 menjadi elemen feed back positif, sehingga terjadilah osilasi. Bila C2 ini dilepas, maka rangkaian ini tidak akan beresilasi dan akan menjadi rangkaian amplifier biasa.



**Gambar 2.7 Contoh rangkaian (a) osilator LC (b) osilator kristal**

Besarnya daya output yang dihasilkan osilator dapat dihitung berdasarkan titik kerja transistor ( $I_c$ ,  $V_{ce}$ ). Bila  $I_C$  adalah arus yang mengalir pada Kolektor dan

VCE adalah tegangan antara Kolektor - Emitor maka daya RF ( $P_o$ ) yang dihasilkan adalah:

$$P_o = \frac{1}{4} (I_C \times V_{CE}) \dots\dots\dots(2.11)$$

Bila pada osilator ini diberi beban ZL maka amplitudo tegangan yang dihasilkan adalah:

$$V_o(t) = \sqrt{P_o \times Z_L} \dots\dots\dots(2.12)$$

sedangkan frekuensi yang dihasilkan adalah:

$$f_o = 1 / 2\pi \sqrt{L_o \times C_o} \dots\dots\dots(2.13)$$

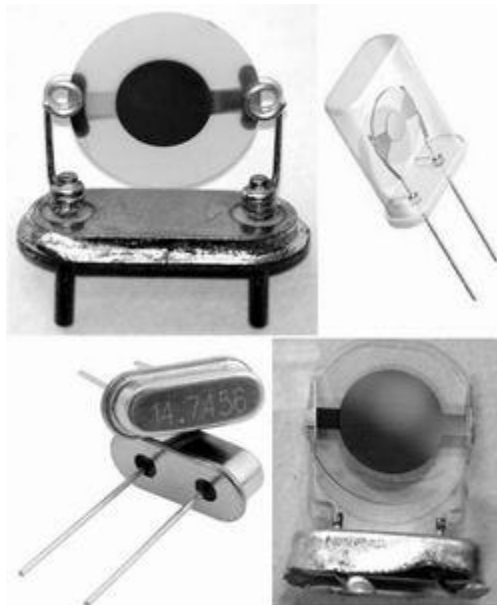
Dalam contoh gambar (1.a) besarnya  $C_o$  merupakan nilai gabungan antara  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  dan ditambah lagi dengan kapasitor-kapasitor intrinsik yang terdapat di dalam transistor (dalam gambar tidak diperlihatkan).

Bila dipilih  $C_2 = C_3$  maka nilai  $C_o$  kira-kira akan sama dengan  $\frac{1}{2} C_2$ . Dengan asumsi bahwa  $C_1$  nilainya jauh lebih besar dibanding  $C_2$  sehingga hubungan seri antara  $C_1$  dan  $C_2$  akan ditentukan oleh besarnya  $C_2$ . Juga diasumsikan bahwa nilai kapasitor intrinsik di dalam transistor cukup kecil dibanding  $C_2$  sehingga bisa diabaikan.

Frekuensi osilator dapat diubah-ubah dengan jalan mengubah besarnya  $L_o$  atau  $C_o$ . Pengubahan ini dapat dilakukan dengan mudah karena L maupun C secara praktis mudah dibuat variabel. Pengubahan L, misalnya, dilakukan dengan memutar inti besi (ferit), sedangkan pengubahan C (jenis keping sejajar)

dilakukan dengan mengubah / memutar salah satu kepingnya hingga luas permukaan yang berhadapan berubah-ubah.

Frekuensi osilator LC umumnya tidak stabil (mudah berubah-ubah) karena kapasitor intrinsik yang terdapat di dalam transistor ikut menentukan besarnya  $C_0$ . Padahal nilai kapasitor intrinsik ini sangat sensitif terhadap perubahan suhu. Akibatnya, frekuensi osilator akan berubah bila suhu transistor berubah. Untuk mengatasi masalah ini kemudian kristal dipilih sebagai pengganti resonator LC.



**Gambar 2.8 :Beberapa contoh bentuk dan konstruksi fisik kristal**

Gambar (1.b) memperlihatkan contoh sebuah osilator kristal, sedangkan gambar (2) memperlihatkan bentuk fisik, konstruksi dan casing dari kristal. Osilator kristal sangat stabil, karena frekuensi resonansinya tidak lagi dipengaruhi oleh besarnya  $C_0$ . Dalam praktek frekuensi output osilator kristal masih bisa diubah dengan mengubah salah satu komponen  $C_0$ . Akan tetapi perubahan yang diperoleh sangat kecil sekali. Oleh karena itu untuk mengubah frekuensi osilator

kristal tidak ada cara lain kecuali mengganti kristalnya itu sendiri. Hal ini disebabkan karena frekuensi resonansi kristal tidak bergantung pada komponen di luar dirinya tetapi ditentukan oleh dimensi fisiknya. Sebuah kristal kwarsa (quartz) misalnya, harus diasah sedemikian rupa sehingga pada dimensi tertentu elektron di dalamnya akan ber-resonansi pada frekuensi tertentu. Dimensi fisik inilah yang kemudian menentukan frekuensi resonansi kristal itu.

Salah satu syarat utama dari sebuah osilator adalah stabil, dalam arti frekuensi yang dihasilkan adalah tetap (tidak berubah). Akan tetapi dalam praktek justru lebih banyak dibutuhkan osilator yang frekuensinya mudah diubah-ubah (variabel). Dua syarat ini terlihat saling bertentangan. Stabil artinya frekuensinya harus tetap, tapi di sisi lain frekuensi ini juga harus mudah diubah-ubah. Dengan kata lain, osilator ini frekuensinya harus mudah diubah-ubah tetapi setiap kali diubah frekuensi itu harus tetap stabil.

Osilator Colpitts mirip dengan osilator Shunt-fed Hartley. Perbedaannya adalah pada bagian rangkaian tangkinya. Pada osilator Colpitts, digunakan dua kapasitor sebagai pengganti kumparan yang terbagi.

Negative-resistance adalah sebuah rangkaian pembangkitan sinyal yang dapat dipasang secara seri ataupun parallel dengan rangkaian collpits. Pada perancangan ini diusulkan topologi voltage-divider dengan penambahan induktor menghasilkan power yang lebih besar. Nilai noise juga dapat dikurangi. Selain itu, penggunaan BJT juga menjadi keunggulan tersendiri, karena BJT memiliki phase noise yang lebih rendah jika dibandingkan dengan transistor jenis yang lain,

walaupun BJT hanya dapat bekerja optimal dibawah 6 GHz , untuk aplikasi pada frekuensi diatas 6 GHz sebaiknya digunakan GaAs transistor.

Perancangan circuit yang diusulkan memiliki perbedaan diantaranya penambahan induktor pada kaki emitter transistor, dan kapasitor yang dipasang seri dengan rangkaian collpits, sehingga dapat meningkatkan power fundamental. Untuk mendapatkan phase noise yang rendah digunakan transistor NPN switching tipe 2N2222A dengan bias sebesar  $V_{cc} = 20 \text{ V}$ ,  $V_{ce} = 10 \text{ V}$  dan  $I_c = 10 \text{ mA}$ . Tujuan utama dari perancangan Osilator Negative Resistance adalah untuk mendapatkan frekuensi output 1MHz dengan phase noise maksimal -200 dBc/Hz. Dan power fundamental minimal 20 dBm. Untuk menverifikasi performansi Osilator yang di desain, hasil simulasi yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan hasil referensi yang ada dengan tetap mempertahankan dimensi dari referensi. Perancangan osilator disimulasikan dalam Advance Design System (ADS). Osilator yang menggunakan kristal sebagai kalang penentu frekuensi osilator frekuensi tetap jika dibutuhkan stabilitas yang tinggi. Kristal pada oscilator ini terbuat dari quartz atau Rochelle salt dengan kualitas yang baik. Material ini memiliki kemampuan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa getaran atau sebaliknya. Kemampuan ini lebih dikenal dengan piezoelectric effect.

## 1. FUNGSI

Osilator kristal berfungsi untuk menghasilkan sinyal dengan tingkat kestabilan frekuensi yang sangat tinggi.

## 2. APLIKASI

- Digunakan untuk menentukan frekuensi clock pada rangkaian.

- Untuk aplikasi yang menuntut stabilitas suhu yang lebih tinggi, kristal dapat dioperasikan didalam sebuah oven kecil yang dijaga agar suhunya selalu konstan.

