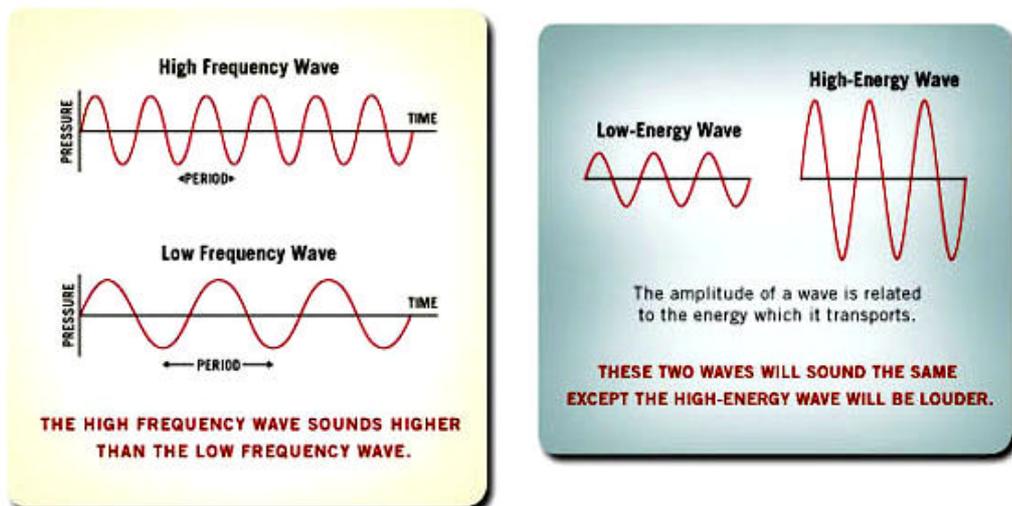


2. TEORI PENUNJANG

2.1. Gelombang Suara (*Audio Signal*)

Gelombang suara adalah gelombang yang dihasilkan dari sebuah benda yang bergetar. Contohnya adalah senar gitar yang dipetik. Dia akan bergetar, dan getaran ini merambat di udara, atau air, atau material lain nya. Satu-satunya tempat dimana suara tak dapat merambat adalah pada ruangan hampa udara. Gelombang suara ini memiliki lembah dan bukit, satu buah lembah dan bukit akan menghasilkan satu *cycle* atau putaran.

Cycle ini berlangsung berulang-ulang, yang membawa pada konsep *frequency*. *Frequency* adalah jumlah dari *cycle* yang terjadi dalam satu detik. Satu unit *frequency* ini dinamakan *Hertz* atau disingkat Hz. Telinga manusia dapat mendengar bunyi antara 20 Hz hingga 20 kHz (20.000kHz). Banyaknya *cycle* dalam 1 detik inilah yang menentukan “*pitch*” atau nada dari suatu suara. Contohnya, nada A adalah 440 *cycle* per detik (440Hz).



Gambar 2.1 Gambar Gelombang Suara

Sumber: Aperia University. *Sound and Speaker*. 5 Mei 2007.
<<http://aperionaudio.com>>

Selain tinggi rendahnya nada, kita juga mengetahui keras atau pelannya suara tersebut. Inilah yang disebut *Intensity* atau *amplitude*. Singkatnya, apabila kita mendengar sumber suara yang kencang, maka molekul udara akan bergetar lebih kuat, dan ketika sampai ke gendang telinga kita, maka kita mendapat kesan suara yang kencang. Satuan suara tersebut menggunakan dB yang merupakan singkatan dari decibel. Satuan dB ini dipakai untuk menggambarkan kuat atau lemahnya suara.

Berikut ini adalah tabel kemampuan suara baik dari alat musik maupun suara manusia memiliki *range* frekuensi :

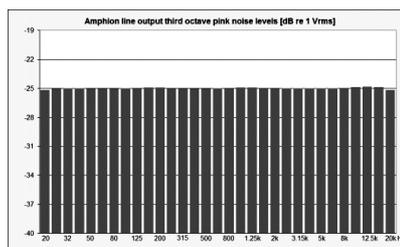
Tabel 2.1 *Range* frekuensi suara

VOCAL	Approximate Frequency Range
Soprano	250Hz - 1K
Contralto	200Hz - 700Hz
Baritone	110Hz - 425Hz
Bass	80Hz - 350Hz
WOODWIND	
Piccolo	630Hz - 5K
Flute	250Hz - 2.5K
Oboe	250Hz - 1.5K
Clarinet (B flat or A)	125Hz - 2K
Clarinet (E flat)	200Hz - 2K
Bass Clarinet	75Hz - 800Hz
Basset Horn	90Hz - 1K
Cor Anglais	160Hz - 1K
Bassoon	55Hz - 575Hz
Double Bassoon	25Hz - 200Hz
BRASS	
Soprano Saxophone	225Hz - 1K
Alto Saxophone	125Hz - 900Hz
Tenor Saxophone	110Hz - 630Hz
Baritone Saxophone	70Hz - 450Hz
Bass Saxophone	55Hz - 315Hz
Trumpet (C)	170Hz - 1K

