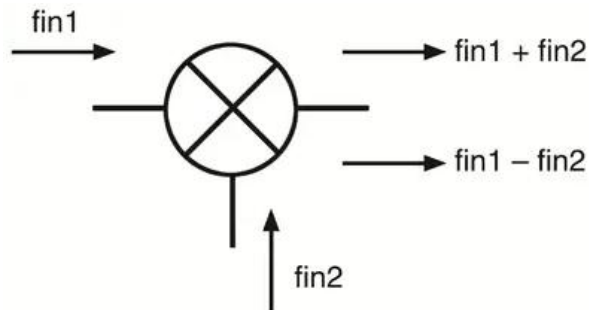


## II.1 Teori pendukung

Pada subbab ini akan dibahas mengenai teori yang mendukung dalam tugas akhir

### II.3.1 Mixer

*Mixer* adalah suatu rangkaian atau perangkat elektronika non-linier yang menerima dua sinyal input yang berbeda frekuensinya. Hasil pencampuran kedua sinyal input tersebut adalah penjumlahan frekuensi antara kedua sinyal tersebut, selisih frekuensi antara sinyal tersebut dan frekuensi kedua sinyal input itu sendiri. Berikut adalah gambar simbol dari sebuah sistem *mixer*.



Gambar II.1. Simbol Mixer [10]

Apabila dua buah sinyal sinusoidal disebut saja  $V1$  dengan frekuensi  $fin1$  dan  $V2$  dengan frekuensi  $fin2$  dimasukkan pada sebuah mixer maka akan muncul  $fin1+fin2$ ,  $fin1-fin2$ ,  $fin1$  dan  $fin2$ . Berikut adalah persamaan matematisnya.

Input frekuensi:

$$V1 = A1 \sin(2\pi fin1 t) \dots\dots\dots(1)$$

$$V2 = A2 \sin(2\pi fin2 t) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

$V1$ ,  $V2$  merupakan dua buah sinyal input yang berbeda

$A1$ ,  $A2$  merupakan amplitudo maksimum masing-masing sinyal

$fin1$ ,  $fin2$  merupakan frekuensi dari masing-masing sinyal

$t$  adalah waktu

dengan sifat perkalian antara dua buah persamaan sinus berikut:

$$\sin(A) \cdot \sin(B) = \frac{1}{2} [\cos(A - B) - \cos(A+B)] \dots\dots\dots(3)$$

maka akan didapat persamaan sinyal dari sebuah *mixer* sebagai berikut:

$$V1 \cdot V2 = \frac{A1A2}{2} [\cos(2\pi[fin1 - fin2]t) - \cos(2\pi[fin1 + fin2]t)] \dots\dots\dots(4)$$

Dari persamaan di atas dapat kita lihat bahwa hasil perkalian dari dua buah sinyal dengan frekuensi yang berbeda akan menghasilkan dua buah sinyal berbeda dimana salah satu sinyal memiliki frekuensi selisih ( $fin1 - fin2$ ) dan yang satunya lagi memiliki frekuensi penjumlahan ( $fin1 + fin2$ ).

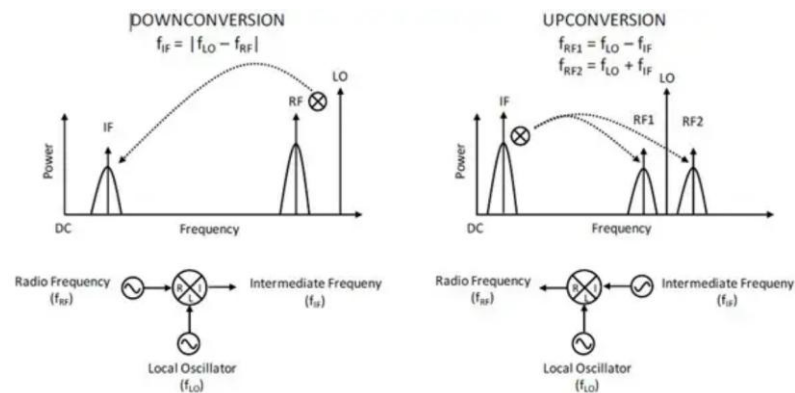
Persamaan perkalian dua buah sinyal di atas hanyalah merupakan salah satu komponen sinyal hasil sebuah mixing. Pada kenyataanya, *mixer* akan menghasilkan banyak sekali komponen sinyal yang disebut dengan harmonisa. Secara sederhana, suatu proses pencampuran akan menghasilkan sinyal-sinyal sebagai berikut:

$$Vo = 1 + (V1 + V2) + \frac{(V1+V2)^2}{2!} + \frac{(V1+V2)^3}{2!} + \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

$$(V1 + V2)^2 = V1^2 + 2V1V2 + V2^2 \dots\dots\dots(6)$$

Dari persamaan-persamaan di atas dapat kita simpulkan bahwa pada proses pencampuran akan timbul frekuensi-frekuensi  $fin1$ ,  $fin2$ ,  $2fin1$ ,  $2fin2$ , dan  $fin1 - fin2$ .



Gambar II.2. Representasi dari *Down-Conversion* dan *Up-Conversion* [10]

Maka dapat disimpulkan bahwa mixer akan menghasilkan frekuensi output hasil selisih (*Down-Conversion*)  $f_{in1}(RF)$  &  $f_{in2}(LO)$  atau penjumlahan  $f_{in1}(IF)$  &  $f_{in2}(LO)$  (*Up-Conversion*).

Pada sistem *Down-Conversion* komponen sinyal keluaran *mixer* yang dibutuhkan adalah komponen sinyal  $f_{in1}$ -  $f_{in2}$ . Untuk mendapatkan komponen sinyal tersebut maka dibutuhkan sebuah BPF (*Band Pass Filter*) yang memiliki daerah kerja  $f_{in1}$ -  $f_{in2}$ . BPF ini akan meloloskan frekuensi  $f_{in1}$ -  $f_{in2}$  dan meredam frekuensi-frekuensi harmonisa lain keluaran *mixer*.

Beberapa parameter *mixer* yang digunakan untuk pengukuran adalah [10]:

1. *Conversion Loss* atau *Gain*: diukur dalam satuan dB, penguatan konversi atau *Conversion Gain* mengukur penguatan sinyal dalam mixer aktif, sementara rugi konversi atau *Conversion Loss* (juga dikenal sebagai CL) mengukur kerugian penyisipan (*Insertion Loss*) dalam mixer pasif. Penguatan konversi didefinisikan sebagai rasio daya output IF ke daya input RF. Untuk mixer pasif, CL adalah parameter paling penting selain *Noise Figure*. Ini didefinisikan sebagai perbedaan daya antara level daya input RF dan level daya frekuensi IF output yang diinginkan. Tentu saja, semakin rendah CL semakin baik. Nilai umum rentang rugi konversi antara 4,5 hingga 9 dB. Kerugian lain yang mungkin terjadi adalah dari kehilangan saluran transmisi, ketidaksesuaian

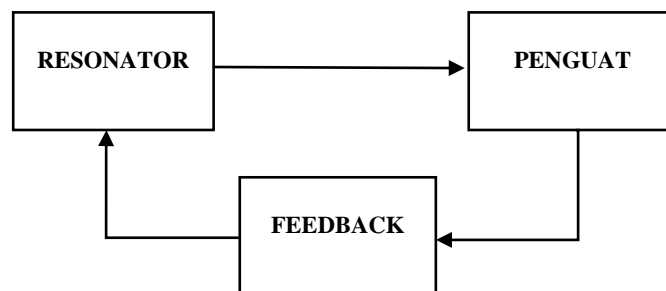
balun, resistansi seri dioda, dan ketidakseimbangan *mixer*. Selain itu, semakin lebar rentang frekuensi untuk tiga port, semakin buruk CL.

2. *Noise Figure* (NF): Didefinisikan sebagai derau tambahan yang dihasilkan oleh *mixer* dan hadir pada *output* IF, *noise figure* adalah parameter penting kedua (CL adalah yang pertama) untuk filter pasif. Untuk *mixer* pasif, NF hampir sama dengan kerugian (*Loss*).
3. *Input Intercept point* (IIP3): IIP3 adalah daya *input* RF di mana daya *output* dari produk intermodulasi yang tidak diinginkan dan *output* IF yang diinginkan akan sama.
4. *Spurious*: Sinyal eksternal palsu menghasilkan frekuensi yang tidak diinginkan yang mungkin jatuh ke dalam IF-band.
5. Isolasi: didefinisikan sebagai jumlah kebocoran daya dari satu port ke port lainnya. Ketika isolasi tinggi, kebocoran antara port akan kecil.
6. *Dynamic Range*: Ini adalah rentang daya sinyal untuk *mixer* dapat bekerja.