### 3. RANGKAIAN INTERNAL

#### A. Rangkaian Resonansi Seri

Gambar di atas memperlihatkan implementasi dari rangkaian resonansi osilator kristal seri rangkaian ini juga di disain agar dapat memantapkan frekuensi yang dihasilkan oleh kristal. frekuensi yang di hasilkan oleh rangkaian resonansi seri akan di balik fasanya sebesar 180 derajat oleh inverter 74As04 Resistor 330 berfungsi memberikan umpan balik dan tegangan bias 74AS04.

#### B. Rangkaian Resonansi Paralel

Gambar di atas memperlihatkan implementasi dari rangkaian resonansi osilator kristal paralel rangkaian ini di disain agar dapat memantapkan frekuensi yang dihasilkan oleh kristal. frekuensi yang di hasilkan oleh rangkaian resonansi paralel akan di balik fasanya sebesar 180 derajat oleh inverter 74As04. Resistor 4k7 berfungsi memberikan umpan balik agar frekuensi yang dihasilkan lebih stabil. Resistor 10K (potensio meter) untuk memberikan tegangan bias 74AS04.

### 4. BENTUK OSILATOR KRISTAL\

Kemasan Kristal tersedia dalam berbagai bentuk kemasan. Kemasan yang populer adalah HC49 dan HC49S. HC49S mempunyai bentuk tapak yang sama dengan HC49, tetapi kemasannya lebih pendek. HC49S juga tersedia untuk aplikasi SMD (HC49SM), dengan kaki yang ditekuk rata dibawah



dasar yang terbuat dari plastik. Perlu diingat bahwa kristal dengan kemasan yang berbeda akan mempunyai karakteristik yang berbeda pula. Hal ini disebabkan karena dimensi dan bentuk keping kristal tergantung kepada besarnya kemasan. Sebagai contoh, kemasan HC49 biasanya berisikan keping kristal yang berbentuk piringan, sedangkan kemasan HC49S, karena lebih pendek, berisikan keping kristal berbentuk persegi panjang.

## **2.4 Variabel Resistor**

Resistor variabel atau biasa disebut resistor tidak tetap merupakan salah satu jenis komponen resistor yang nilai hambatannya dapat berubah-ubah (variable). Perubahan nilai dari resistor variabel biasanya dimanfaatkan untuk mengatur sesuatu yang sifatnya tidak tetap dan bergantung dari kondisi penerapan rangkaian.

Simbol resistor variabel pada umumnya digambarkan seperti simbol resistor dengan tanda panah ditengahnya atau tanda yang menyerupai huruf "T" namun agak miring sebagai simbol trimpot atau preset. Jenis-jenis pada resistor variabel dibagi berdasarkan nilainya, yaitu resistor yang dapat diubah secara manual sesuai dengan fungsinya (Adjustable Resistor) dan resistor yang berubah tergantung pada kondisi fisik (Resistor Dependent On Physical Condition).

### **2.4.1 Potensio Meter**

Potensiometer merupakan jenis variable resistor yang paling sering digunakan. Potensiometer merupakan jenis Variable Resistor yang nilai resistansinya dapat berubah-ubah dengan cara memutar porosnya melalui sebuah

Tuas yang terdapat pada Potensiometer. Nilai Resistansi Potensiometer biasanya tertulis di badan Potensiometer dalam bentuk kode angka.

Pada umumnya, perubahan resistansi pada potensiometer terbagi menjadi 2, yakni linier dan logaritmik. Yang dimaksud dengan perubahan secara linier adalah perubahan nilai resistansinya berbanding lurus dengan arah putaran pengaturannya. Sedangkan, yang dimaksud dengan perubahan secara logaritmik adalah perubahan nilai resistansinya yang didasarkan pada perhitungan logaritmik. Untuk membedakan potensiometer linier dan logaritmik cukup melihat kode huruf yang mana huruf A menandakan potensiometer linier sedangkan huruf B menandakan potensiometer logaritmik.



Gambar 2.9 Potensio Meter

#### **2.4.2 Rheostat**

Rheostat merupakan jenis jenis Variable Resistor yang dapat beroperasi pada Tegangan dan Arus yang tinggi. Rheostat terbuat dari lilitan kawat resistif dan pengaturan Nilai Resistansi dilakukan dengan penyapu yang bergerak pada bagian atas Toroid.



Gambar 2.10 Rheostat

### 2.4.3 Preset Resistor (Trimpot)

Preset Resistor atau sering juga disebut dengan Trimpot (Trimmer Potensiometer) adalah jenis Variable Resistor yang berfungsi seperti Potensiometer tetapi memiliki ukuran yang lebih kecil dan tidak memiliki Tuas. Untuk mengatur nilai resistansinya, dibutuhkan alat bantu seperti Obeng kecil untuk dapat memutar porosnya.



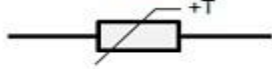
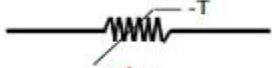


Sifat dan fisik trimpot sebenarnya sama dengan potensiometer yang membedakan ukuran trimpot jauh lebih kecil. Perubahan nilai resistansinya juga dibagi menjadi 2, yakni linier dan logaritmik yang mana huruf A trimpot linier dan huruf B trimpot logaritmik .



Gambar 2.11 Trimpot

#### 2.4.4 Thermistor (Thermal Resistor)

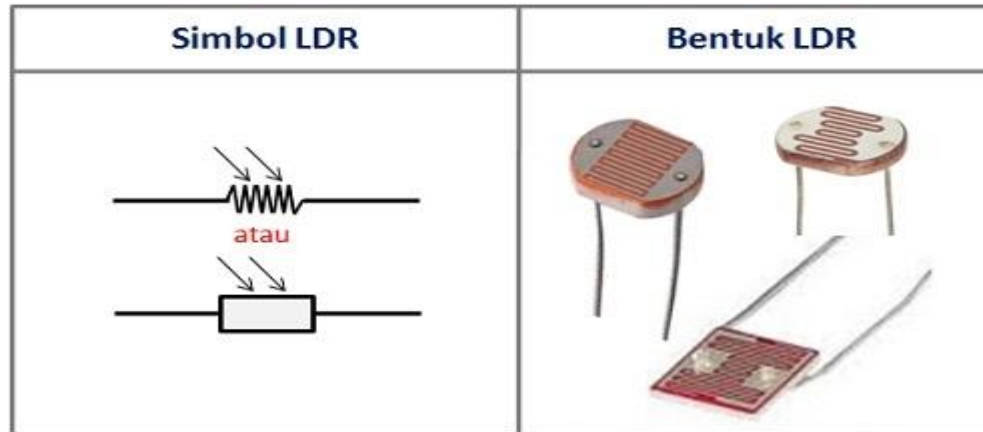
Thermistor adalah jenis resistor yang nilai resistansinya dapat berubah karena dipengaruhi oleh suhu (Temperature). Thermistor merupakan Singkatan dari “Thermal Resistor”. Terdapat dua jenis Thermistor yaitu Thermistor NTC (Negative Temperature Coefficient) dan Thermistor PTC (Positive Temperature Coefficient) [10].

Simbol Thermistor		Bentuk Thermistor	
PTC			PTC
	atau 		
NTC			NTC
	atau 		

Gambar 2.12 Bentuk-bentuk Thermistor

#### 2.5 LDR (Light Dependent Resistor)

Light Dependent Resistor atau disingkat dengan LDR adalah jenis Resistor yang nilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Nilai Hambatan LDR akan menurun pada saat cahaya terang dan nilai Hambatannya akan menjadi tinggi jika dalam kondisi gelap. Dengan kata lain, fungsi LDR (Light Dependent Resistor) adalah untuk menghantarkan arus listrik jika menerima sejumlah intensitas cahaya (Kondisi Terang) dan menghambat arus listrik dalam kondisi gelap.

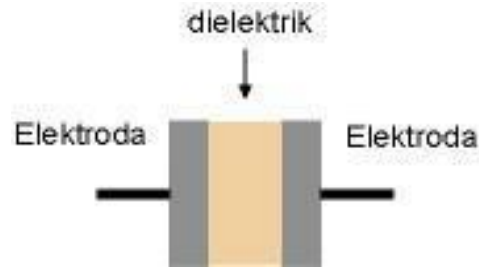


Gambar 2.13 Bentuk-bentuk LDR

## 2.6 Kapasitor

### 2.6.1 Prinsip Dasar Berdasarkan Bahan Dielektriknya

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini "tersimpan" selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan.