Trumpet (F)	300Hz - 1K
Alto Trombone	110Hz - 630Hz
Tenor Trombone	80Hz - 600Hz
Bass Trombone	63Hz - 400Hz
Tuba	45Hz - 375Hz
Valve Horn	63Hz - 700Hz
STRINGS	
Violin	200Hz - 3.5K
Viola	125Hz - 1K
Cello	63Hz - 630Hz
Double Bass	40Hz - 200Hz
Guitar	80Hz - 630Hz
KEYBOARDS	
Piano	28Hz - 4.1K
Organ	20Hz - 7K
PERCUSSION	
Celeste	260Hz - 3.5K
Timpani	90Hz - 180Hz
Glockenspiel	63Hz - 180Hz
Xylophone	700Hz - 3.5K

Sumber : MediaCollege. *Audio Quality*. 5 Mei 2007.
<http://www.mediacollege.com/audio/quality/>

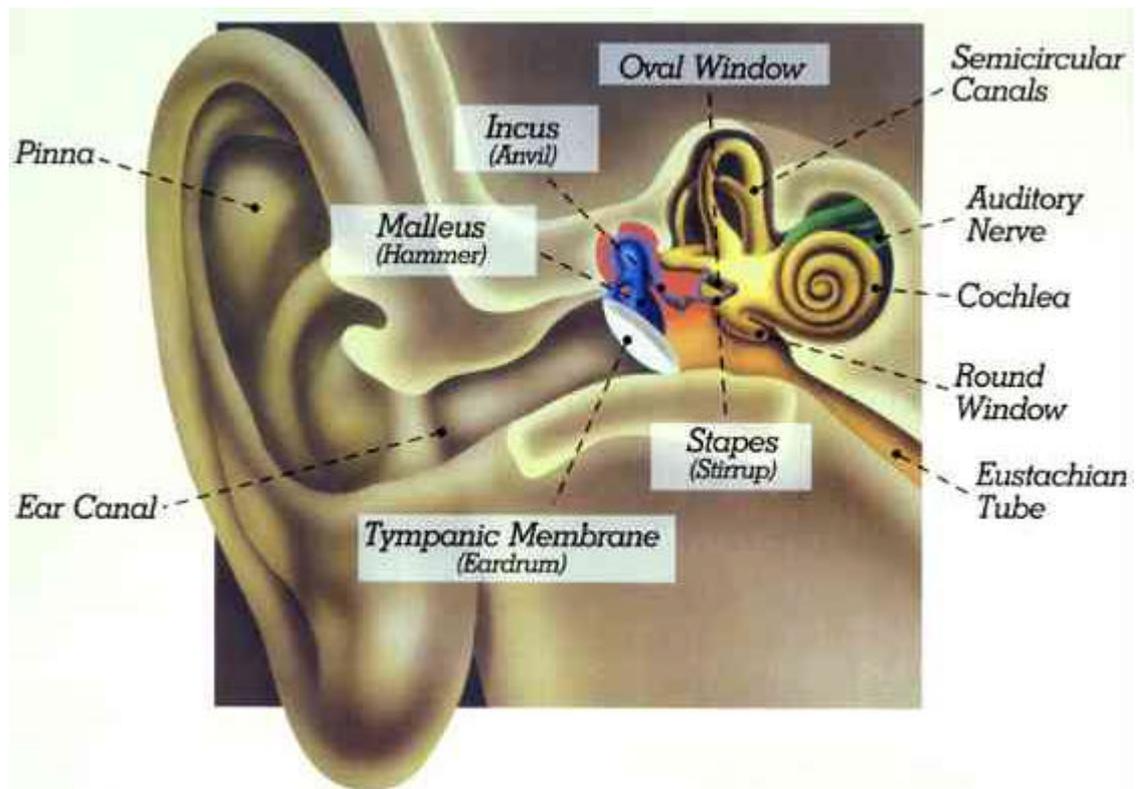
Setelah melihat tabel di atas, maka terdapat kesimpulan bahwa semua instrument maupun suara manusia mempunyai keterbatasan frekuensi yang dikeluarkan. Oleh karenanya sebagai sinyal input pada pengukuran *sound system* ini digunakan *pink noise*, yaitu suatu sinyal noise yang dapat mengeluarkan semua frekuensi dari 20 Hz hingga 20.000 Hz dengan kekuatan suara yang sama.