### II.3.2 Osilator

Osilator adalah suatu rangkaian yang mampu menghasilkan output sinyal bolak-balik (AC) yang periodik pada suatu frekuensi tertentu tanpa adanya sinyal input dari luar. Sinyal *output* dari suatu osilator dapat berupa gelombang sinusoidal, persegi, segitiga, pulsa, ataupun gigi gergaji (*sawtooth*).

Secara umum, suatu osilator biasanya terdiri dari tiga buah blok utama seperti diperlihatkan pada Gambar II.3.



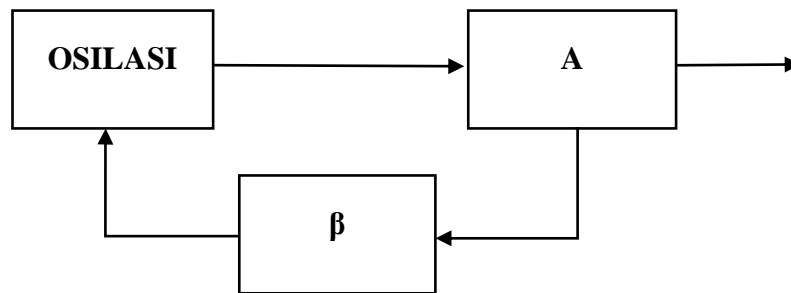
Gambar II.3. Blok Diagram Osilator

Resonator berfungsi menghasilkan sinyal pada satu waktu tertentu. Sinyal keluaran dari resonator memiliki level yang kecil sehingga diperlukan suatu rangkaian penguat sebelum sinyal dikeluarkan. Nilai penguatan ini juga sangat penting dalam mempertahankan proses *osilasi*.

Proses pada rangkaian resonator dalam menghasilkan sinyal bolak-balik akan semakin melemah karena adanya tahanan pada komponen pasif induktor (L) dan kapasitor (C) yang menyerap sebagian energi. Untuk mempertahankan proses *osilasi*, maka energi yang hilang pada rangkaian resonator harus ditambah. Penambahan energi ini dapat dilakukan dengan cara *feedback* (umpan balik) positif yang mempunyai sifat regeneratif. Penggunaan feedback ini akan membuat proses *osilasi* stabil.

Syarat terjadi *osilasi* pada suatu rangkaian osilator, rangkaian osilator harus memenuhi kriteria Barkhausen yaitu:

1. *Magnitude* rangkaian dengan umpan balik harus lebih besar atau sama dengan satu.  $A\beta = 1$
2. Total pergeseran fasa mulai dari masukkan rangkaian umpan balik dan kembali lagi ke input adalah  $0^\circ$  atau  $360^\circ$ .