Gambar 2.14 Prinsip Dasar Kapasitor



Kapasitor Tetap

Variabel Kapasitor

Gambar 2.15 Simbol Kapasitor

Pada simbol kapasitor ini biasanya terdapat 2 garis horizontal dengan posisi yang sejajar. Garis ini melambangkan adanya aliran atau muatan listrik yang terdapat dalam kapasitor. Dua garis ini mewakili tanda muatan listrik positif untuk sebelah kanan dan muatan negatif untuk sebelah kiri. Selain itu, terdapat simbol lain untuk kapasitor jenis lainnya. Seperti pada kapasitor elektrolit yang memiliki dua garis dengan maksud yang sama dengan simbol pada kapasitor pada umumnya. Penggunaan dari adanya kapasitor elektrolit ini untuk penyaring arus dalam menghalangi adanya arus DC sehingga akan tersisa arus AC saja. Sedangkan untuk kapasitor variable, simbol pada kapasitornya berupa dua garis horizontal seperti pada kapasitor umum lainnya ditambah dengan adanya tanda



panah yang serong ke arah kanan. Maksud dari simbol ini adalah untuk tanda bahwa kapasitor variabel ini pada inti kapasitornya menggunakan udara.

Ada pula jenis kapasitor trimmer, pada kapasitor ini juga memiliki simbol seperti pada kapasitor lainnya. Pada kapasitor trimmer memiliki simbol berupa 2 garis lurus dengan horizontal yang keduanya sejajar, ditambah dengan adanya garis berbentuk huruf 'T' pada ujung garis horizontal. Maksud dari tanda ini menunjukkan bahwa kapasitor ini dapat menggunakan obeng sebagai alat set kapasitor. Sebenarnya, setiap jenis kapasitor memiliki fungsi dan makna simbol masing-masing. Setiap jenis kapasitor beserta simbolnya ini harus dipelajari untuk mengetahui kegunaan, fungsi, serta maksud lain dari setiap jenis kapasitor.

### 2.6.2 Kapasitansi

Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan electron. Kemudian Michael Faraday membuat postulat bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulombs.

$$Q = C.V \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana Q adalah muatan dalam Coulomb, C adalah kapasitansi dalam Farad dan V adalah tegangan dalam Volt

### 2.6.3 Tipe Kapasitor

Kapasitor terdiri dari beberapa tipe, tergantung dari bahan dielektriknya. Untuk lebih sederhana dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

### **1. Kapasitor Electrostatic**

Kapasitor electrostatic adalah kelompok kapasitor yang dibuat dengan bahan dielektrik dari keramik, film dan mika. Keramik dan mika adalah bahan yang populer serta murah untuk membuat kapasitor yang kapasitansinya kecil. Tersedia dari besaran pF sampai beberapa uF, yang biasanya untuk aplikasi rangkaian yang berkenaan dengan frekuensi tinggi. Termasuk kelompok bahan dielektrik film adalah bahan-bahan material seperti polyester (polyethylene terephthalate atau dikenal dengan sebutan mylar), polystyrene, polypropylene, polycarbonate, metalized paper dan lainnya.

### **2. Kapasitor Electrolytic**

Kelompok kapasitor electrolytic terdiri dari kapasitor-kapasitor yang bahan dielektriknya adalah lapisan metal-oksida. Umumnya kapasitor yang termasuk kelompok ini adalah kapasitor polar dengan tanda + dan - di badannya. Mengapa kapasitor ini dapat memiliki polaritas, adalah karena proses pembuatannya menggunakan elektrolisa sehingga terbentuk kutub positif anoda dan kutub negatif katoda.

### **3. Kapasitor Electrochemical**

Satu jenis kapasitor lain adalah kapasitor electrochemical. Termasuk kapasitor jenis ini adalah batere dan accu. Pada kenyataanya batere dan accu adalah kapasitor yang sangat baik, karena memiliki kapasitansi yang besar dan arus bocor (leakage current) yang sangat kecil. Tipe kapasitor jenis ini juga masih dalam pengembangan untuk mendapatkan kapasitansi yang besar namun kecil dan ringan, misalnya untuk aplikasi mobil elektrik dan telepon selular.

#### **2.6.4 Jenis-Jenis Kapasitor Berdasarkan Bahan Isolator**

Kapasitor ini dibagi menjadi 2 macam menurut polaritasnya. Kapasitor yang pertama adalah kapasitor polar, yaitu kapasitor yang memiliki kutub positif dan negatif. Hal yang paling penting anda perhatikan untuk kapasitor jenis ini adalah cara pemasangannya. Kapasitor polar tidak boleh dipasang terbalik. Pada tubuh kapasitor yang berbentuk tabung itu akan ada tanda polaritas untuk menandai kaki yang berpolaritas positif dan negatif. Sedangkan jenis kapasitor yang kedua adalah kapasitor nonpolar. Arti dari kapasitor ini adalah kapasitor yang tidak memiliki kutub positif dan negatif. Hal ini berarti kapasitor ini bisa dipasang bolak – balik pada sebuah rangkaian elektro.

Jenis-Jenis Kapasitor ada beberapa macam. Berdasarkan bahan isolator dan nilainya, kapasitor bisa dibagi menjadi 2 yaitu kapasitor nilai tetap dan kapasitor variabel. Kapasitor nilai tetap atau yang juga dikenal sebagai fixed capacitor memiliki nilai yang konstan dan tidak berubah-ubah. Kapasitor nilai tetap ini dibagi lagi ke dalam beberapa jenis. Ada kapasitor keramik, kapasitor polyester, kapasitor kertas, kapasitor mika, kapasitor elektrolit, dan kapasitor tantalum. Masing-masing memiliki pengertian yang berbeda dan digunakan untuk keperluan yang berbeda pula. Misalnya saja kapasitor keramik, merupakan kapasitor berbentuk bulat tipis atau persegi empat yang terbuat dari keramik. Biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan peralatan elektronik sehingga dirancang dengan bentuk yang kecil. Lalu ada kapasitor polyester yang terbuat dari polyester dan biasanya berbentuk segi empat .



Gambar 2.16 Contoh Jenis-jenis Kapasitor

Ada lagi kapasitor mika yang bahan isolatornya terbuat dari mika. Kapasitor mika umumnya memiliki nilai berkisar antara 50pF sampai 0.02 $\mu$ F. Sedangkan kapasitor elektrolit, bahannya terbuat dari elektrolit dan berbentuk tabung atau silinder. Kapasitor jenis ini biasa dipakai pada rangkaian elektronika yang memerlukan kapasitansi tinggi. Lalu jenis kapasitor terakhir pada kapasitor nilai tetap adalah kapasitor tantalum yang merupakan jenis kapasitor paling mahal. Hal ini karena kapasitor tantalum bisa beroperasi pada suhu yang lebih tinggi dibanding dengan tipe kapasitor lainnya. Umumnya, kapasitor tantalum digunakan untuk peralatan elektronika yang berukuran kecil seperti laptop dan handphone. Jenis-jenis kapasitor yang selanjutnya adalah kapasitor variabel. Kapasitor variabel merupakan kapasitor yang nilai kapasitansinya bisa diatur atau berubah-ubah secara fisik. Berbeda dengan kapasitor nilai tetap yang memiliki banyak jenis, kapasitor variabel hanya ada dua jenisnya.

Dua jenis kapasitor variabel tersebut adalah VARCO dan Trimmer. VARCO merupakan singkatan dari Variable Condensator yang terbuat dari logam dengan ukuran yang lebih besar dan biasanya dipakai untuk memilih gelombang

frekuensi pada rangkaian radio. Yaitu dengan menggabungkan spul antenna dan spul osilator. Nilai kapasitansi yang dimiliki VARCO berkisar antara 100pF sampai 500pF. Selanjutnya Trimmer yang merupakan jenis kapasitor variabel dengan bentuk lebih kecil sehingga diperlukan obeng untuk memutar poros pengaturnya. Trimmer terdiri dari 2 pelat logam yang dipisahkan oleh selembat mika dan juga sebuah screw yang digunakan untuk mengatur jarak kedua pelat logam tersebut. Trimmer merupakan salah satu jenis kapasitor yang digunakan untuk menepatkan pemilihan gelombang frekuensi. Semua jenis-jenis kapasitor yang disebutkan tadi memiliki peranan penting dalam rangkaian elektronika.