Gambar 2.2 *Pink Noise*

2.2. Telinga manusia

Telinga adalah alat untuk manusia mempunyai indera pendengaran, sehingga merubah gelombang suara (tekanan udara) menjadi getaran-getaran yang akan mengirimkan sinyal ke otak.berikut adalah anatominya :



Gambar 2.3 anatomi telinga manusia

Sumber: Dolphin Studio. *Telinga*. 15 Juni 2007.
<<http://www.rudidolphin.com/artikel/telinga.htm>>

Tugasnya menangkap gelombang suara dan merubahnya menjadi signal untuk dikirim ke otak. Pertama, suara mencapai pinna, lalu dikumpulkan melalui Ear Canal. Suara itu mengakibatkan Eardrum (gendang telinga) bergetar. Getarannya dilanjutkan oleh tiga buah tulang yaitu, anvil, hammer, dan Stirrup. Tiga buah tulang itu juga berfungsi sebagai “penahan”. Setelah itu getaran suara mencapai Cochlea yang mana terdapat jutaan rambut halus yang bergetar dan mengirim signal ke otak. Inilah yang kita persepsi sebagai sound.

berikut adalah gambaran dari berbagai suara dibandingkan dengan tingkat dB SPLnya :

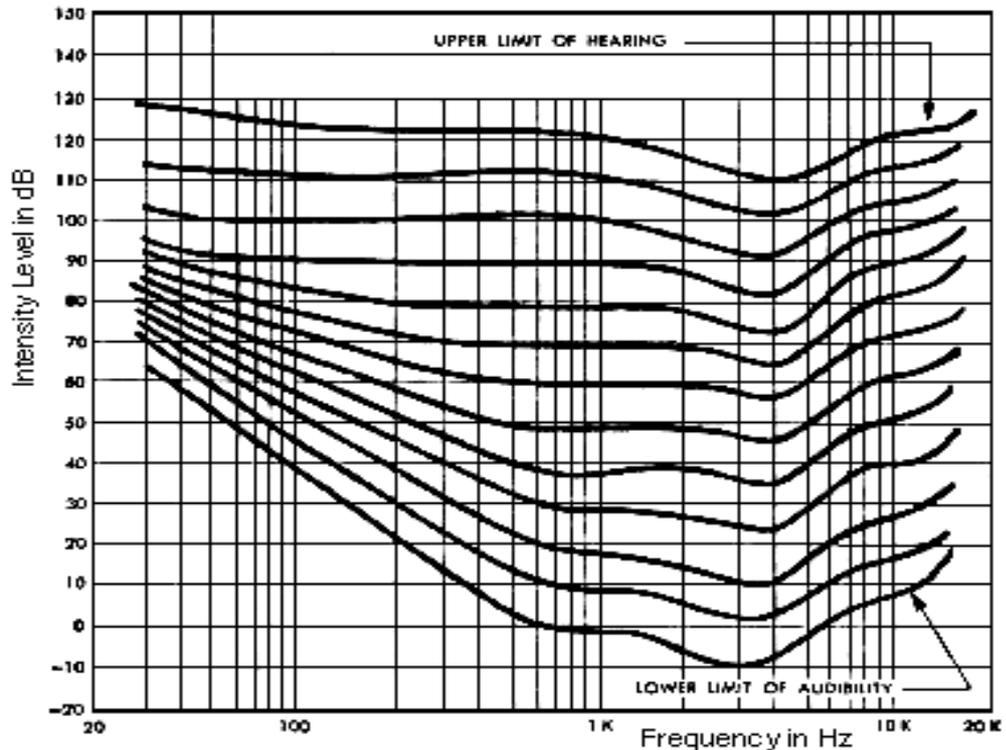
Tabel 2.2 Perbandingan suara dengan dB SPL

<i>Sounds</i>	<i>dB SPL</i>	<i>Description</i>
<i>Rocket Launching</i>	180	<i>Intolerable</i>
<i>Jet Engine</i>	140	
<i>Thunderclap, Air Raid Siren 1 Meter</i>	130	<i>Very Loud</i>
<i>Jet takeoff (200 ft)</i>	120	
<i>Rock Concert, Discotheque</i>	110	
<i>Firecrackers, Subway Train</i>	100	
<i>Heavy Truck (15 Meter), City Traffic</i>	90	
<i>Alarm Clock (1 Meter), Hair Dryer</i>	80	<i>Loud</i>
<i>Noisy Restaurant, Business Office</i>	70	<i>Noisy</i>
<i>Air Conditioning Unit, Conversational Speech</i>	60	
<i>Light Traffic (50 Meter), Average Home</i>	50	<i>Quiet</i>
<i>Living Room, Quiet Office</i>	40	
<i>Library, Soft Whisper (5 Meter)</i>	30	
<i>Broadcasting Studio, Rustling Leaves</i>	20	
<i>Hearing Threshold</i>	0	

Sumber : ProSound. *dB SPL*. 30 mei 2007.
 <<http://www.jimprice.com/prosound/db.htm>>

Pendengaran manusia mulai merasa sakit pada sekitar 120 dB SPL (Sound Pressure Level) , dan pada waktu pendengaran sekitar 90 dB SPL terjadi pada waktu yang lama maka pendengaran akan mudah lelah.

