

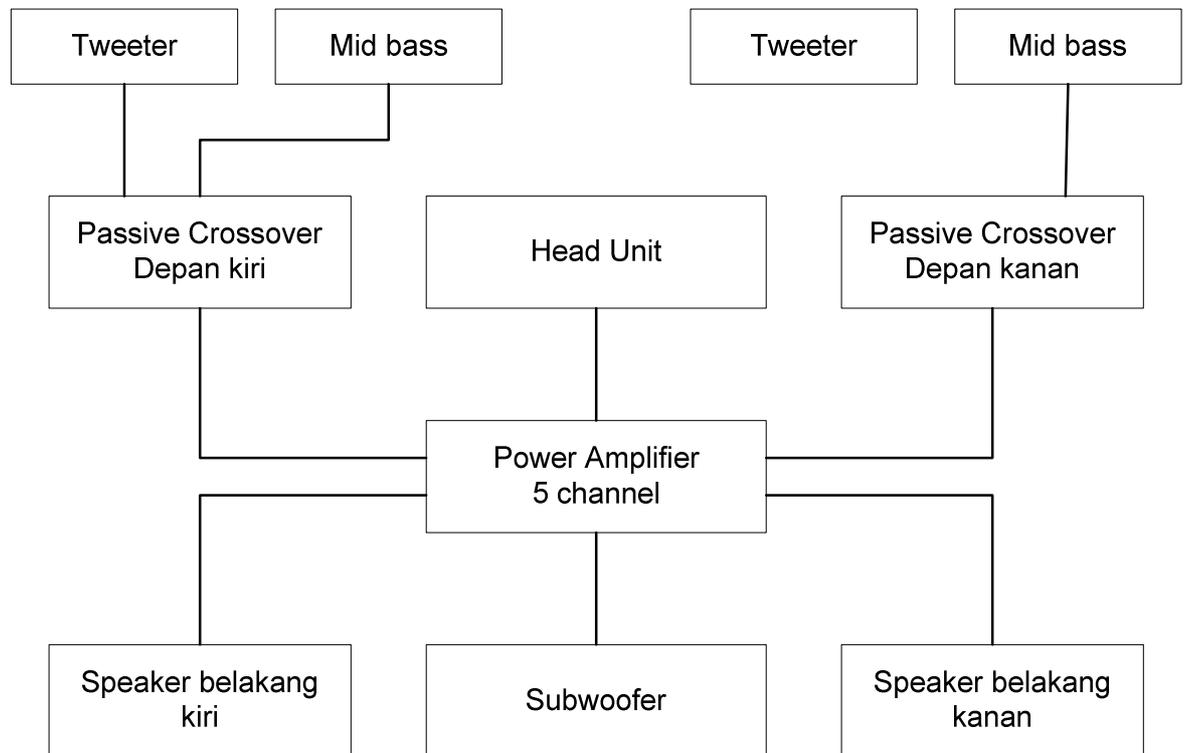
## 2. TEORI DASAR

Desain *custom passive crossover* untuk *car audio* ini berbeda dengan sistem standar. Pada sistem ini ditambahkan beberapa komponen pendukung untuk membuat kualitas audio mobil menjadi lebih enak didengar dan dinikmati.

Adapun penambahan yang dilakukan, antara lain:

- 1) *Power amplifier*, dimana fungsi dari alat ini untuk penguat daya *output* yang akan disalurkan kepada setiap *speaker* sehingga suara yang akan dihasilkan akan lebih maksimal.
- 2) *Speaker 2 or 3 way system*, perbedaan system *speaker* ini adalah jumlah *speaker* yang dipakai. Pada *2 way system* berisikan 2 jenis *speaker*, yaitu: *tweeter* dan *midbass*. Jika pada *3 way system* berisikan 3 jenis *speaker*, yaitu: *tweeter*, *mid range* dan *midbass*. Perbedaan kedua sistem ini adalah jika sistem tersebut semakin banyak, maka mutu suara yang dihasilkan diharapkan semakin baik. Hal itu disebabkan karena setiap frekuensi yang akan dikeluarkan (pada setiap lagu yang akan diputar melalui *head unit*), disalurkan melalui *speaker* yang mempunyai spesifikasi respon frekuensi sesuai dengan kebutuhan.
- 3) *Subwoofer*, juga termasuk jenis-jenis *speaker*, namun *speaker* ini mempunyai fungsi hanya untuk mengeluarkan frekuensi rendah saja. Sehingga suara yang dihasilkan oleh *speaker* ini berupa suara *bass* dengungan saja, tanpa ada nada-nada lain.

Blok diagram dari audio mobil yang menggunakan *custom passive crossover* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Blok Diagram Audio Mobil Menggunakan *Passive Crossover*

Setiap bagian dari sistem blok diagram *custom passive crossover* di atas mempunyai pengaruh yang besar terhadap kualitas suara yang akan dihasilkan. Jika dari keseluruhan sistem di atas saling mendukung, termasuk *custom passive crossover* yang ada pada *two way* sistem, *power amplifier* yang dipakai, maka terjadi pemindahan daya maksimal. Jika terdapat salah satu bagian yang kurang mendukung, maka hal itu akan mengakibatkan pemindahan daya tidak dapat maksimal.

Untuk mendesain sistem *custom passive crossover* harus memperhatikan kemampuan dari *speaker* yang akan digunakan, karena hal itu berhubungan dengan penguatan sinyal yang masuk dari *power amplifier* yang akan digunakan juga. Penguatan dari *power amplifier* juga perlu diperhatikan. Apabila *output* yang dihasilkan dari penguatan *power amplifier* terlalu besar, maka *speaker* bekerja lebih tinggi dari kemampuan spesifikasinya dan dapat mengakibatkan kerusakan

dari *speaker* tersebut. Sedangkan apabila *output* dari penguatan *power amplifier* terlalu kecil, maka hasil suara yang keluar tidak seperti yang diinginkan. Jika ingin membuat sistem *car audio* yang baik, yaitu antara *output power amplifier* dan *speaker* harus sesuai, sehingga sistem *car audio* dapat bekerja dengan baik.

## 2.1. Elemen-elemen Pasif

Dalam Tugas Akhir ini digunakan beberapa komponen yang termasuk elemen-elemen pasif, diantaranya resistor, kapasitor dan induktor. Beberapa karakteristik dari tiga jenis elemen pasif ini diuraikan dalam penjelasan berikut.

### 2.1.1. Resistor

Resistor yang digunakan dalam elektronika dibedakan menjadi dua, yaitu resistor *linier* dan resistor *nonlinier* ; atau, resistor tetap (*fixed resistor*) dan resistor tidak tetap (*variable resistor*). Resistor *linier* adalah resistor yang bekerja sesuai dengan hukum ohm, yaitu  $V = I \cdot R$ . Jika nilai tahanannya semakin besar maka arusnya semakin kecil dan sebaliknya. Sedangkan resistor *nonlinier* adalah resistor yang besar tahanannya dapat berubah-ubah akibat pengaruh faktor-faktor luar seperti fotoresistor,thermistor, dan sebagainya.

Fotoresistor adalah sebuah resistor yang nilai tahanannya dipengaruhi oleh cahaya dan sangat peka terhadap sinar. Thermistor adalah resistor yang nilai tahanannya dapat berubah-ubah karena panas. Dengan kata lain Thermistor adalah resistor yang sangat peka terhadap panas.

Resistor dibuat dari berbagai macam bahan, seperti arang nikelin, lilitan kawat, pita, film metal, film oksida metal, cermet, unsur karbon, dan sebagainya. Resistor dengan bahan unsur karbon adalah yang paling banyak dipakai di pasaran.