### **2.6.5 Membaca Kapasitansi**

Pada kapasitor yang berukuran besar, nilai kapasitansi umumnya ditulis dengan angka yang jelas. Lengkap dengan nilai tegangan maksimum dan polaritasnya. Misalnya pada kapasitor elco dengan jelas tertulis kapasitansinya sebesar 22uF/25v. Kapasitor yang ukuran fisiknya mungil dan kecil biasanya hanya bertuliskan 2 (dua) atau 3 (tiga) angka saja. Jika hanya ada dua angka satuannya adalah pF (pico farads). Sebagai contoh, kapasitor yang bertuliskan dua angka 47, maka kapasitansi kapasitor tersebut adalah 47 pF.

Jika ada 3 digit, angka pertama dan kedua menunjukkan nilai nominal, sedangkan angka ke-3 adalah faktor pengali. Faktor pengali sesuai dengan angka nominalnya, berturut-turut 1 = 10, 2 = 100, 3 = 1.000, 4 = 10.000 dan seterusnya.

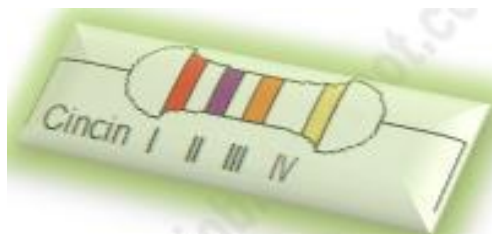
Misalnya pada kapasitor keramik tertulis 104, maka kapasitansinya adalah  $10 \times 10.000 = 100.000 \text{ pF}$  atau  $= 100 \text{ nF}$ . Contoh lain misalnya tertulis 222, artinya kapasitansi kapasitor tersebut adalah  $22 \times 100 = 2200 \text{ pF} = 2.2 \text{ nF}$ .

## 2.7 Induktor

Induktor atau disebut juga dengan coil atau kumparan adalah komponen elektronika pasif yang berfungsi sebagai pengatur frekuensi. Filter dan juga sebagai alat kopel (penyambung). Induktor atau coil banyak ditemukan pada peralatan atau rangkaian elektronika yang berkaitan dengan frekuensi seperti tuner untuk pesawat radio. Satuan induktansi untuk induktor adalah Henry (H).

### 2.7.1 Cara Membaca Induktor Nilai Tetap Dengan Kode Warna

Kode warna yang ditetapkan oleh RMA (Radio Manufacturers Association) ini menentukan besarnya nilai induktansi dari induktor dalam micro henry (uH). Pada proses penghitungan nilai gabungan beberapa komponen induktor prinsipnya sama dengan perhitungan resistor jika yang mengalir pada komponen adalah arus AC namun jika yang mengalir adalah arus DC maka nilai induktor = 0.



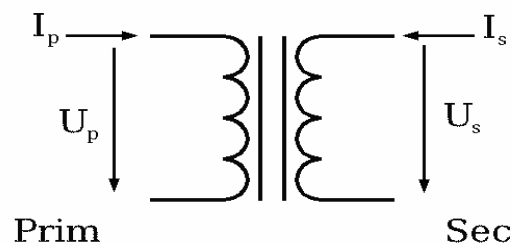
Gambar 2.17 Contoh Induktor

Misalnya Cincin 1 : Merah, Cincin 2 : Ungu, Cincin 3 : Orange, Cincin 4 : Emas. Berarti nilainya 27000 microhenry  $\pm$  5%. Nilai induktansi toleransinya:  $(5/100) \times 27.000 = 1350$  microhenry. Nilai induktansi terbesar :  $27.000 + 1350 = 28.350$  microhenry. Nilai induktansi terkecil sebesar  $27.000 - 1350 = 25.650$  microhenry. Maka jangkauan nilainya berkisar antara 25.650 microhenry hingga 28.350 microhenry.

## 2.8 Transformator

Transformator (trafo) adalah komponen pendukung peralatan elektronik yang dapat mengubah arus bolak-balik (AC) menuju arus aliran tunggal (DC) yang dapat digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik pada perangkat elektronik. Transformator ini tersusun dari beberapa komponen inti, yakni kumparan sekunder, primer dan inti besi. Dari ketiga benda penyusun trafo ini, fungsi dari trafo akan optimal. Karena kumparan primer yang berguna sebagai input dari sumber tegangan, melalui inti besi yang berfungsi sebagai penguat medan magnet pada trafo akan menghantarkan tegangan menuju kumparan sekunder.

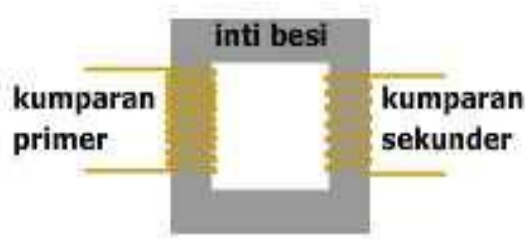
Jenis dari trafo ini dibagi menjadi dua jenis menurut fungsinya, yakni trafo jenis step down dengan guna untuk menurunkan tegangan listrik dan trafo jenis step up untuk menaikkan tegangan pada perangkat elektronik. Dengan adanya trafo ini, tidak akan terjadi lonjakan terlalu tinggi atau terlalu rendah.



Gambar 2.18 Simbol Trafo

Prinsip kerja transformator ini bermula dari terhubungnya kumparan primer dengan sumber tegangan dengan arus bolak-balik. Karena adanya tegangan yang masuk, menyebabkan medan magnet pada inti besi berubah. Perubahan pada

inti besi ini akan menghantarkan tegangan arus bolak balik dari kumparan primer menuju kumparan sekunder. Adanya tegangan yang sampai pada kumparan sekunder ini menimbulkan efek ggl induksi. Adanya tegangan ( $V$ ) dan jumlah lilitan ( $N$ ) pada kumparan sekunder atau primer ini akan mempengaruhi ggl induksi yang dihasilkan. Menurut perhitungan fisika, terdapat hubungan antara tegangan primer ( $V_p$ ), tegangan sekunder ( $V_s$ ), jumlah lilitan primer ( $N_p$ ), dan jumlah lilitan sekunder ( $N_s$ ) dengan persamaan, perbandingan tegangan primer ( $V_p$ ) dibagi dengan tegangan sekunder ( $V_s$ ) sama dengan perbandingan jumlah lilitan primer ( $N_p$ ) dibagi dengan jumlah lilitan sekunder ( $N_s$ ).



Gambar 2.19 Bagian-bagian Transformator

## 2.9 Transistor

Transistor merupakan komponen aktif yang merupakan komponen utama dalam setiap rangkaian elektronika. Transistor adalah komponen elektronika semikonduktor yang memiliki 3 kaki elektroda, yaitu basis (dasar), kolektor

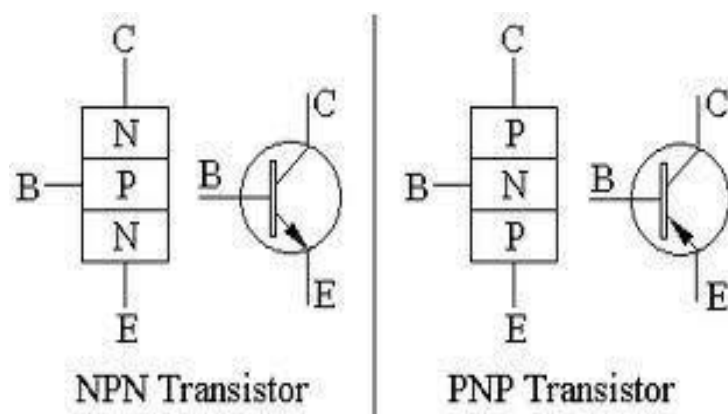


(pengumpul), emitor (pemancar). Komponen ini berfungsi sebagai penguat, pemutus, dan penyambung (switching), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal, dan masih banyak lagi fungsi lainnya. Selain itu, transistor juga dapat digunakan sebagai kran listrik sehingga dapat mengalirkan listrik dengan sangat akurat dari sumber listriknya.



Gambar 2.20 Transistor 2N2222

Transistor berasal dari kata “transfer” yang berarti pemindahan dan “resistor” yang berarti penghambat. Dari kedua kata tersebut dapat disimpulkan, pengertian transistor adalah pemindahan atau pengalihan bahan setengah penghantar menjadi suhu tertentu. Transistor pertama kali ditemukan pada tahun 1948 oleh William Shockley, John Barden, dan W. H Brattain. Tetapi komponen ini mulai digunakan pada tahun 1958. Jenis transistor terbagi menjadi 2, yaitu transistor tipe N-P-N dan transistor P-N-P.