2.3. Kurva Fletcher – Munson



Gambar 2.4 Kurva Fletcher-Munson

Sumber : Dolphin Studio. *Telinga*. 15 Juni 2007.
 <<http://www.rudidolphin.com/artikel/telinga.htm>>

Kurva diatas menggambarkan persepsi telinga akan *frequency* berbandingan dengan kekerasan suaranya. Dari kurva diatas dapat disimpulkan bahwa persepsi telinga tidak merata pada semua *frequency*. Dengan kata lain, telinga mendengarnya tidak flat, dan ini dipengaruhi oleh kekerasan/amplitude suara yang bersangkutan.

Telinga manusia paling sensitif pada *frequency* 3 – 4 kHz. Dengan kata lain *frequency* dibawah atau diatas 3 – 4 kHz harus lebih kuat apabila ingin mendapat persepsi kekuatannya sama. Dari kurva diatas, juga mendapati bahwa *frequency response* yang paling flat untuk telinga adalah sekitar 85 dB.

2.4. *Sound System*

Sebuah *sound system* berfungsi untuk mengatur komponen-komponen elektronik sehingga dapat menguatkan suara. Ini adalah sebagian alasan. Tiga alasan utamanya ialah:

1. Membantu orang untuk dapat mendengarkan sesuatu dengan lebih baik.

Sebagai contoh seseorang berbicara di atas panggung sebuah hall yang besar, sehingga suara yang baik tidak dapat didengarkan sampai ke tempat duduk yang paling belakang. Dari kasus ini *sound system* digunakan untuk menyampaikan suara yang jelas (berbeda dengan mengeraskan suaranya) ke tempat duduk bagian belakang, sama seperti mendengarkan dari jarak yang dekat

2. Mengeraskan suara untuk alasan keindahan (*artistic reason*).

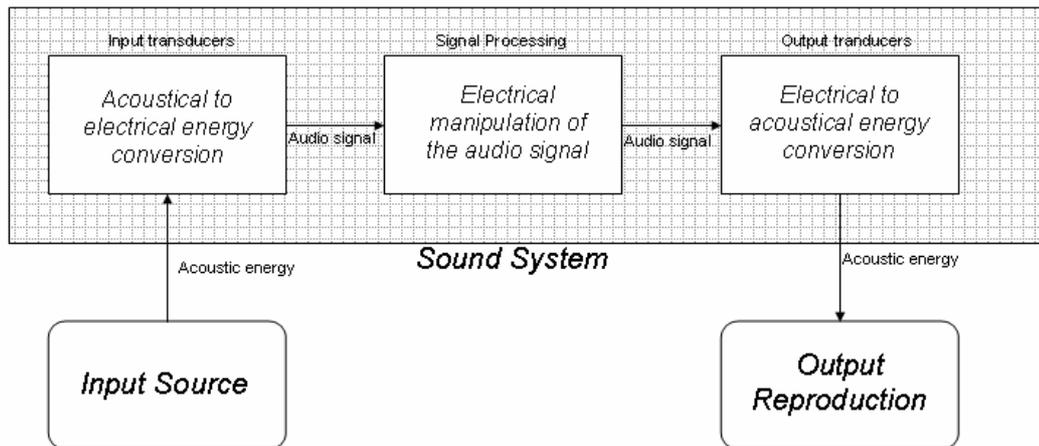
Sebagai contoh sebuah *vocal group* yang kecil bernyanyi di sebuah gedung yang kecil, suara akan terdengar jelas tapi tidak terlalu menarik. Sebuah *sound system* akan memberi pengaruh yang besar untuk membuat suara tersebut menjadi “lebih besar dan hidup” sehingga penampilan menjadi sangat menarik untuk dijadikan pusat perhatian.

3. Untuk membuat orang dapat mendengarkan suara di tempat yang jauh

Sebagai contoh sebuah seminar atau rapat yang mengundang banyak orang, dan ruang pertemuan tidak cukup untuk menampung. Sebuah *sound system* dapat menyediakan fasilitas dimana orang-orang tersebut tetap dapat mendengarkan percakapan maupun ikut berdiskusi dalam ruangan yang berbeda.

2.4.1 Konsep dalam *sound system*

Dalam *audio electronic*, alat yang mengubah energi dari satu ke bentuk yang lain dinamakan *transducers*. Alat yang mengubah atau memproses *audio signal* disebut *signal processors*



Gambar 2.5 *Conceptual model of a sound system*

Sumber : Davis, Gary & Ralph Jones. *The Reinforcement Handbook*. Tokyo: HAL LEONARD, Yamaha, 1987. P. 4

Input transducers biasanya adalah *microphone*, kemudian contoh dari bagian *signal processing* adalah *preamplifiers, mixer, equalizer, effect unit, power amplifiers*, dan lain sebagainya. Sedangkan contoh *output transducers* adalah *loudspeakers*.

Pada bagian *signal processing* alat yang digunakan pada umumnya *mixer* dan *equalizer*. *Mixer* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mencampur suara dengan cara mengontrol *gain* dan *volume* dari setiap sinyal *input*nya selain itu, *mixer* dapat juga memproses sinyal *input* dengan berbagai effect yang bisa ditambahkan pada *mixer*.