Fungsi dari resistor (R) adalah untuk mengatur serta menghambat arus listrik. Besarnya nilai tahanan resistor linier ditentukan oleh warna yang tertera pada badan resistor. Warna-warna tersebut mempunyai nilai seperti yang tertera pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kode Warna Resistor

WARNA	GELANG I	GELANG II	GELANG III	GELANG IV
Hitam	-	0	-	
Coklat	1	1	10	$\pm 1\%$
Merah	2	2	100	$\pm 2\%$
Jingga	3	3	1.000	
Kuning	4	4	10.000	
Hilau	5	5	100.000	
Biru	6	6	1.000.000	
Ungu	7	7	10.000.000	
Abu-abu	8	8	100.000.000	
Putih	9	9	1.000.000.000	
Emas	-			$\pm 5\%$
Perak	-			$\pm 10\%$
Tak berwarna	-			$\pm 20\%$

Rumusannya dinyatakan dengan

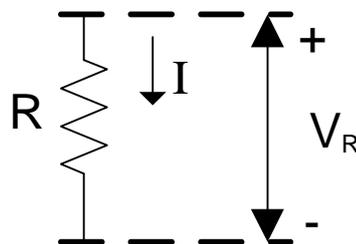
$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (2.1)$$

dimana R adalah resistor,  $\rho$  adalah hambatan jenis bahan resistor dan A adalah luas penampang resistor.

Apabila arus (I) melewati resistor maka akan terjadi beda potensial ( $V_R$ ) di kedua ujung terminalnya (Hukum Ohm), hal ini dinyatakan dalam persamaan berikut

$$V_R = I R \quad (2.2)$$

Secara rangkaian dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 2.2. Rangkaian Resistor

Perhitungan beberapa *resistor* yang digabungkan, terdiri dari dua bentuk, yaitu

- Penggabungan secara seri

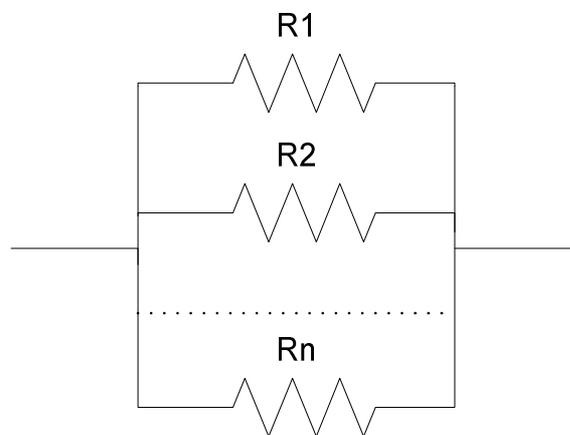
$$R_{total\ seri} = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (2.3)$$



Gambar 2.3. Rangkaian Resistor Seri

- Penggabungan secara paralel

$$\frac{1}{R_{total\ Paralel}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (2.4)$$



Gambar 2.4. Rangkaian Resistor Paralel

### 2.1.2. Kapasitor

Sering juga disebut dengan kondensator dimana fungsinya adalah :

- Membatasi arus DC yang mengalir pada rangkain
- Menyimpan energi dalam bentuk medan listrik
- Sebagai filter

Kapasitor memiliki struktur bahan yang berbeda dari komponen yang lain. Kapasitor terbuat dari plat metal yang dipisahkan oleh bahan dielektrik, seperti keramik, gelas, udara vakum, dan sebagainya. Ketika tegangan listrik diberikan pada kedua elektrodanya, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada elektroda yang satu dan muatan-muatan negatif pada elektroda yang lain. Di

dalam kapasitor terdapat bahan dielektrik yang menyebabkan muatan positif tidak bisa mengalir ke kutub negatif dan sebaliknya.

Faktor penentu nilai suatu kapasitor tergantung dari :

- Nilai permitivitas bahan pembuat kapasitor
- Luas penampang kapasitor
- Jarak antara dua keping penyusun kapasitor

Secara matematis dapat ditulis :

$$C = \varepsilon \frac{A}{d} \quad (2.5)$$

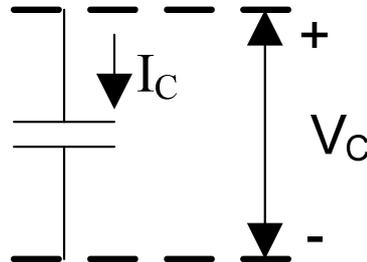
Dimana :  $\varepsilon$  = permitivitas bahan

$A$  = luas penampang bahan

$d$  = jarak dua keping

Satuan kapasitor : Farad (F)

Jika sebuah kapasitor dilewati oleh sebuah arus seperti terlihat pada gambar 2.5, maka pada kedua ujung kapasitor tersebut akan muncul beda potensial atau tegangan.



Gambar 2.5. Rangkaian Kapasitor

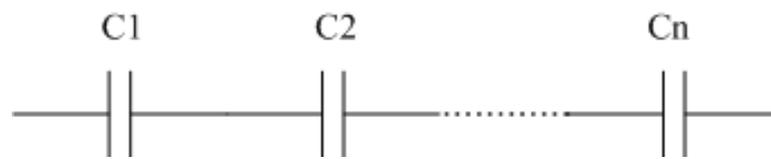
Secara matematis dinyatakan :

$$i_c = C \frac{dv_c}{dt} \quad (2.6)$$

Perhitungan beberapa *capasitor* yang digabungkan, terdiri dari dua bentuk, yaitu

- Penggabungan secara seri

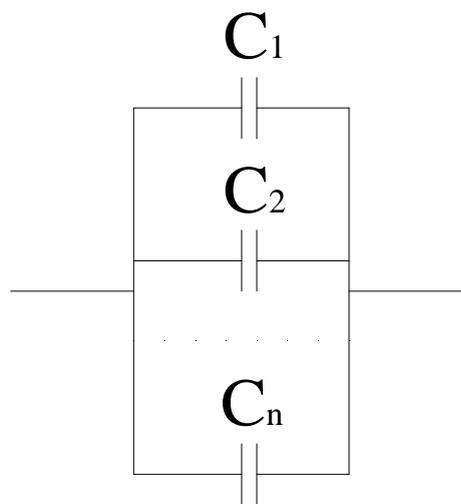
$$\frac{1}{C_{total\ Paralel}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad (2.7)$$



Gambar 2.6. Rangkaian Kapasitor Seri

- Penggabungan secara paralel

$$C_{total\ seri} = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (2.8)$$



Gambar 2.7. Rangkaian Kapasitor Pararel

Adapun beberapa macam jenis kapasitor yang ada di pasaran:

#### 1. Kapasitor Elektrolit

Ciri-cirinya adalah:

- Merupakan jenis kapasitor yang memiliki polaritas, yaitu positif dan negatif.
- Berfungsi untuk meratakan arus sehingga sering dipakai pada rangkaian penyearah arus.
- Nilai kapasitansnya dihitung dalam satuan uF dan dengan tegangan kerja tertentu yang tidak boleh dilampaui .
- Kerusakan yang sering terjadi adalah konslet, kering, bocor, dan meledak .

## 2. Kapasitor Solid Tantalum

Ciri-cirinya adalah:

- Kapasitor ini mempunyai fungsi yang sama dengan kapasitor elektrolit, yaitu untuk meratakan arus.
- Mempunyai unsur logam yang kuat.
- Nilai kapasitansya dihitung dalam satuan uF.
- Merupakan jenis kapasitor yang memiliki polaritas, yaitu positif dan negatif.