### Gambar 2.21 Simbol Transistor

Prinsip kerja dari transistor NPN adalah arus akan dihubungkan ke ground (negatif). Arus yang mengalir dari basis harus lebih kecil dari pada arus yang mengalir dari kolektor ke emittor. Oleh sebab itu, maka ada baiknya jika pada pin basis dipasang sebuah resistor. Sedangkan, prinsip kerja dari transistor PNP adalah arus yang akan mengalir dari emittor menuju ke kolektor jika pada pin basis dihubungkan ke sumber tegangan (diberi logika 1). Arus yang mengalir ke basis harus lebih kecil daripada arus yang mengalir dari emittor ke kolektor. Oleh sebab itu, maka ada baiknya jika pada pin basis dipasang sebuah resistor .

#### **2.9.1 Jenis-Jenis Transistor**

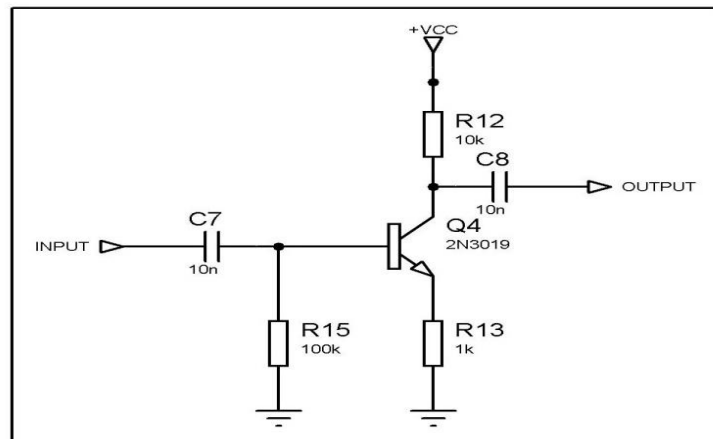
Transistor ini adalah sebuah alat semi konduktor yang biasa digunakan sebagai penguat, sebagai sirkuit penyambung ataupun pemutus, menstabilkan tegangan, dan lain sebagainya dalam sebuah rangkaian elektronika. Bentuk dari transistor ini sendiri ada berbagai macam. Ada yang berbentuk kotak, kapsul, lonjong, dan bahkan ada yang seperti tabung. Tetapi yang paling penting adalah transistor ini terdiri dari sebuah badan transistor dengan tiga buah kaki yang ada dibawah badan transistor. Kaki – kaki itu berguna agar transistor bisa menancap pada sebuah rangkaian elektro sekaligus menjadi sebuah penghubung aliran listrik dari rangkaian elektro itu menuju badan transistor. Jadi secara sederhana,

transistor ini bagaikan sebuah kran air, bisa dibuka dan ditutup untuk menyambung ataupun memutus aliran listrik dalam sebuah rangkaian elektro.

Jenis – jenis transistor pada umumnya dibagi menjadi 2 macam. Jenis transistor yang pertama adalah transistor bipolar atau yang biasa kita kenal dengan dua kutub. Transistor bipolar ini adalah transistor yang memiliki 2 buah sambungan kutub. Transistor bipolar ini dibagi menjadi 2 jenis yaitu transistor PNP dan transistor NPN. P yang dimaksud adalah sisi kutub positif, sedangkan N adalah sisi kutub negatif. Jadi yang dimaksudkan adalah 3 kaki dari resistor ini. Masing – masing kaki itu memiliki nama seperti B basis, K kolektor, dan E emiter. Jenis transistor yang kedua adalah transistor efek medan. Hampir sama dengan transistor bipolar, transistor ini juga memiliki 3 kaki dengan nama D drain, S source, dan G gate. Bedanya transistor ini dengan transistor bipolar diatas adalah transistor efek medan ini hanya memiliki satu kutub saja.

### **2.9.2 Rangkaian Bias Umpan Balik Transistor**

Bila sinyal input naik, maka sinyal output akan turun yang mana hal ini menunjukkan bahwa sinyal tersebut berbeda fasa 180. Sinyal umpan balik sephasa dengan sinyal output. Namun sinyal ini sephasa dengan sinyal input sehingga selalu saling memperkuat yang mana akhirnya sinyal output mencapai nilai stabil (*steady state*).



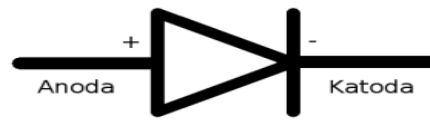
Gambar 2.22 Rangkaian Umpan Balik Transistor

## 2.10 Dioda

Dioda adalah suatu bahan semikonduktor yang terbuat dari bahan yang disebut PN Junction yaitu suatu bahan campuran yang terdiri dari bahan positif (P type) dan bahan negative (N type).

- a) Bahan positif (P type) adalah bahan campuran yang terdiri dari Germanium atau Silikon dengan alumunium yang mempunyai sifat kekurangan elektron dan bersifat positif.
- b) Bahan negatif (N type) adalah bahan campuran yang terdiri dari Germanium atau Silikon dengan fosfor yang mempunyai kelebihan elektron dan bersifat negatif.

Pada diode, arus listrik hanya dapat mengalir dari kutub anoda ke kutub katoda sedangkan arus yang mengalir dari katoda ke anodaa ditahan oleh bahan katoda. Dengan adanya prinsip seperti ini diode dapat dipergunakan sebagai penyearah arus dan tegangan listrik, pengaman arus dan tegangan listrik dan pemblokir arus dan tegangan listrik [20].



Gambar 2.23 Simbol Dioda



Gambar 2.24 Contoh Dioda Bridge

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan pada tanggal 28 Nopember 2018 sampai dengan bertempat di Laboratorium Dasar Sistem Telekomunikasi.

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

##### **3.2.1 Peralatan Penelitian**

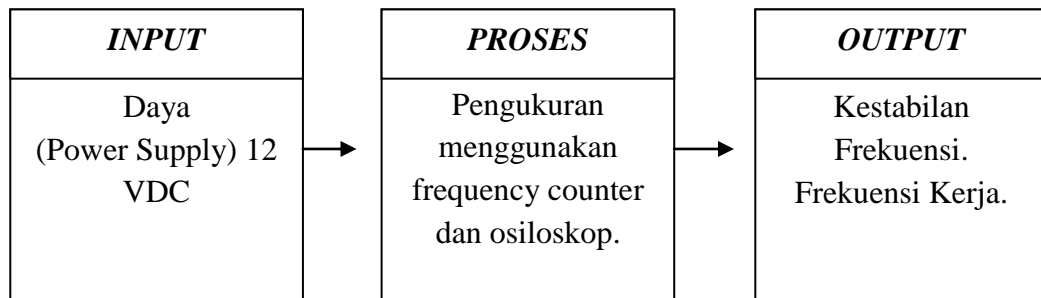
Peralatan penunjang yang digunakan untuk membuat alat penambah daya listrik pada rumah tangga ini yaitu :

1. Modul Crystal Osilator
2. Sumber tegangan
3. Pencacah Frekuensi
4. Obeng Presisi
5. Multimeter
6. Osiloskope
7. Faction Generator (AFG)

##### **3.2.2 Bahan-Bahan Penelitian**

1. Kabel Listrik berfungsi sebagai penghubung antar rangkaian alat.
2. Kit Rangkaian
3. IC 7809
4. R50 Ohm/1 Watt

Pada bab ini akan dibahas mengenai apa yang akan dilakukan dalam menganalisa menguji rangkaian osilator crystal yang dihasilkan rangkaian sampai menganalisa frekuensi kerja pada osilator crystal. Penelitian yang dilakukan dapat dijelaskan dengan lebih baik melalui blok diagram seperti yang terlihat pada Gambar 3.1



**Gambar 3.1 Sistem Blok Diagram Penelitian**

Blok diagram diatas merupakan proses penelitian yang dilakukan setelah diimplementasikan. Berikut adalah keterangan dari setiap blok diagram pada gambar 3.1

1. Input

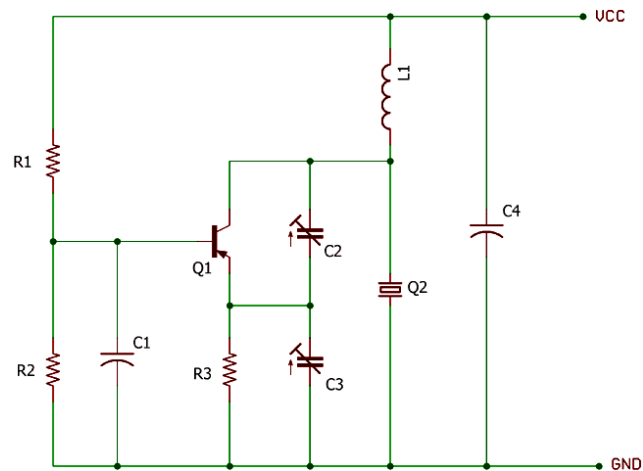
Pada blok input, daya merupakan besarnya nilai daya listrik yang diberikan menggunakan power supply yaitu sebesar 12 Volt DC.