Equalizer berasal dari kata *equal* yang berarti sama, sehingga penggunaan *equalizer* diperuntukan untuk memberikan koreksi pada frekuensi-frekuensi tertentu agar suara yang dikeluarkan dari sumbernya (*input*) sama dengan yang dikeluarkan dari sebuah *sound system* (*output*).

Equalizer pada umumnya dibagi menjadi dua macam :

1. *Graphic Equalizer*

2. Parametric Equalizer

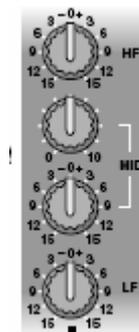
Graphic Equalizer adalah sebuah equalizer yang membagi titik frekuensinya menjadi beberapa bagian, misalnya *Graphic Equalizer* 15 band, berarti *equalizer* tersebut terbagi dalam 15 titik frekuensi yang dapat dikoreksi dari 20 Hz hingga 20kHz.



Gambar 2.6 *Equalizer* 15 Band

Oleh karena itu penggunaan *Graphic Equalizer* hanya dengan menambahkan atau mengurangi kekerasan suara frekuensi pada titik-titik frekuensi tertentu. Tentu saja sebelum pengkoreksian dilakukan, maka sinyal input yang masuk ke dalam *equalizer* haruslah maksimal, pemaksimalan sinyal input dilakukan dengan pengaturan gain yang tersedia pada *equalizer*.

Parametric Equalizer adalah tipe equalizer yang biasa didapatkan pada setiap *channel mixer*, dimana hanya dapat mengkoreksi 3 hingga 5 titik frekuensi yang terbagi dalam *hi- mid hi- mid- low mid-* dan *low* frekuensi, dengan memilih pada frekuensi berapa yang akan dikoreksi, serta menambah atau mengurangi kekerasan suara pada frekuensi tersebut.



Gambar 2.7 *Parametric Equalizer* dengan 3 titik koreksi

Sumber : Soundcraft. *Mixer*. 28 maret 2007
<<http://www.soundcraft.com>>

Contoh Pada bagian *output transducer* adalah *loudspeaker* .

Ada bermacam-macam tipe *loudspeakers*, antara lain :

1. *Woofers Loudspeakers*

Speaker ini dirancang untuk mengeluarkan *low frequency* dibawah 500Hz, terkadang juga *woofers* digunakan untuk mengeluarkan keduanya, yaitu *low frequency* dan *mid frequency*, dan tidak lebih dari 1.5kHz. Pada umumnya berbentuk kerucut, berdiameter antara 8 hingga 18 inch.

2. *Midrange Loudspeakers*

Dirancang untuk mengeluarkan *mid frequency* dibawah 500 Hz hingga tidak lebih dari 6kHz. Jika dalam bentuk *cone* diameternya antara 5-12 inch. Jika dalam bentuk *compression driver diaphragm* diameter antara 2,5-4 inch.

3. *Tweeter Loudspeakers*

Dirancang untuk mengeluarkan frekuensi tertinggi yaitu mulai dari 1.5k Hz hingga 6 kHz. Jika berbentuk *cone* akan berdiameter 2-5 inch , jika dalam bentuk *compression driver diaphragm* akan berdiameter 1.4-4 inch.

4. *Full-range loudspeakers*

Speaker tersebut terintegrasi dari 2 macam *speaker* yaitu *woofers* dan *tweeters* yang tergabung dalam satu kotak. Sehingga *speaker* ini memang dirancang untuk mengeluarkan semua frekuensi audio yang ada. Tapi prakteknya *speaker* tersebut tidak mampu mengeluarkan frekuensi di bawah 60Hz.

5. *Subwoofer Loudspeakers*

Speaker ini digunakan sebagai tambahan dari *full-range system*, yaitu secara spesifik mengeluarkan frekuensi terendah yaitu di 20 atau 30 Hz. *Speaker* ini mengeluarkan suara dibawah 300Hz. Dalam bentuk *cone* berdiameter 15-24 inch.

Pada *loudspeaker* ada aspek-aspek yang perlu diperhatikan :

1. *Range respon frekuensi*

Tiap *loudspeaker* mempunyai batasan mengenai seberapa lebar jarak frekuensi yang dapat dihasilkan oleh *speaker* tersebut, apabila sebuah *speaker* mencantumkan *range* frekuensi : 60Hz – 15kHz berarti *speaker* tersebut hanya dapat bekerja dengan baik pada frekuensi tersebut, apabila dipaksakan untuk mengeluarkan frekuensi diluar kemampuannya, maka *speaker* tersebut tidak dapat bekerja secara optimal, dan biasanya noise akan muncul.

2. *Maximum SPL (Sound Pressure Level)*

Tiap *loudspeaker* mempunyai batasan dimana dia dapat memproduksi suara, jika melebihi batas dB SPL yang tercantum maka *speaker* tersebut akan rusak.