## 3. Kapasitor Trimmer

Ciri-cirinya adalah :

- Berfungsi sebagai pemilih gelombang agar tepat sesuai dengan pilihan.
- Dimanfaatkan pada rangkaian pesawat penerima radio dan pesawat radio komunikasi.
- Penyetelan dilakukan dengan obeng (*di-trim*).
- Kedua keping logamnya diisolasi menggunakan lapisan tipis.
- Memiliki kapasitas antara 20 pFsampai dengan 100 pF.

## 4. Kapasitor Film

Ciri-cirinya adalah:

- Tegangan kerjanya sangat tinggi.
- Merupakan kapasitor yang tidak memiliki polaritas (*nonpolar*).
- Nilai kapasitansya dihitung dengan satuan uF.
- Umumnya dipergunakan pada rangkaian lampu *blitz* kamera.
- Nilai kapasitansya ada yang tertulis langsung dan ada juga yang menggunakan kode warna.

## 5. Kapasitor Polyster

Ciri-cirinya adalah:

- Merupakan kapasitor yang tidak memiliki polaritas (*nonpolar*).
- Mempunyai bentuk persegi.
- Nilai kapasitansya dihitung dalam satuan nF.
- Biasanya menggunakan sistim kode warna untuk menghitung nilai kapasitansya.

## 6. Kapasitor Variable

Ciri-cirinya adalah:

- Berfungsi sebagai pemilih gelombang frekwensi pada pesawat penerima radio.
- Mempunyai dua macam *dielectrika*, yaitu logam dan plastik.
- Dapat diubah kapasitas.
- Nilai kapasitas kapasitor *variable* logam antara 200 pF sampai dengan 1000 pF.
- Kapasitor *variable* logam digunakan pada rangkaian pesawat penerima radio yang bertegangan tinggi atau untuk *tuning* antena pada radio pemancar.
- Nilai kapasitas kapasitor *variable* plastik adalah sekitar 100 pF sampai dengan 350 pF.
- Kapasitor *variable* plastik dipergunakan pada rangkaian pesawat penerima radio dan harganya lebih murah dibandingkan dengan yang logam.

## 7. Kapasitor Keramik

Ciri-cirinya adalah :

- Merupakan kapasitor *nonpolar* (tidak memiliki polaritas).
- Bentuknya bulat dan tipis.
- Dipakai sebagai filter pada gelombang radio.
- Kapasitansya dihitung dalam satuan piko farad (pF).

- Tegangan kerjanya mulai dari 25 volt, 50 volt, 200 volt, 400 volt sampai ribuan volt.
- Nilai kapasitansya ada yang tertulis langsung, ada juga yang memakai kode hitungan.

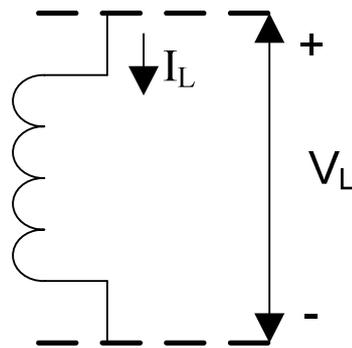
### 2.1.3. Induktor

Seringkali disebut sebagai lilitan, kumparan, atau belitan. Pada induktor mempunyai sifat dapat menyimpan energi dalam bentuk medan magnet. Satuan dari induktor : Henry (H).

Arus yang mengalir pada induktor akan menghasilkan fluksi magnetik ( $\Phi$ ) yang membentuk *loop* yang melingkupi kumparan. Jika ada N lilitan, maka total fluksi adalah :

$$\begin{aligned}\lambda &= LI \\ L &= \frac{\lambda}{I} \\ v &= \frac{d\lambda}{dt} = L \frac{di}{dt}\end{aligned}\tag{2.9}$$

Secara rangkaian digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.8. Rangkaian Induktor

Sifat penyimpanan energi dalam induktor dapat diturunkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 p &= \frac{dw}{dt} \\
 dw &= p \cdot dt \\
 \int dw &= \int p \cdot dt \\
 w &= \int p \cdot dt = \int v \cdot i \cdot dt = \int L \frac{di}{dt} \cdot i \cdot dt = \int Li \cdot di
 \end{aligned}
 \tag{2.10}$$

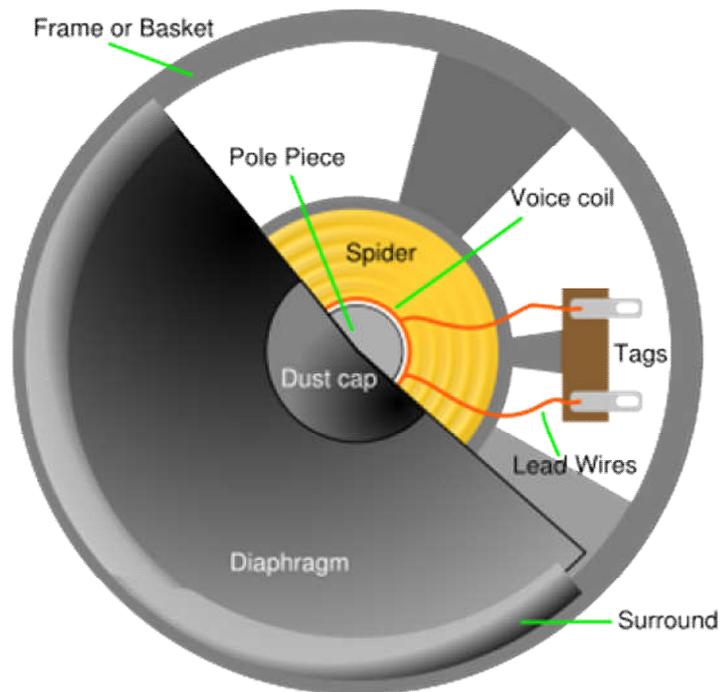
Misalkan: pada saat  $t = 0$ , maka  $i = 0$ . Pada saat  $t = t$  maka  $i = I$ , sehingga diperoleh

$$w = \int_0^I Li \cdot di = \frac{1}{2} LI^2
 \tag{2.11}$$

Persamaan di atas merupakan energi yang disimpan pada induktor  $L$  dalam bentuk medan magnet. Jika induktor dipasang arus konstan/DC, maka tegangan sama dengan nol. Sehingga induktor bertindak sebagai rangkaian hubung singkat/ *short circuit*.

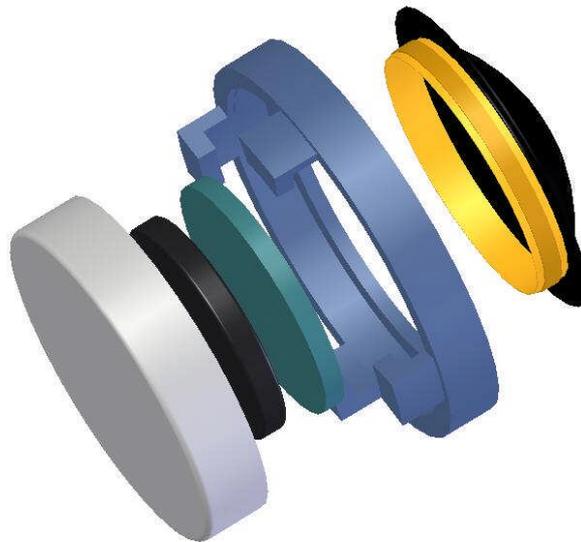
## 2.2. Speaker

Dalam komponen *speaker (loudspeaker)* secara umum berfungsi untuk menghasilkan frekuensi *output* sinyal *audio* yang diberikan dan dapat ditangkap oleh telinga manusia. Berikut penjelasan mengenai komponen penyusun *speaker* yaitu, *basket/frame*, *washer*, *yoke*, *magnet*, *voice coil*, *spieder/damper*, *cone paper*, *lead wire*, *eyelet*, *dust cap*, *terminal*, dan *gasket*. Gambar komponen penyusun dari *speaker* dapat dilihat pada gambar 2.9. dan gambar 2.10.