Gambar II.4. Prinsip Dasar Osilasi

$$A_{fb} = \frac{A}{1 - A\beta}$$

A = penguatan

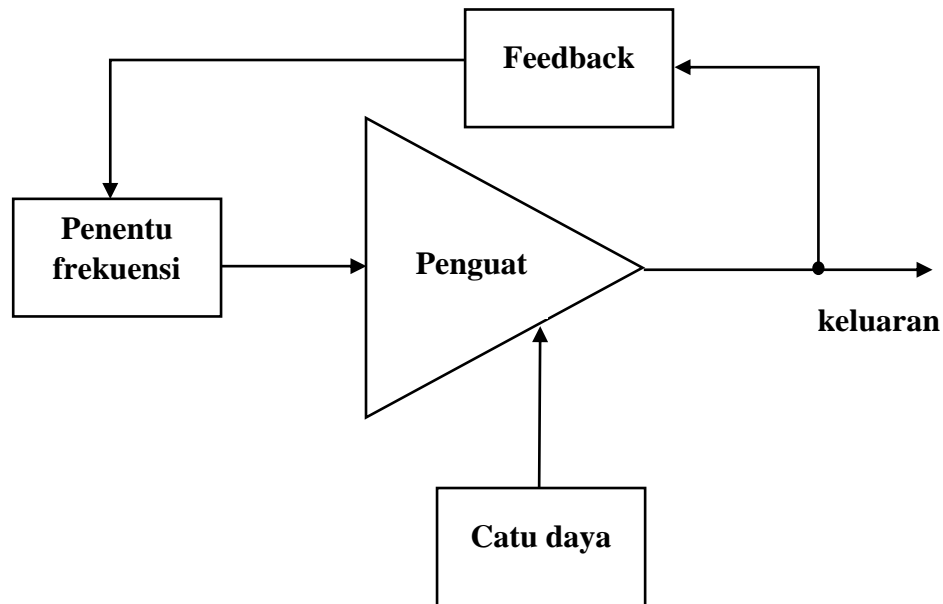
$\beta$  = faktor *feedback*

Pada osilator dengan *feedback* positif, A dan  $\beta$  masing-masing membalikkan fase sinyal inputnya sebesar  $180^\circ$  sehingga sinyal *feedback* yang masuk ke sistem

*osilasi* akan memiliki pergeseran fasa sebesar  $360^\circ$  dibandingkan sinyal yang masuk ke penguat (sinyal keluaran osilasi). Inilah yang dimaksud dengan feedback positif dimana sinyal feedback memiliki beda fasa sebesar  $360^\circ$  atau dapat dikatakan sefasa dengan sinyal keluaran osilasi.

Dari dua kriteria Barkhausen di atas dapat kita tarik kesimpulan bahwa osilasi akan terjadi bila nilai  $A_{fb}$  bernilai tak hingga. Nilai  $A_{fb}$  akan tak hingga hanya apabila nilai perkalian  $A$  dan  $\beta$  bernilai 1. Bila  $A \cdot \beta$  nilainya lebih dari 1 maka rangkaian  $A \cdot \beta$  kurang dari 1 maka rangkaian tidak akan berosilasi.

Diagram blok osilator diperlihatkan pada gambar II.5 dibawah ini, terlihat bahwa osilator memiliki perangkat penguat, umpan balik, rangkaian penentu frekuensi dan catu daya. Isyarat asukan diperkuat oleh penguat (*amplifier*) kemudian sebagian isyarat yang telah diperkuat dikirim kembali ke masukan melalui rangkaian balikan. Isyarat balikan harus memiliki fase dan nilai yang benar agar terjadi osilasi.

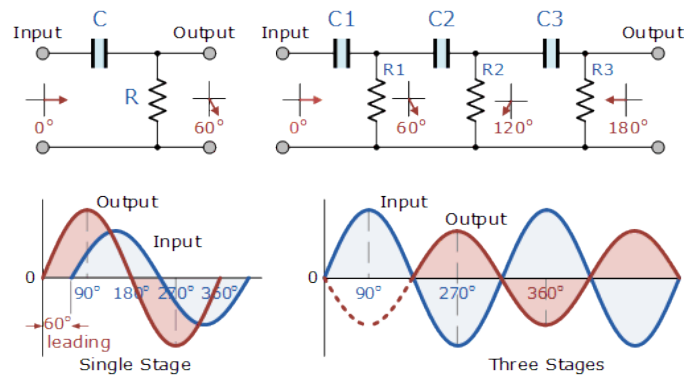


Gambar II.5. Bagian-bagian Utama Osilator *Feedback*

### II.3.2.1 Jenis-jenis osilator

#### a) Osilator RC pegeran fasa

Porsi amplifier ya merupakan suatu common-emitter yang mempunyai pegeran fasa  $180^\circ$ , dan fungsi rangkaian *feedback*-nya memberikan pegeran fasa  $180^\circ$  yang lebih lanjut sehingga total pegeran fasanya  $360^\circ$ , kondisi  $A \cdot \beta = 1$  dapat tercapai (kriteria Barkhausen). Osilator ini biasanya digunakan pada jangkauan frekuensi audio dengan umpan balik pada BJT.