2. Proses

Proses yang dilakukan adalah pengukuran pada frequency counter dan osiloskop untuk mendapatkan nilai frekuensi osilator yang dihasilkan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan nilai dari parameter – parameter pada blok input yang berbeda – beda. Pengukuran dilakukan menggunakan osiloskop untuk mendapatkan nilai tegangan dan frekuensinya.

### 3. Output

Berdasarkan proses pengukuran yang telah dilakukan, akan di dapatkan frekuensi kerja pada osilator. Dari beberapa nilai parameter tersebut nantinya akan digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai frekuensi tertinggi pada pengukuran yang telah dilakukan.



**Gambar 3.2 Osilator Kristal**

Dari gambar 3.2 Osilator Kristal memiliki nilai berikut:  $R_s = 6,4\Omega$ ,  $C_s = 0,09972$  pF dan  $L_s = 2,546$ mH. Jika kapasitansi melintasi terminalnya,  $C_p$  diukur pada 28.68pF, Maka berapakah frekuensi osilasi fundamental dari kristal dan frekuensi resonansi sekundernya.

Maka dalam Analisis data Percobaan Osilator Kristal dapat di hitung :

1. Impedansi Kristal terhadap Frekuensi dengan persemaan sebagai berikut :

$$R = R \text{ dan } X_{L_S} = 2\pi f L_s \dots \dots \dots (3.1)$$

$$X_{C_S} = \frac{1}{2\pi f L_s} \text{ dan } X_{C_P} = \frac{1}{2\pi f C_P} \dots \dots \dots (3.2)$$

Maka :

$$Z_S = \sqrt{R_S^2 + (X_{L_S} - X_{C_S})^2} \dots \dots \dots (3.3)$$



2. Reaktansi Kristal terhadap Frekuensi dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_s = R^2 + (X_{LS} - X_{CS})^2 \dots\dots\dots(3.4)$$

$$X_{CP} = \frac{1}{2\pi f C_P} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$X_p = \frac{X_S \times X_{CP}}{X_S + X_{CP}} \dots\dots\dots(3.6)$$

3. Frekuensi Resonan Seri dan Paralel dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_s = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_S C_S}} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$F_p = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{C_P C_S}{C_P + C_S}}} \dots\dots\dots(3.8)$$

Selama rentang frekuensi ini, faktor Q (Faktor Mutu) kristal sangat tinggi karena induktansi kristal jauh lebih tinggi daripada nilai kapasitif atau resistifnya. Faktor Q dari kristal kita pada frekuensi resonansi seri diberikan sebagai:

$$Q = \frac{X_L}{R} = \frac{2\pi F L}{R} \dots\dots\dots(3.9)$$

### **3.3 Langkah –langkah pengukuran :**

1. Mengukur tegangan output pada rangkaian Crystal Osilator
2. Mengukur besarnya perubahan Frekuensi dari frekuensi dasar.
3. Mengetahui penyebab terjadinya pergeseran frekuensi
4. Menentukan komponen mana dalam rangkaian osilator yang menentukan besar osilasi.
5. Menjelaskan pengaruh perubahan tegangan catu terhadap perubahan frekuensi
6. Menjelaskan pengaruh perubahan pembebanan terhadap perubahan frekuensi.

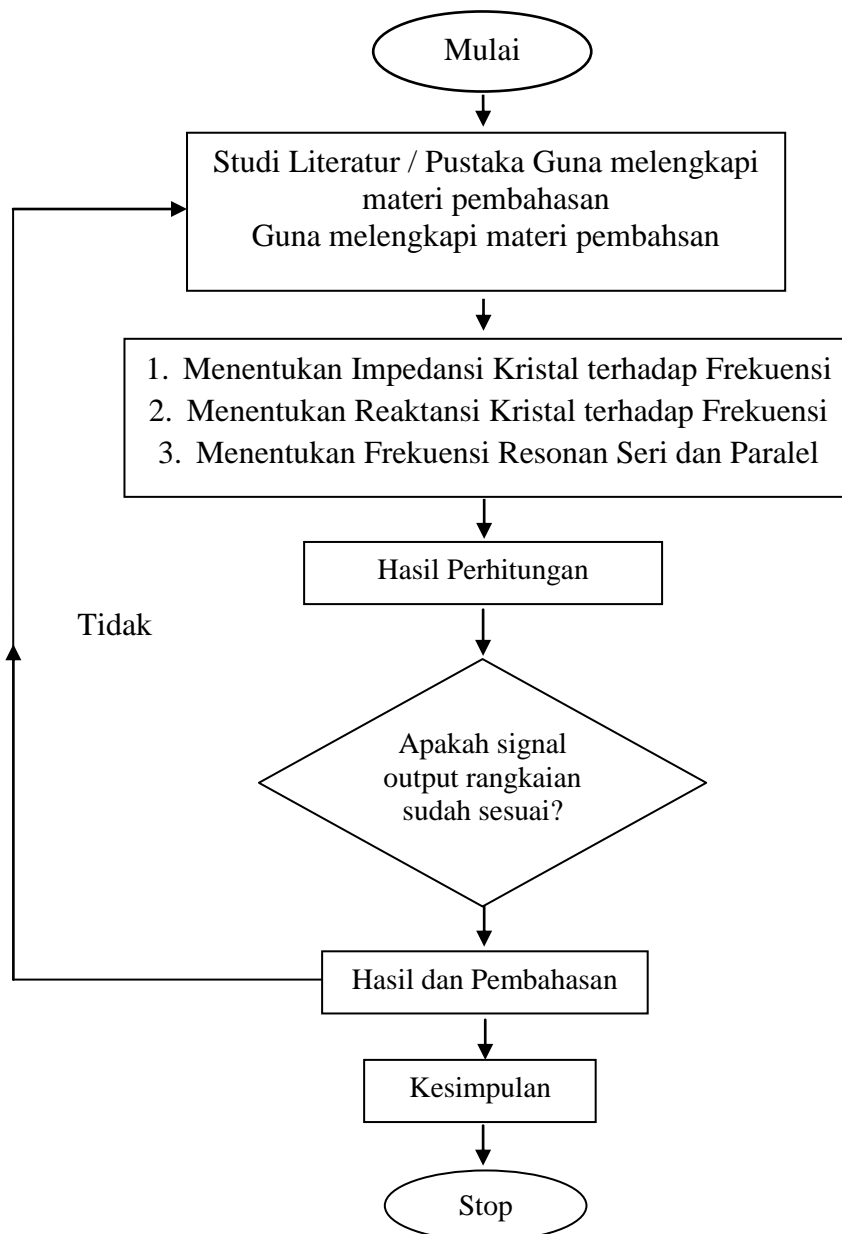
### **3.4. Jalannya Penelitian**

Metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer.
2. Pengumpulan data diperoleh dengan pengukuran, wawancara, observasi dan penelusuran data.
3. Merakit Rangkaian osilator crystal
4. Mengukur Impedansi crystal terhadap Frekuensi
5. Menentukan Reaktansi crystal terhadap Frekuensi
6. Menentukan Frekuensi Resonan Seri dan Paralel
7. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan editing, coding, dan tabulating.

### 3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

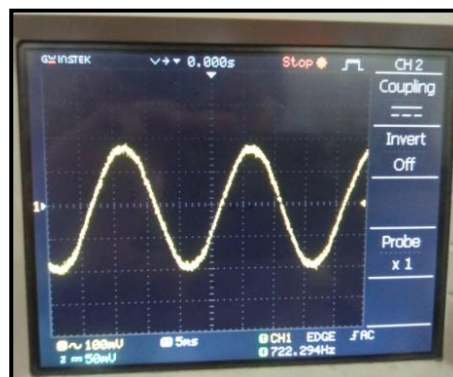
## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Osilator adalah suatu rangkaian elektronika yang menghasilkan sejumlah getaran atau sinyal listrik secara periodik dengan amplitudo yang konstan. Gelombang sinyal yang dihasilkan ada yang berbentuk Gelombang Sinus (*Sinusoide Wave*), Gelombang Kotak (*Square Wave*) dan Gelombang Gigi Gergaji (*Saw Tooth Wave*). Pada dasarnya sinyal arus searah atau DC dari pencatu daya (*power supply*) dikonversikan oleh Rangkaian Osilator menjadi sinyal arus bolak-balik atau AC sehingga menghasilkan sinyal listrik yang periodik dengan amplitudo konstan. Tiga istilah yang berkaitan erat dengan rangkaianPrinsip osilator dengan kristal mirip dengan osilator LC. Osilator kristal menggunakan kristal untuk rangkaian resonansi sekaligus rangkaian umpan baliknya. Banyak alternatif penggunaan osilator sinusoidal dengan kristal adalah dengan memanfaatkan resonansi seri atau resonansi paralel kristal tersebut.