Gambar 2.9. Komponen Penyusun *Speaker*

Sumber: *Loudspeaker*, (Wikipedia, the free encyclopedia, Februari 2007).  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Image:SpkFrontCutawayView.svg>



Gambar 2.10. Bentuk Bagan Umum dari *Speaker*

Sumber: *Loudspeaker*, (Wikipedia, the free encyclopedia, Februari 2007).  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Tw15u19.jpg>

### 2.2.1. Basket / Frame

*Basket* atau *frame* terbuat dari plat logam yang dapat menyangga seluruh bagian *speaker* dimana bagian-bagian *speaker* yang lain dapat dilekatkan hingga menjadi suatu *speaker* yang utuh

### 2.2.2. Washer

Bagian ini digunakan untuk memusatkan dan membentuk fluks magnetik dimana fungsinya merupakan salah satu kutub magnetik (berpasangan dengan *yoke* sebagai sisi kutub yang lain). Bagian ini secara langsung direkatkan pada *frame* dengan lem.

### 2.2.3. Yoke

Bagian ini juga berguna untuk memusatkan fluks magnetik dan berpasangan dengan *washer* dimana penguatan dan pemusatan kutub-kutub magnetik dibangkitkan oleh magnet permanen yang ditempatkan diantara keduanya.

### 2.2.4. Magnet

Magnet disini digunakan untuk membangkitkan medan magnet permanen yang akan digunakan untuk menggerakkan *voice coil*, sehingga dapat menghasilkan suara. Ada berbagai macam bahan magnet yang dapat dipergunakan pada pembuatan *loudspeaker* antara lain:

- *Ferrit*
- *Barium*
- *Strontium*
- *Alnico*
- *Neodium*

Perbedaan bahan yang dipergunakan menyebabkan perbedaan pula pada medan magnet yang ditimbulkan. Kualitas medan yang terendah dihasilkan oleh *ferrit*, namun harga *ferrit* juga lebih murah daripada bahan-bahan lain. Sebaliknya

kualitas medan magnet yang terbaik dapat dihasilkan oleh *neodium*, harganya jauh lebih mahal bila dibandingkan dengan bahan yang lain.

#### 2.2.5. *Voice Coil*

*Voice coil* merupakan bagian terpenting dari sebuah *speaker*. *Voice coil* terdiri dari *bobbin* (tempat menggulung *coil*) dan *coil* (merupakan gulungan BWR → *Brass Wire Rope*). *Coil* ini akan bergerak sesuai dengan sinyal yang diterima. Ada beberapa bahan pembentuk *bobbin* diantaranya:

- *Paper*
- *Aluminium* terbagi atas 2 bagian yaitu:
  - a. *Aluminium 2-lock*, berwarna merah
  - b. *Aluminium PSVW*, berwarna kuning
- *Kraft Paper*
- *NSV*
- *Kapton* (kaca film yang ringan)
- *Till* (kaca film dengan permukaan dalam yang kasar).

Sedangkan untuk *coil* dapat digunakan berbagai *Brass Wire Rope* (BWR), diantaranya:

- *BWR 2-lock*
- *BWR PSVW*
- *BWR CCAW* yang terdiri dari 2 bagian lagi yaitu:
  - a. *BWR CCAW 2-lock* (merah)
  - b. *BWR CCAW PSVW* (kuning)

#### 2.2.6. *Spieder / Damper*

*Spieder* atau *damper* digunakan sebagai suspensi dari *speaker* yang berfungsi untuk meredam getaran yang ditimbulkan oleh *voice coil*, sehingga *voice coil* dapat bergerak leluasa.

### 2.2.7. Cone Paper

*Cone paper* merupakan bagian dari suspensi dari *speaker* yang berfungsi sekaligus sebagai penguat getaran yang ditimbulkan oleh *voice coil* sehingga dapat terbentuk suara yang jelas dari sinyal yang diterima oleh *speaker*. *Cone paper* sendiri terdiri atas 2 bagian yaitu *cone* dan *foam*. Bentuk *cone paper* sendiri ada beberapa macam yaitu jenis *up-roll*, *down-roll*, dan *fixed*. Ada beberapa bahan untuk membuat *cone* antara lain:

- *Paper*
- *PP Plastic*
- *PP Carbon*
- *Transparant*
- *Mika*

Sedangkan bahan untuk *foam* yaitu:

- *Foam*
- *Cloth*
- *Rubber*

### 2.2.8. Lead Wire

*Lead wire* merupakan BWR yang dipergunakan untuk menghubungkan sumber signal ke *voice coil*. Ujung yang satu dari *lead wire* disolder ke ujung dari *voice coil* sedangkan yang lain disolder ke terminal.

### 2.2.9. Eyelet

*Eyelet* berbentuk 2 (dua) lubang kecil dimana ujung *lead wire* yang menuju terminal disolder juga ditempat ini. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar *lead wire* tidak mengganggu getaran dari *cone paper*, yang dapat mengakibatkan produksi suara dari *loudspeaker* menurun.

### 2.2.10. Terminal

Setelah melewati *eyelet*, *lead wire* dihubungkan ke *terminal*. *Terminal* ini berfungsi sebagai jalan masuk *signal-signal* dari luar ke dalam *loudspeaker*.

### 2.2.11. *Dust Cap*

*Dust cap* berfungsi sebagai penyalur getaran suara bersama *cone paper* dan untuk melindungi bagian dalam *speaker* (celah udara tempat *voice coil* bergerak) dari debu dan kotoran yang ada.

Ada berbagai bahan yang dapat dipakai pada *dust cap* yaitu:

- *Cloters*
- *MC* (milar)
- *PP*

### 2.2.12. *Gasket*

*Gasket* merupakan bagian yang berfungsi sebagai penahan pada *cone paper*, juga bermanfaat untuk memperindah bentuk *loudspeaker*. *Gasket* diletakkan pada pertemuan *cone paper* dengan *frame*.

Ada berbagai bahan pembentuk *gasket*, antara lain:

- *EVA* (bentuknya seperti spon)
- *Paper*
- *PVC*

Pada *speaker* mobil, *gasket* memiliki fungsi tambahan untuk menempelkan *speaker* ke *grill* (penutup luar *speaker* mobil).

Dalam mendesain suatu kotak *subwoofer* perlu diketahui terlebih dahulu karakteristik dari *speaker subwoofer* yang akan digunakan. Karakteristik dari *speaker subwoofer* yang akan digunakan sangat menentukan ukuran dari kotak tersebut, supaya dapat menghasilkan frekuensi resonansi yang sesuai.

*Speaker subwoofer* pada umumnya mempunyai tanggapan terhadap frekuensi kurang dari 500 Hz. Berikut ini adalah daftar karakteristik dari *speaker subwoofer* yang perlu diketahui dalam mendesain kotak *speaker subwoofer* yaitu:

- $f_s$  = frekuensi terendah yang keluar dari *speaker* yang masih dapat didengar oleh telinga manusia.
- $Q = Q_{driver}$  total (dapat ditulis dengan  $Q_{TS}$  atau  $Q_T$ ).  $Q$  adalah nilai yang menjelaskan tentang derajat kontrol yang ditunjukkan oleh *speaker*. Jika nilai

Q rendah, maka respon *speaker* akurat dan cepat berubah dalam menerima informasi *audio*.