3. *Sudut dispersi jangkauan tembakan speaker*

Tiap *loudspeaker* mempunyai sudut dispersi (lebar sempitnya tembakan *speaker*) tembakan yang berbeda-beda, ini harus diketahui untuk peletakan *loudspeaker* yang maksimal, sehingga pendengar dapat menerima tembakan suara langsung dari *speaker*.

4. *Karakteristik respon frekuensi*

Setiap *loudspeaker* pasti mempunyai karakteristik respon frekuensi yang berbeda-beda, dimana ada beberapa *loudspeaker* yang lebih menonjol pada frekuensi *low* dan *high*-nya, ada beberapa *loudspeaker* yang menonjol pada frekuensi *mid*, dan terdapat pula beberapa *loudspeaker* yang mempunyai respon frekuensi yang cukup *flat*, sehingga dari sini dapat dilihat dan dicocokkan kembali, untuk kepentingan apa memasang *speaker* tersebut, sehingga *speaker* yang dipilih bisa dapat digunakan secara maksimal.



Gambar 2.8 *Loudspeaker*

Sumber : Aperion University. *Sound and Speaker*. 5 Mei 2007.
<<http://www.aperionaudio.com>>

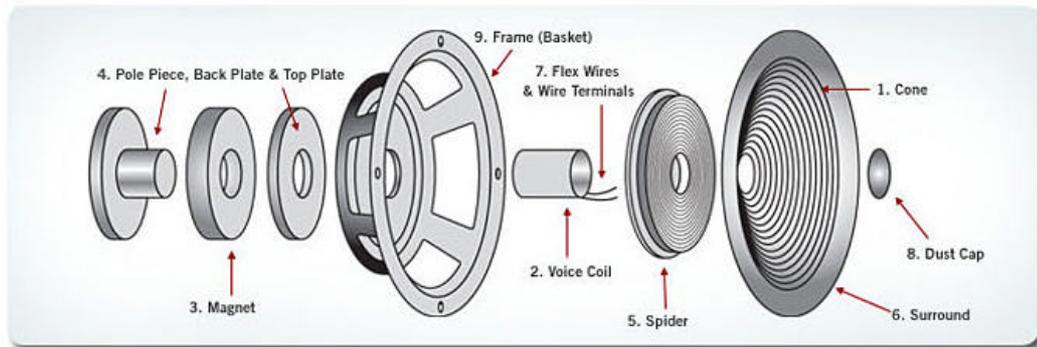
¹Speaker merupakan alat yang fungsinya kebalikan dari mikrofon. Jika mikrofon menerjemahkan gelombang suara menjadi sinyal listrik agar dapat dikodekan ke dalam media penyimpanan seperti SC, kaset, atau DVD, sebaliknya, speaker mengubah sinyal digital kembali menjadi gelombang suara sehingga dapat didengar oleh telinga manusia. Gelombang suara menjalar di dalam udara. Terdengarnya suara tergantung pada frekuensi suara dan amplitudo gelombang suara tersebut. Speaker menghasilkan getaran yang nyaris sama dengan gelombang suara yang direkam oleh sebuah mikrofon.

Komponen *speaker* adalah Diafragma (*cone*), Penutup debu (*dust cap*), Peredam (*surround*), Keranjang (*frame*), Kumparan suara (*voice coil*), Magnet donat (*magnet*), Jaring laba-laba (*spider*).

Cone biasanya terbuat dari kertas, plastik, atau logam, yang menempel pada sisi terlebar dari peredam. *Surround* merupakan sebuah lingkaran dari bahan fleksibel yang memungkinkan kerucut untuk bergerak dan menempel pada kerangka logam atau yang disebut keranjang Ujung sempit dari kerucut terkait dengan *voice coil*. *Voice coil* tertempel pada keranjang oleh jaring-jaring. Fungsi jaring-jaring adalah menahan posisi kumparan, tetapi tetap memberi ruang

¹ <http://www.korantempo.com/news/2004/9/16/IlmudanTeknologi.html>

baginya untuk bergerak bebas ke muka dan ke belakang. Yang membuat kumparan bergerak naik-turun dengan cepatnya seperti gerakan piston adalah sebuah elektromagnet yang ditempatkan di dalam sebuah medan magnet yang konstan yang diciptakan oleh magnet permanen. Dua magnet ini--kumparan yang dialiri arus listrik dan magnet--saling berinteraksi. Ujung positif elektromagnet ditarik ke kutub negatif dari medan magnet permanen, dan kutub negatif elektromagnet ditolak oleh kutub negatif magnet permanen. Ketika kumparan bergerak maju-mundur itulah terjadi dorongan dan tarikan terhadap kerucut *speaker*. Ini membuat getaran udara di depan *speaker*, menciptakan gelombang-gelombang suara.