#### 4.1 Hasil Analisis Data Percobaan Output pada rangkaian Crystal Osilator

##### Pada Titik a



Gambar 4.1 Output gelombang rangkaian Crystal Osilator pada titik a

Pada analisa data dari sinyal masuk maka dapat dihitung tegangan sesuai pada tabel di bawah ini. Maka tegangan, waktu dan frekuensi dapat dihitung pada osiloskope yaitu :

Tegangan Input :

$$V = \text{Volt/Div} \times \text{Div}$$

$$= 2 \times 3,8 = 7,6 \text{ volt}$$

Maka waktunya :

$$\begin{aligned} T &= \text{Time/Div} \times \text{Dip} \\ &= 5 \text{ ms} \times 4,2 \\ &= 21 \text{ ms} = 0,021 \text{ s} \end{aligned}$$

Dan Frekuensinya adalah :

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,021} = 47,6 \text{ Hz}$$

Pada gambar dapat diamati tegangan puncak  $V[p]$ , tegangan puncak-ke-puncak  $V[p-p]$  yang pada nilainya dua kali  $V[p]$ , dan tegangan efektif (*root mean square/rms*)  $V[rms]$  yang digunakan dalam perhitungan tegangan AC.

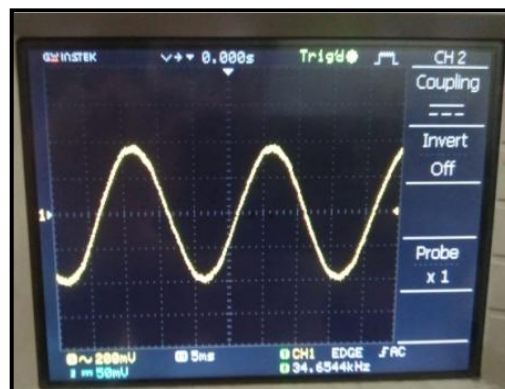
Perhitungan tagangan  $V[rms]$  untuk bentuk gelombang yang umum adalah :

Maka :

$$V_{rms} = \frac{V_{p-p}}{2\sqrt{2}} = \frac{3,8}{2\sqrt{2}} = 2,7 \text{ Volt.}$$

## 4.2 Hasil Analisis Data Percobaan Output pada rangkaian Crystal Osilator

### Pada Titik b



Gambar 4.2 Output gelombang rangkaian Crystal Osilator pada titik b

Pada analisa data dari sinyal masuk maka dapat dihitung tegangan sesuai pada tabel di bawah ini. Maka tegangan, waktu dan frekuensi dapat dihitung pada osiloskope yaitu :

Tegangan Input :

$$\begin{aligned} V &= \text{Volt/Div} \times \text{Div} \\ &= 2 \text{ V} \times 4 \\ &= 8 \text{ volt} \end{aligned}$$

Maka waktunya :

$$\begin{aligned} T &= \text{Time/Div} \times \text{Div} \\ &= 5 \text{ ms} \times 4 \\ &= 20 \text{ ms} = 0,02 \text{ s} \end{aligned}$$

Dan Frekuensinya adalah :

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,02} = 50 \text{ Hz}$$

Pada gambar dapat diamati tegangan puncak  $V[p]$ , tegangan puncak-ke-puncak  $V[p-p]$  yang pada nilainya dua kali  $V[p]$ , dan tegangan efektif (*root mean square/rms*)  $V[rms]$  yang digunakan dalam perhitungan tegangan AC. Perhitungan tagangan  $V[rms]$  untuk bentuk gelombang yang umum adalah :

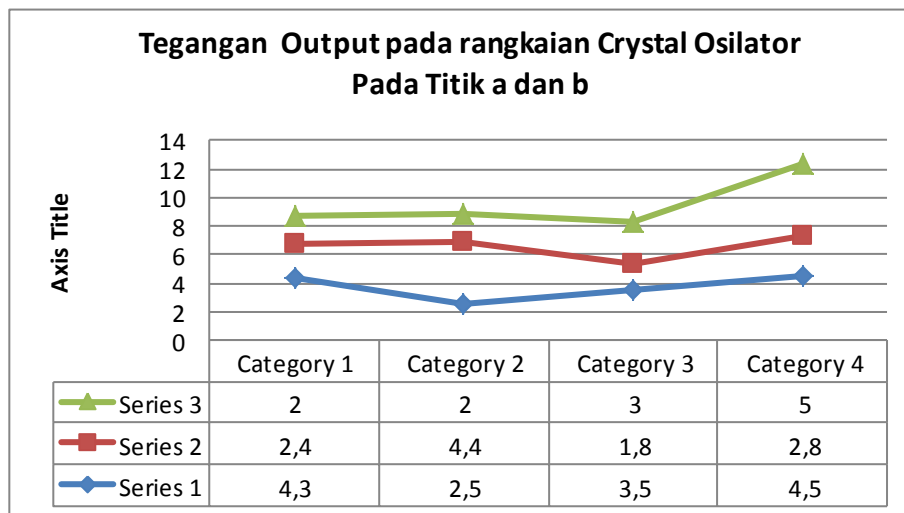
Maka :

$$V_{rms} = \frac{V_{p-p}}{2\sqrt{2}} = \frac{4}{2\sqrt{2}} = 2,8 \text{ Volt.}$$

Tabel 4.1 Tegangan Output pada rangkaian Crystal Osilator Pada Titik A dan B

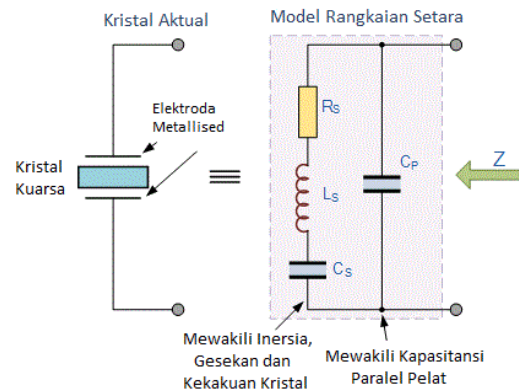
Tegangan Output	Tegangan Osiloscope (Volt)	Time Osiloscope (S)	Frekuensi Osiloscope (Hz)	Vrms (Volt)
Titik A	7,6	0,02	50	2,7
Titik B	8	0,02	50	2,8

Maka grafik tegangan output pada rangkaian crystal osilator pada titik A dan B adalah seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 Grafik Tegangan Output pada rangkaian Crystal Osilator Pada Titik a dan b

### 4.3 Hasil Perhitungan Reaktansi Kristal terhadap Frekuensi, Frekuensi Resonan Seri dan Paralel Impedansi Kristal terhadap Frekuensi



Gambar 4.1 Rangkaian Seri RLC

Pada rangkaian seri RLC dengan Kristal kuarsa memiliki nilai berikut:  
 $R_s = 6,2 \Omega$ ,  $C_s = 0,09972 \text{pF} = 99,72 \times 10^{-15} \text{ Farad}$  dan  $L_s = 2,546 \text{mH} = 0,002546 \text{ Henry}$ . Jika kapasitansi melintasi terminalnya,  $C_p$  diukur pada  $28,68 \text{pF} = 2,87 \times 10^{-11} \text{ Farad}$ , maka frekuensi osilasi fundamental dari kristal dan frekuensi resonansi sekundernya terlihat pada persamaan berikut:

$$R = R \text{ dan } X_{L_s} = 2 \pi f L_s \dots\dots\dots(4.1)$$

$$X_{C_s} = \frac{1}{2 \pi f C_s} \text{ dan } X_{C_p} = \frac{1}{2 \pi f C_p} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$Z_s = \sqrt{R_s^2 + (X_{L_s} - X_{C_s})^2} \dots\dots\dots(4.3)$$

$$Z_p = \frac{Z_s X_{C_p}}{Z_s + X_{C_p}} \dots\dots\dots(4.4)$$

Rangkaian elektrik yang setara untuk kristal kuarsa menunjukkan rangkaian RLC seri, yang mewakili getaran mekanik kristal, sejajar dengan kapasitansi,  $C_p$  yang mewakili sambungan listrik ke kristal. Osilator kristal kuarsa cenderung beroperasi terhadap "resonansi seri" maka Impedansi



ekuivalen kristal memiliki resonansi seri dimana  $C_s$  bergema dengan induktansi,  $L_s$  pada frekuensi operasi kristal. Frekuensi ini disebut Frekuensi Seri Kristal,  $f_s$ . Serta frekuensi seri ini, ada titik frekuensi kedua yang ditetapkan sebagai hasil resonansi paralel yang dibuat saat  $L_s$  dan  $C_s$  bergema dengan kapasitor paralel  $C_p$  seperti yang ditunjukkan.