- $Q_e = \text{electrical } Q$ .
- $Q_m = \text{mechanical } Q$ .
- $V_{AS} = \text{volume udara yang dibutuhkan oleh } \textit{speaker}, \text{ supaya dapat beraksi seperti pegas.}$
- $V_b = \text{volume kotak netto.}$
- $f_b = \text{frekuensi kotak resonansi.}$
- $f_3 = \text{frekuensi } \textit{cut off} \text{ sistem, turun } -3\text{dB.}$
- $R_e = \text{hambatan } \textit{speaker coil} \text{ DC.}$

### 2.3. *Passive crossover*

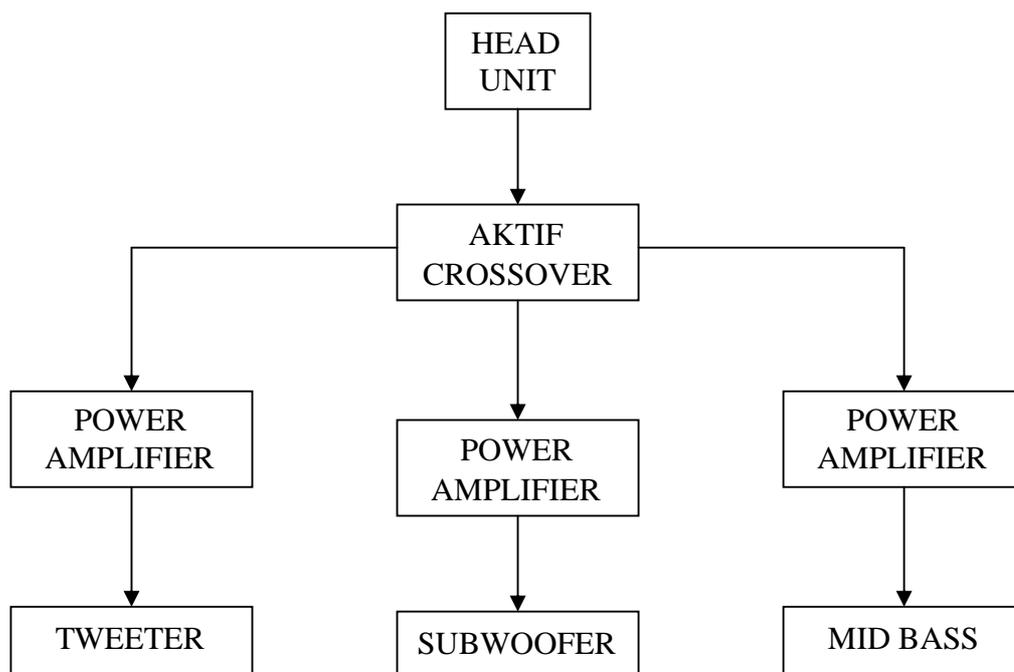
*Crossover* ada dua macam ; *passive crossover*, pada jenis *crossover* ini komponen yang digunakan berisikan komponen pasif seperti; *induktor* , *resistor* dan *capasitor*, sedangkan pada *active crossover* terdapat komponen aktif; *op amp*, *transistor*. *Crossover* mempunyai prinsip dasar yaitu peredaman frekuensi suara pada bagian frekuensi yang akan di-*input*-kan sesuai dengan *range* frekuensi yang ingin dilewatkan.

Pada desain sistem *passive crossover* yang akan digunakan, yaitu *low pass filter* dan *high pass filter* yang berfungsi untuk membatasi frekuensi yang akan dihasilkan dan hanya frekuensi sampai tertentu saja yang dapat dihasilkan. Penggunaan *low pass filter* pada *midbass* bertujuan supaya hanya frekuensi rendah saja yang dihasilkan, sedangkan frekuensi tinggi akan diredam. Sedangkan penggunaan *high pass filter* bertujuan untuk melewatkan frekuensi tinggi yang kemudian disalurkan melalui *tweeter*.

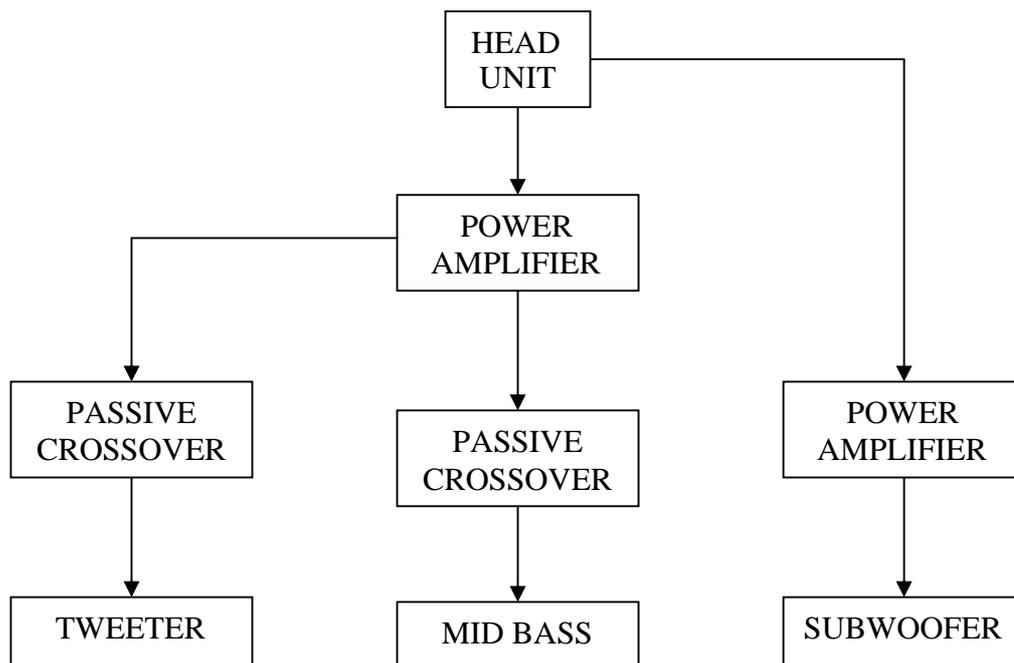
Sistem *passive crossover* ini terjadi pembatasan frekuensi yang diteruskan dan yang diredam. Frekuensi yang berada di bawah frekuensi *cut off* akan diteruskan masuk sedangkan frekuensi yang di atas frekuensi *cut off* akan diredam (*low pass filter*). Sedangkan untuk *high pass filter* frekuensi yang berada di atas frekwensi *cut off* akan diteruskan, sedangkan frekuensi yang di bawah frekuensi

*cut off* akan diredam dan terjadi penurunan *gain*. Penurunan *gain* frekuensi yang diinginkan tergantung pada orde *filter* yang digunakan.

Rangkaian *active crossover* ini berbeda dengan *passive crossover*. Dari segi peletakan rangkaian, pada *active crossover* dipasang pada sesudah *input* dan sebelum *power amplifier* (seperti pada gambar 2.11), sedangkan pada *passive crossover* dipasang pada sesudah *power amplifier* dan sebelum *speaker* (seperti pada gambar 2.12). Dipandang dari segi biaya, pada *active crossover* lebih mahal dibandingkan dengan *passive crossover*. Jika dilihat dari segi penguatan (*gain*), pada *active crossover* terdapat penguatan, tetapi pada *passive crossover* ini tidak ada penguatan.



Gambar 2.11 . Rangkaian Audio Mobil Menggunakan *Active Crossover*.



Gambar 2.12 . Rangkaian Audio Mobil Menggunakan *Passive Crossover*.

Sebelum dibahas lebih lanjut tentang *passive crossover* ini akan dibahas terlebih dahulu tentang *oktaf*, *decade* dan *decibel*(dB).