Gambar II.6 *Output* rangkaian osilator RC

#### b) Osilator Hartley

Hartley Oscillator adalah sirkuit yang sangat berguna untuk menghasilkan sinyal gelombang sinus berkualitas baik dalam kisaran RF, (30kHz hingga 30MHz) meskipun pada batas yang lebih tinggi dari ini rentang dan di atas, osilator Colpitts biasanya lebih disukai. Meskipun kedua oscillator ini menggunakan oscillator Sirkuit LC tuned (tank) untuk mengontrol frekuensi osilator, Desain Hartley dapat dikenali oleh penggunaan induktor yang disadap(*tapped*) L1 dan L2.

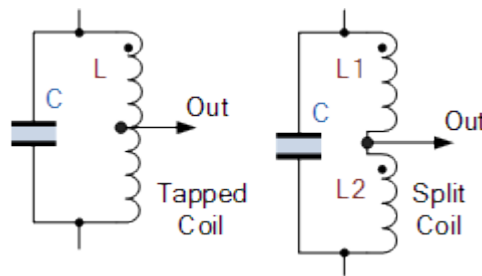
Frekuensi osilasi dapat dihitung dengan cara yang sama seperti rangkaian resonansi paralel, menggunakan:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Dimana  $L = L1 + L2$

Dalam osilator Hartley, rangkaian LC yang disetel terhubung antara kolektor dan basis penguat transistor. Sejauh menyangkut tegangan osilasi, emitor terhubung ke titik penyadapan pada kumparan sirkuit yang disetel.

Bagian umpan balik dari rangkaian tangki LC yang disetel diambil dari *tap* tengah kumparan induktor atau bahkan dua kumparan terpisah dalam seri yang paralel dengan kapasitor variabel.



Gambar II.7 *Tank Resonator* untuk Rangkaian Hartley

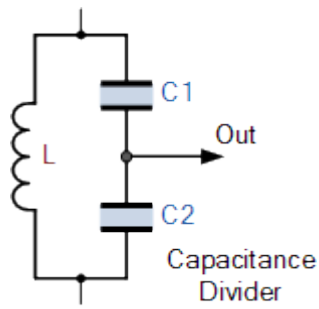
Rangkaian osilator Hartley dapat dibuat dari konfigurasi apa pun yang menggunakan baik kumparan tunggal (mirip dengan *autotransformer*) atau sepasang kumparan terhubung seri secara paralel dengan kapasitor tunggal

### c) Osilator Colpitts

Dalam banyak hal, osilator Colpitts adalah kebalikan dari osilator Hartley yang. Sama seperti osilator Hartley, sirkuit tangki yang disetel terdiri dari sub-sirkuit resonansi LC yang terhubung antara kolektor dan basis penguat transistor satu tahap yang menghasilkan bentuk gelombang keluaran sinusoidal.

Konfigurasi dasar Colpitts Oscillator mirip dengan Hartley Oscillator tetapi perbedaan kali ini adalah bahwa penyadapan tengah sub-sirkuit tangki sekarang dibuat di persimpangan jaringan “pembagi tegangan kapasitif” alih-alih induktor tipe *autotransformer* yang disadap. seperti pada osilator Hartley. sirkuit tangki osilator Colpitts





Gambar II.8 *Tank Resonator* untuk Rangkaian Collpits

Osilator Colpitts menggunakan jaringan pembagi tegangan kapasitif sebagai sumber umpan baliknya. Dua kapasitor, C1 dan C2 ditempatkan di satu induktor tunggal, L seperti yang ditunjukkan. Kemudian C1, C2 dan L membentuk sirkuit tangki yang disetel dengan kondisi untuk osilasi:  $X_{C1} + X_{C2} = X_L$ , sama seperti untuk sirkuit osilator Hartley.

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Dimana:

$$C = \frac{C1 + C2}{C1.C2}$$

Keuntungan dari jenis konfigurasi rangkaian kapasitif ini adalah bahwa dengan induktansi diri dan timbal balik yang lebih sedikit dalam sirkuit tangki, stabilitas frekuensi osilator ditingkatkan seiring dengan desain yang lebih sederhana.

Seperti halnya osilator Hartley, osilator Colpitts menggunakan penguat transistor bipolar satu tahap sebagai elemen penguatan yang menghasilkan keluaran sinusoidal.