Maka Reaktansi induktif nya adalah :

$$\begin{aligned} X_{LS} &= 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_s \\ &= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,002546 \\ &= 0,79 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{CS} &= \frac{1}{2 \pi f C_s} \\ &= \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 9,9 \cdot 10^{-14}} \\ &= 3,1 \cdot 10^{-11} \Omega \end{aligned}$$

Maka Impedansinya adalah :

$$\begin{aligned} Z_s &= \sqrt{R_s^2 + (X_{Ls} - X_{Cs})^2} \\ Z_s &= \sqrt{6,2^2 + (0,79 - 3,1 \cdot 10^{-11})^2} \\ Z_s &= \sqrt{38,4 + (0,79)^2} \\ Z_s &= \sqrt{39} \\ Z_s &= 6,24 \Omega \end{aligned}$$

Frekuensi resonansi seri kristal,  $f_s$  adalah :

$$f_s = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_s \cdot C_s}}$$

$$F_s = \frac{1}{6,28 \sqrt{2,546 \text{ mH} \cdot 0,9972 \text{ PF}}}$$

$$F_s = \frac{1}{6,28 \sqrt{0,002546 \times 99,72 \cdot 10^{-15}}}$$

$$F_s = 9,987 \text{ MHz}$$

Frekuensi resonansi paralel kristal,  $f_p$

$$F_p = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_s \frac{C_p \cdot C_s}{C_p + C_s}}}$$

$$F_p = \frac{1}{2\pi \sqrt{2,546 \text{ mH} \left( \frac{28,68 \text{ PF} \times 0,09972 \text{ PF}}{28,68 \text{ PF} + 0,09972 \text{ PF}} \right)}}$$

$$F_p = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \sqrt{0,002546 \frac{2,87 \cdot 10^{-11} \times 99,72 \cdot 10^{-15}}{2,87 \cdot 10^{-11} + 99,72 \cdot 10^{-15}}}}$$

$$F_p = 10,005 \text{ MHz.}$$

Maka dapat melihat bahwa perbedaan antara  $f_s$ , frekuensi fundamental kristal dan  $f_p$  kecil sekitar 18 kHz (10.005MHz - 9.987MHz). Namun selama rentang frekuensi ini, faktor Q (Faktor Mutu) kristal sangat tinggi karena induktansi kristal jauh lebih tinggi daripada nilai kapasitif atau resistifnya.

Maka Faktor Q dari kristal kita pada frekuensi resonansi seri diberikan sebagai:

$$Q = \frac{X_L}{R} = \frac{2 \cdot \pi \cdot F \cdot L}{R}$$

$$Q = \frac{2,3,14 \cdot 9,987 \cdot 10^6 \times 0,002546}{6,4}$$

$$Q = \frac{159680,9}{6,4}$$

$$Q = 24996$$

Osilator kristal khas sederhana dapat berkisar pada frekuensi osilasi dari sekitar 40 kHz sampai lebih dari 100MHz, bergantung pada konfigurasi rangkaian dan perangkat penguat yang digunakan. Potongan kristal juga menentukan bagaimana hal itu akan berperilaku seperti beberapa kristal akan bergetar pada lebih dari satu frekuensi, menghasilkan osilasi tambahan yang disebut nada. Jika kristal tidak memiliki ketebalan sejajar atau seragam, mungkin ada dua atau lebih frekuensi resonansi baik dengan frekuensi dasar yang menghasilkan apa yang disebut dan harmonisa, seperti harmonisa kedua atau ketiga.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Pada dasarnya sinyal arus searah atau DC dari pencatu daya (*power supply*) dikonversikan oleh Rangkaian Osilator menjadi sinyal arus bolak-balik atau AC sehingga menghasilkan sinyal listrik yang periodik dengan amplitudo konstan. Osilator kristal menggunakan kristal untuk rangkaian resonansi sekaligus rangkaian umpan baliknya. Maka frekuensi osilasi fundamental dari kristal dan frekuensi resonansi sekundernya terlihat, Reaktansi induktifnya adalah  $0,79 \Omega$ , Impedansinya adalah  $6,24 \Omega$ , Frekuensi resonansi seri kristal  $F_s = 9,987 \text{ MHz}$ , Frekuensi resonansi paralel kristal  $F_p = 10,005 \text{ MHz}$  Faktor Q dari kristal kita pada frekuensi resonansi seri  $Q = 24996$ .

#### 5.2 Saran

Disusunnya Tugas Akhir ini tentu tidak lepas dari kekurangan dan ketidak sempurnaan, maka untuk kedepannya jika ada yang ingin melanjutkan tugas akhir ini ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk seterusnya, antara lain:

1. Dalam melakukan pengujian harus dilakukan dengan teliti dan penggambaran sementara agar mendapatkan hasil desain yang maksimal.
2. Pada penelitian selanjutnya, tugas akhir ini dapat menjadi bahan referensi untuk peneliti yang lebih baik lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- B. Fisika, “Pergeseran Tanah Menggunakan Sensor,” vol. 18, no. 1, pp. 9–16, 2015.
- D. S. Pudjorahardjo, “Kapasitas Tegangan Pemercepat Mesin Implan-.
- Iga Ayu Mas Oka, Esti Handarbeni Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia (STPI) Curug Tangerang Perancangan Collpits Oscillator Frekuensi 1 MHz dengan Resistansi Negatif pada Peralatan NDB Tipe ND 200
- Irawati Razak, ST., MT, dkk Jurnal Politeknik Negeri Ujung Pandang Rancang Bangun Filter Pasif Sebagai Modul Peraga Tanggal 23 November 2012.
- Indar Sugiarto, Felix Pasila, Mulia Rudy, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra Jurnal Teknik Elektro Vol. 3, No. 3, September 2003: 94 – 100 Identifikasi Parameter *Low Pass Filter* Menggunakan Teknik Rekonstruksi Diagram Bode.
- James Murdock and Danielle Griffith Jurnal Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265 Copyright © 2017, Texas Instruments Incorporated Crystal Oscillator and Crystal Selection for the CC26xx and CC13xx Family of Wireless MCUs*
- Kuncoro, Bayu Mukti. 2010. “*Ilmu Elektronika*”. Rangkaian Filter pasif
- Mudrik Alaydrus *Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta Simulasi Filter Lolos Bawah dengan Teknologi Mikrostrip menggunakan Software Sonnet, Jurnal Telekomunikasi dan Komputer, vol.3, no.1, 2012*
- Pressman, Abraham I. (2002). *Switching Power Supply Design. McGraw Hill Companies Inc, new York, USA.*
- Razak, Irawati. (2009). *Jobsheet Praktikum Laboratorium Frekuensi Tinggi 1. Politeknik Negeri Ujung Pandang.*
- S. pujo suwarno, thomas sri widodo, “Simulasi Sitem Pembayaran Retribusi Gerbang Parkir Menggunakan Mikrokontroler AT89251,” *Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 22–32, 2009
- Suwarnata, Putu dan Mahardhika, Angga. (2011). Modul Demonstrator Rangkaian Filter Pasif Pada Laboratorium Frekuensi Dan Transmisi Program Studi Telekomunikasi Politeknik Negeri Ujung Pandang. Proyek Akhir.

- Sudarti, Wira Bahari Nurdin, Bidayatul Armynah *Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan, 90245* Penentuan Metode Pengiriman Data Terbaik Dalam Meningkatkan Kinerja Elektrokardiograf Nirkabel
- T. Colpitts, D. A. N. Clapp, and U. Pengkondisi, "Universitas Indonesia Perbandingan Karakteristik Rangkaian Osilator," 2010.