- Oktaf  
Yang disebut dengan satu *oktaf* adalah kenaikan frekuensi sebesar dua kali frekuensi mula-mula. Misalnya 50 Hz sampai 100 Hz disebut satu *oktaf*.
- Decade  
Yang disebut dengan satu *decade* adalah kenaikan frekuensi sebesar sepuluh kali frekuensi mula-mula. Misalnya 50 Hz sampai 500 Hz disebut satu *decade*.
- Decibel (dB)  
*Decibel* (dB) pada umumnya digunakan untuk menyatakan derajat penguatan atau pelemahan. Bisa juga digunakan untuk menyatakan tegangan, arus, daya *output* dan banyak lainnya, misalnya:

$$- \text{dB} = 20 \log \left( \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} \right) \quad (2.12)$$

persamaan ini digunakan untuk menyatakan derajat penguatan atau pelemahan dari tegangan *output* terhadap tegangan *input*.

$$- \text{dB} = 20 \log \left( \frac{I_{\text{out}}}{I_{\text{in}}} \right) \quad (2.13)$$

persamaan ini digunakan untuk menyatakan derajat penguatan atau pelemahan dari arus *output* terhadap arus *input*.

$$- \text{dB} = 10 \log \left( \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \right) \quad (2.14)$$

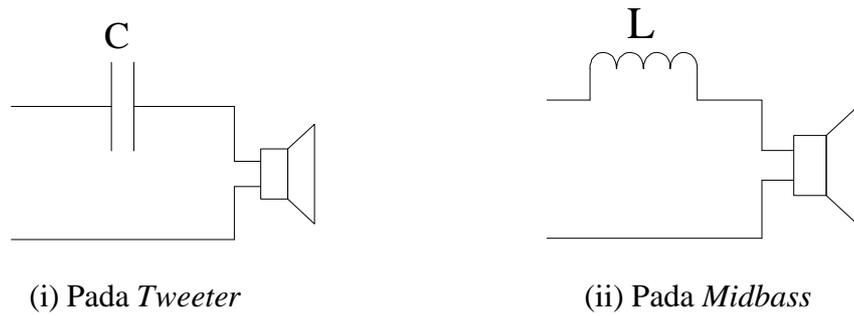
persamaan ini digunakan untuk menyatakan derajat penguatan atau pelemahan dari daya *output* terhadap tegangan *input*.

Selain itu pada *crossover* terdapat juga istilah *cut off*, yang artinya frekwensi dari tegangan *input* dimana *gain* tegangan *close loop* dikurangi menjadi 0,707 kali dari harga tegangan *input*. Dimana titik *cut off* ini berada di -3 dB/oktaf atau 0,707 dari tegangan *input*.

Filter *high pass* memperlemah tegangan keluaran untuk semua frekwensi di bawah tegangan *cut off* ( $f_c$ ) di atas  $f_c$  besarnya tegangan tetap, begitu pula untuk filter *low pass* memperlemah tegangan keluaran untuk semua frekwensi di atas tegangan *cut off* ( $f_c$ ), di bawah tegangan  $f_c$  besarnya tegangan tetap.

Berikut ini model rangkaian *passive crossover* yang akan digunakan pada pembuatan tugas akhir ini;

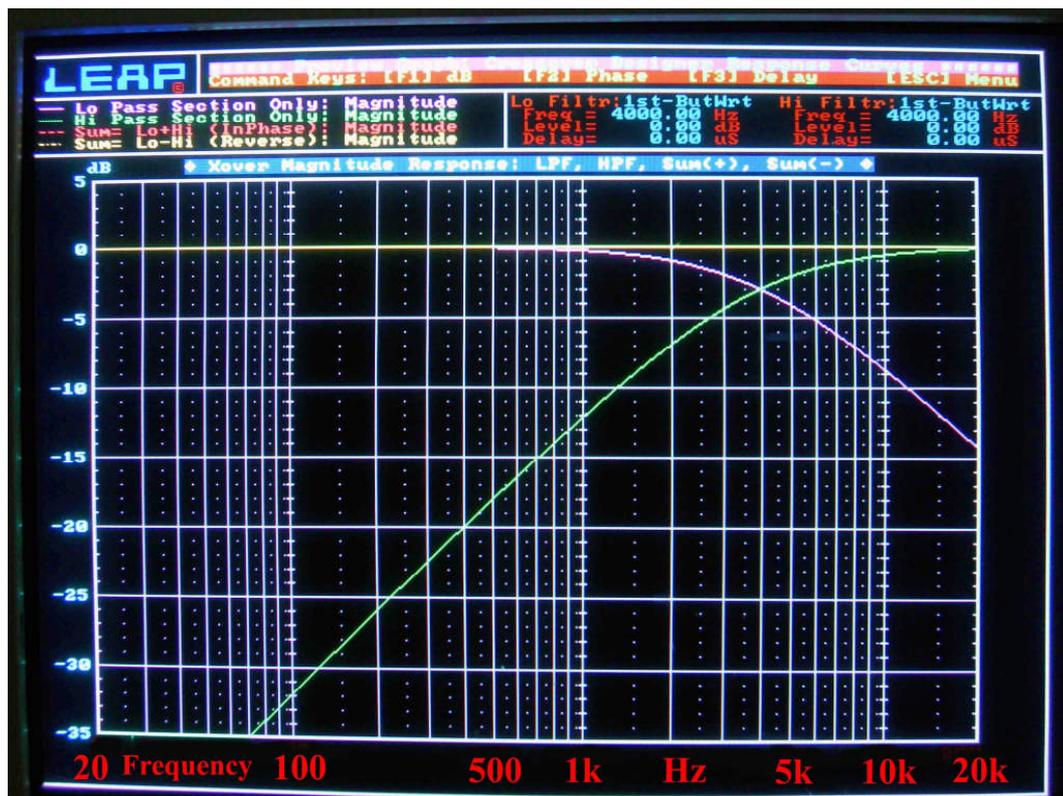
- *Passive crossover 6 db/oktaf*



Gambar 2.13. Rangkaian *Passive crossover* 6dB/oktaf

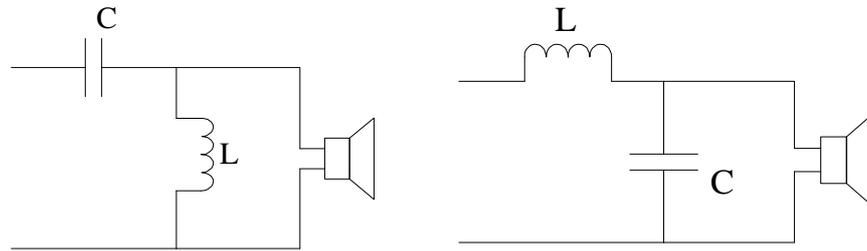
Sumber: *Audio Crossover*, (Wikipedia, the free encyclopedia, 6 Juni 2007).  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Passive\\_crossover#Passive\\_crossovers](http://en.wikipedia.org/wiki/Passive_crossover#Passive_crossovers)

Gambar respon dari *crossover* 6 dB/oktaf, pada frekwensi *cutoff* 4 KHz terlihat pada Gambar 2.14.