Gambar 2.9 Struktur *Speaker*

Sumber : Aperion University. *Sound and Speaker*. 5 Mei 2007.
<<http://www.aperionaudio.com>>

2.5 Konsep akustik ruangan

Akustik Ruang terdefinisi² sebagai bentuk dan bahan dalam suatu ruangan yang terkait dengan perubahan bunyi atau suara yang terjadi. Akustik sendiri berarti gejala perubahan suara karena sifat pantul benda atau objek pasif dari alam. Akustik ruang sangat berpengaruh dalam reproduksi suara, misalnya dalam gedung rapat akan sangat mempengaruhi artikulasi dan kejelasan pembicara.

Akustik ruang banyak dikaitkan dengan dua hal mendasar, yaitu :

- Perubahan suara karena pemantulan dan
- Gangguan suara ketembusan suara dari ruang lain.

² http://id.wikipedia.org/wiki/Akustik_Ruang

Dibutuhkan seorang ahli yang berlandaskan teori perhitungan dan pengalaman lapangan untuk mewujudkan sebuah ruang yang ideal, seperti *home theatre*, ruangan *karaoke*, ruang rekaman, ruang pertemuan dan sejenisnya termasuk ruang tempat ibadah.

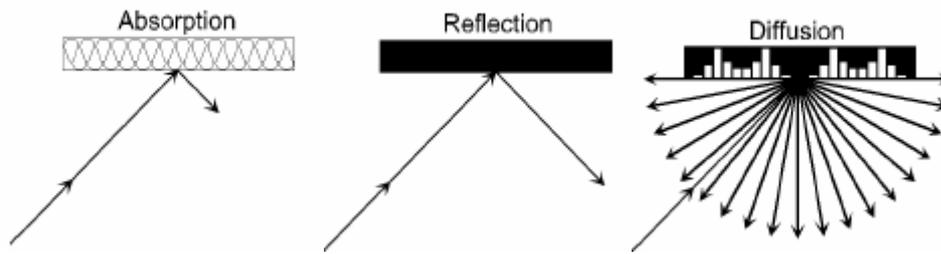
Pengukuran jangkah frekuensi dan besarnya, dapat dilakukan dengan bantuan sebuah RTA (*Real Time Analyzer*) untuk mengetahui dan menentukan frekuensi pantulan atau ketembusan, sehingga dapat ditentukan jenis material peredam yang digunakan.

Sehingga untuk dapat memaksimalkan sebuah ruangan, maka dalam konsep akustik ruangan harus memperhatikan berbagai bahan yang dapat menyerap maupun memantulkan suara. Sehingga lebih dikenal dengan bahan penyerapan dan bahan *diffuse*.

Idealnya yang disebut penyerapan suara total yang adalah apabila dinding menyerap 100% suara yang ada dari berbagai sudut. Pada rancangan akustik yang lebih penting adalah koefisienan penyerapan suara dimana frekuensi yang terserap adalah area frekuensi yang bermasalah pada ruangan tersebut, sebagai contoh sangat jarang bila ruangan membutuhkan frekuensi tinggi untuk diserap pada ruangan, karena permukaan yang biasa ditemui, seperti orang, karpet, dan barang – barang yang empuk sudah siap untuk menyerap frekuensi tinggi. Sehingga lebih butuh penyerapan frekuensi rendah maupun frekuensi tengah

Yang dimaksud *sound diffuse*³ adalah dengan menyebarkan atau memecahkan arah suara ke berbagai sudut, dengan terpecahnya arah suara ke berbagai sudut dan dengan peletakan *diffuser-difuser* (bahan *diffuse*) yang diperhitungkan, maka waktu dengung (*reverb time*) dan gema (*echo*) ruangan dapat dikendalikan. Pada umumnya sangat jarang ruangan membutuhkan low frekuensi untuk di uraikan, karena sifat-sifat permukaan pada umumnya sudah menguraikan frekuensi rendah.