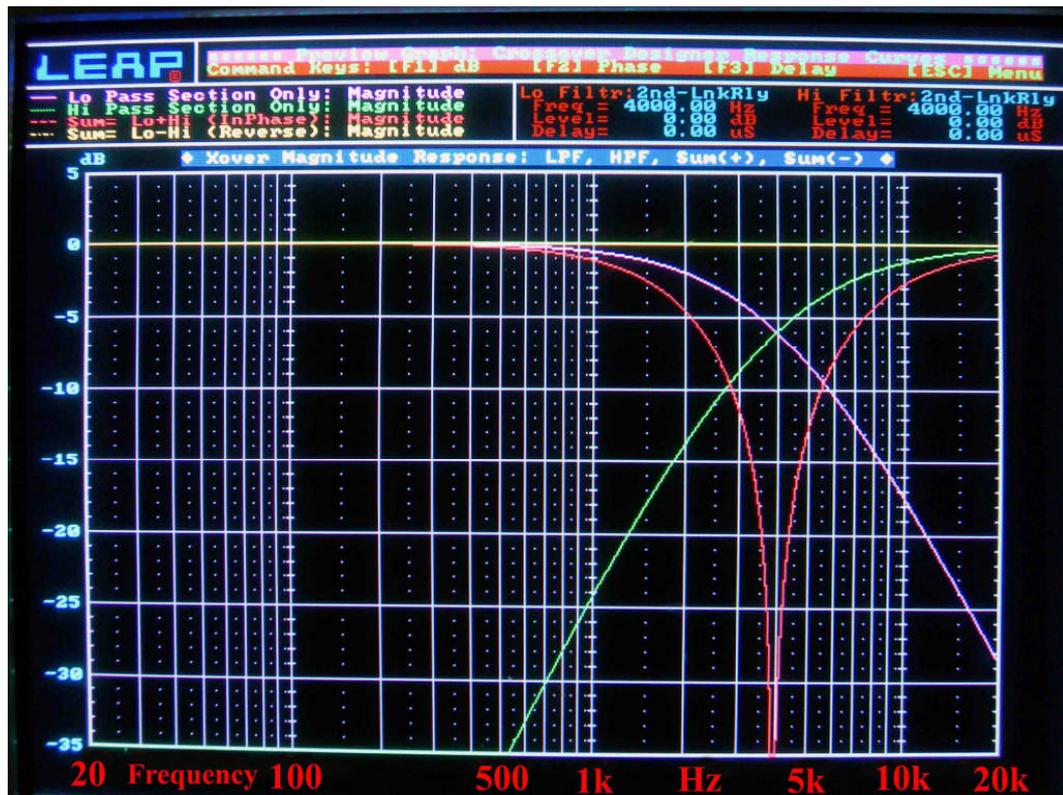
Gambar 2.14. Respon *Passive Crossover* 6 db/oktaf.

- *Passive crossover 12 db/oktaf*

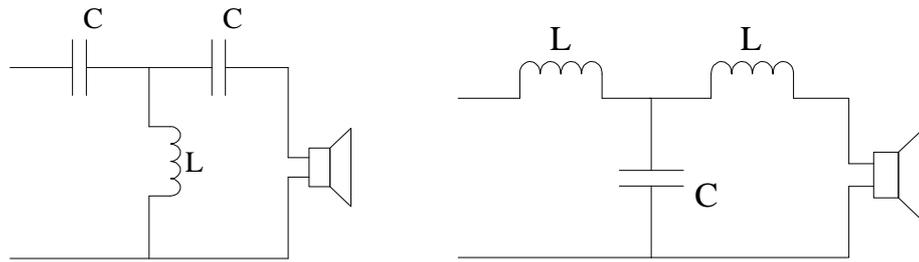
(i) Pada *tweeter*(ii) Pada *Midbass*Gambar 2.15. Rangkaian *Passive crossover* 12dB/oktaf

Sumber: *Audio Crossover*, (Wikipedia, the free encyclopedia, 6 Juni 2007).  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Passive\\_crossover#Passive\\_crossovers](http://en.wikipedia.org/wiki/Passive_crossover#Passive_crossovers)

Gambar respon dari *crossover* 12 dB/oktaf, pada frekwensi *cutoff* 4 KHz terlihat pada Gambar 2.16.

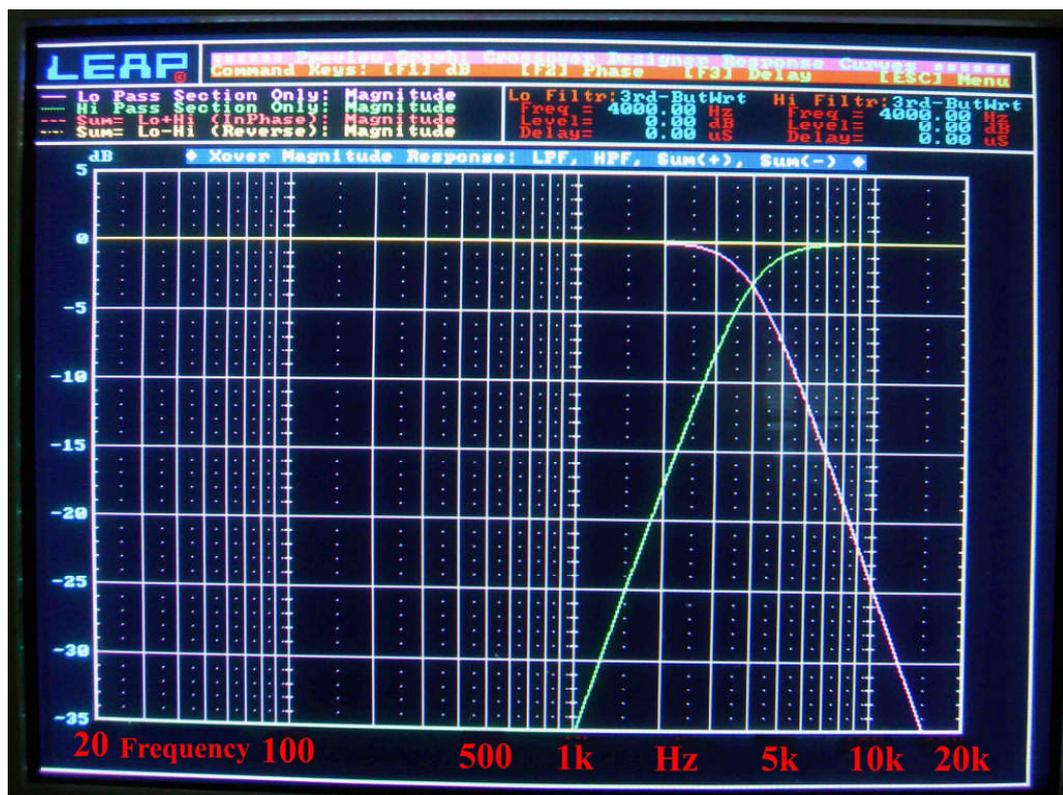
Gambar 2.16. Respon *Passive Crossover* 12 db/oktaf.

- *Passive crossover* 18 db/oktaf

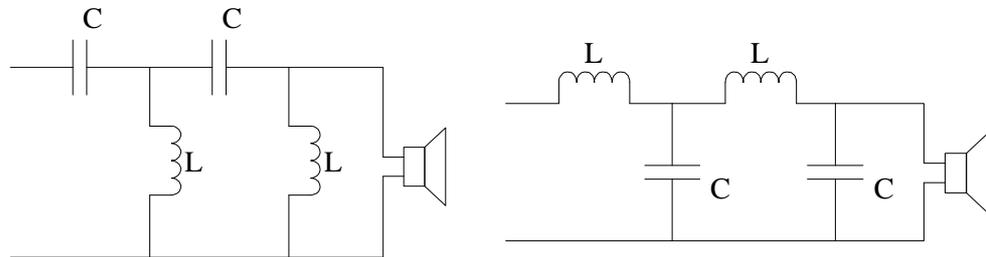
(i) Pada *tweeter*(ii) Pada *Midbass*Gambar 2.17. Rangkaian *Passive crossover* 18 dB/oktaf

Sumber: *Audio Crossover*, (Wikipedia, the free encyclopedia, 6 Juni 2007).  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Passive\\_crossover#Passive\\_crossovers](http://en.wikipedia.org/wiki/Passive_crossover#Passive_crossovers)

Gambar respon dari *crossover* 18 dB/oktaf, pada frekwensi *cutoff* 4 KHz terlihat pada Gambar 2.18.

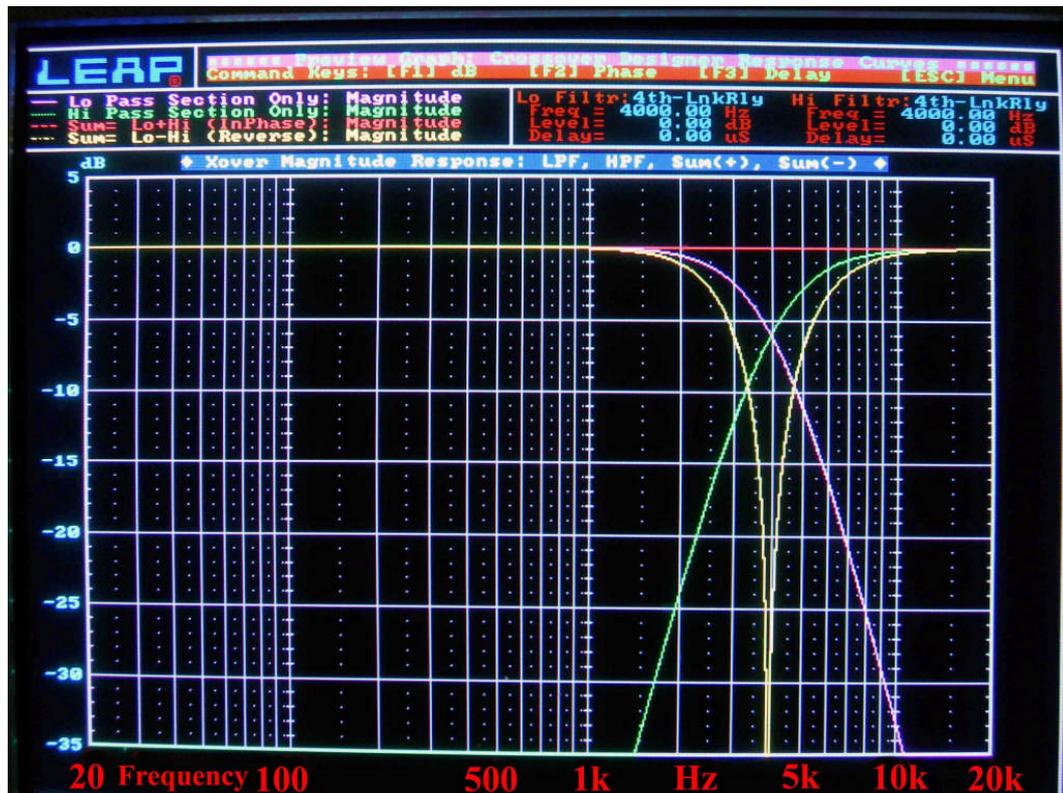
Gambar 2.18. Respon *Passive Crossover* 18 db/oktaf.

- *Passive crossover 24 db/oktaf*

(i) Pada *Tweeter*(ii) Pada *Midbass*Gambar 2.19. Rangkaian *Passive crossover* 24 dB/oktaf Pada *Tweeter*

Sumber: *Audio Crossover*, (Wikipedia, the free encyclopedia, 6 Juni 2007).  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Passive\\_crossover#Passive\\_crossovers](http://en.wikipedia.org/wiki/Passive_crossover#Passive_crossovers)

Dimana gambar respon dari *crossover* 24 dB/oktaf, pada frekwensi *cutoff* 4 KHz terlihat pada Gambar 2.20.

Gambar 2.20. Respon *Passive Crossover* 24 db/oktaf.

Dari diagram di atas dapat terlihat bahwa tujuan dari pada *passive crossover* adalah membatasi frekuensi yang akan masuk pada setiap *speaker*. Hal itu disebabkan karena pada *tweeter* hanya dapat mengeluarkan frekuensi tinggi dan pada *midbass* mengeluarkan frekuensi tengah. Biasanya *cut off* frekuensi yang dilakukan pada *tweeter* adalah frekuensi 4 KHz ke atas, karena *bandwidth* terendah yang bisa dilakukan oleh *tweeter* tanpa mengurangi mutu suara. Jika *tweeter* dilakukan *cut off* di atas frekuensi 4 KHz, maka akan mengubah karakter suaranya. Dan bila dilakukan *cut off* frekuensi di bawah 4 KHz, maka akan terjadi pergeseran *fase*.

Pada *midbass* mempunyai *cut off* frekuensi antara 70 Hz – 8 KHz. Jika *passive crossover* ini tidak ada, maka kemungkinan terjadi kerusakan pada *speaker* sangatlah besar. Karena setiap *speaker* hanya dapat menerima frekuensi respon sesuai dengan spesifikasinya.

Hal itu berbeda dengan sistim audio standar pabrik mobil yang biasanya hanya menggunakan *full range speaker*. Karena pada system modifikasi audio ini, daya yang disalurkan pada *speaker* yang digunakan diperbesar melalui perangkat amplifier. Sehingga hasil suara dari pada sistem dapat lebih dimaksimalkan.

#### 2.4. Teori Impedansi

Impedansi ( $Z$ ) adalah perbandingan antara tegangan pada tiap elemen atau komponen dengan arus yang melalui tiap elemen atau komponen tersebut. Impedansi hampir sama dengan resistor. Impedansi pada kapasitor dapat dihitung dengan:

$$Z_c = \frac{V_c}{I_c} = \frac{-j}{2 \pi f C} = -j X_c \quad (2.15)$$

dimana:

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \text{reaksi kapasitas}$$

$\omega = 2\pi f = \text{frekuensi angular}$

$f = \text{frekuensi}$

$C = \text{kapasitansi (Farad)}$

$j$  = bilangan imajiner

## 2.5. Alat Pengukuran

Adapun alat-alat yang dipergunakan pada proses pengujian *custom passive crossover* yakni;

➤ LMS (*Loudspeaker Measuring System*)

Fungsi dari pada alat ini adalah untuk melihat respon tegangan pada tiap frekuensi (20 Hz sampai 20 KHz) untuk *speaker* yang akan kita buat *custom passive crossover*-nya. *Output* dari pada alat ini berbentuk grafik respon tegangan terhadap frekuensi yang ditampilkan melalui *monitor* pada komputer. Sehingga dari sini dapat terlihat apakah *custom passive crossover* yang dibuat sudah sesuai dengan apa yang direncanakan pada awalnya.

➤ LEAP (*Loudspeaker Enclosure Analysis Program*)

Fungsi dari pada alat ini adalah untuk membantu proses penghitungan nilai komponen pada *custom passive crossover* yang biasanya dihitung dengan cara manual dan membutuhkan waktu yang cukup lama. Cara penggunaannya, memasukkan data yang diinginkan (dalam hal ini *custom passive crossover* berapa dB/oktaf dengan *cut off*) setelah itu akan didapatkan hasil perhitungan. Sehingga proses pembuatan *custom passive crossover* dapat dilakukan dengan cepat dan akurat.

➤ RTA (*Real Time Analyser*)

Pada RTA ini berfungsi untuk pengecekan akhir yaitu untuk pengukuran respon tekanan suara terhadap frekwensi, dimana frekwensinya mempunyai *bandwith* mulai dari 20 Hz sampai 20 KHz. Cara kerja pengukuran alat ini adalah dengan menggunakan *mic* untuk mendapatkan sinyal *input*-nya kemudian akan terbaca pada *display*. Cara penggunaannya adalah meletakkan posisi *mic* kurang lebih berjarak 50 cm dari pada sumber suara (*speaker*) yang akan diukur (dalam hal ini *loudspeaker*).