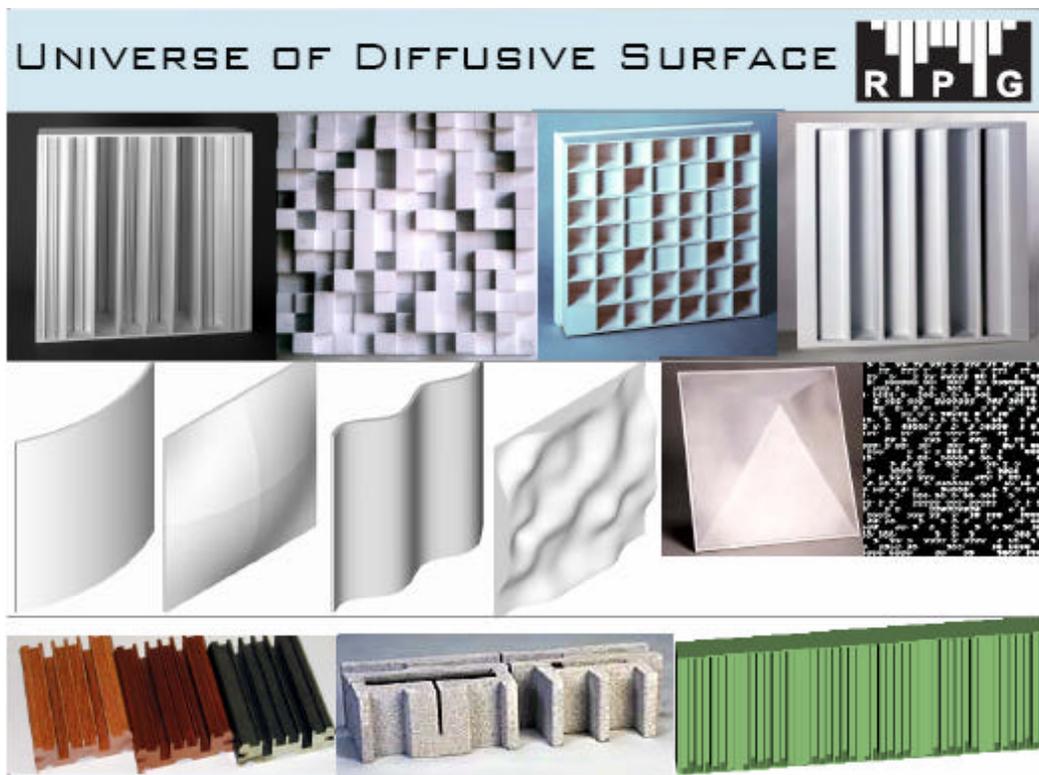
³ RPG seminar, <http://www.rpginc.com>



Gambar 2.10 Konsep dinding

Sumber : RPG Inc., *Diffuser*. 15 Juni 2007. P. 3.
 <<http://rpginc.com/commercial/index.htm>>

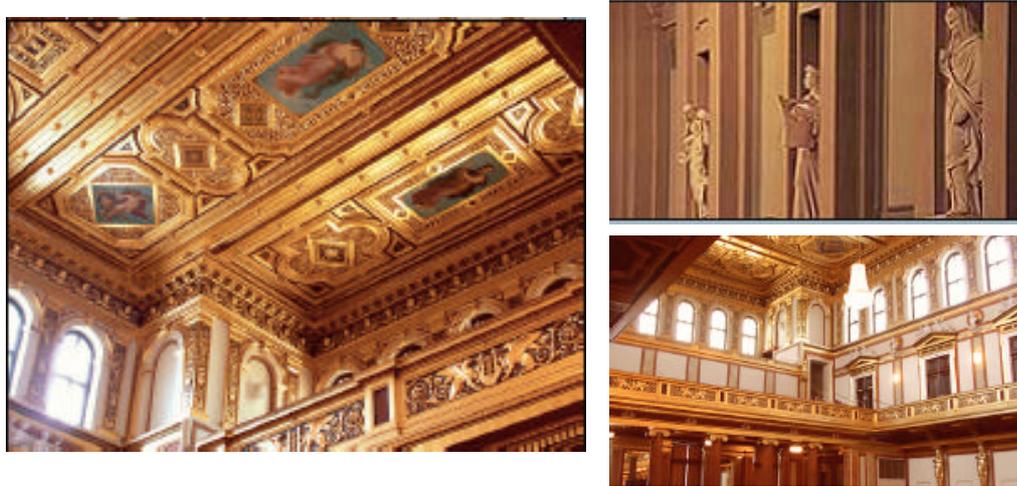
Berikut contoh bahan-bahan yang digunakan untuk menguraikan suara.



Gambar 2.11 Bahan-bahan *diffusor*

Sumber : RPG Inc., *Diffuser*. 15 Juni 2007. P. 10.
 <<http://rpginc.com/commercial/index.htm>>

Bahan *diffuse* ini juga sudah banyak digunakan pada gereja-gereja atau bangunan-bangunan klasik, tetapi dalam bentuk yang lain.



Gambar 2.12 Bahan *diffuse* klasik

Sumber : RPG Inc., *Diffuser*. 15 Juni 2007. P. 16.
<<http://rpginc.com/commercial/index.htm>>

Berikut adalah tabel koefisien permukaan yang biasa ditemui, dengan referensi 1 menyerap sempurna dan 0 memantulkan sempurna

Tabel 2.3 Tabel koefisien material

<i>Materials</i>	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
<i>Carpet</i>	0.01	0.02	0.06	0.15	0.25	0.45
<i>Marble or Glazed tile</i>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
<i>Brick (painted)</i>	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
<i>Concrete (painted)</i>	0.1	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08
<i>Plaster (Gypsum) On Mansory</i>	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05
<i>Fiberglass board</i>	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.97

<i>(100mm(4") thick)</i>						
<i>Water or ice surface</i>	0.008	0.008	0.013	0.015	0.02	0.025
<i>People adult</i>	0.25	0.35	0.42	0.46	0.5	0.5

Sumber: SeaCollege. *Coeffitient Material*. 27 maret 2007
 <http://www.saecollege.de/reference_material/pages/CoefficientChart.htm>

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa bahan-bahan yang ada disekeliling mempunyai karakter masing-masing terhadap frekuensi . untuk lebih detail dapat dilihat pada lampiran 1.