

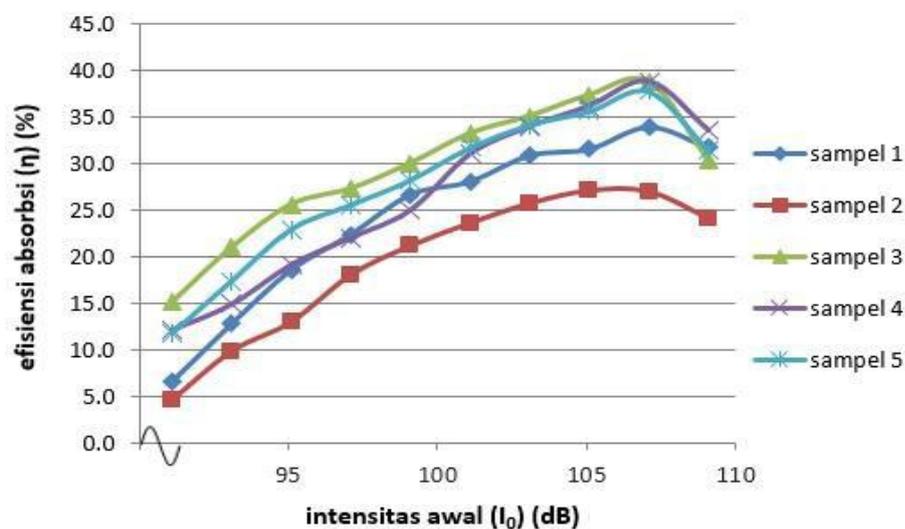
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terkait

Pengukuran koefisien absorpsi bunyi pada serbuk gergaji kayu nyantoh sebagai bahan peredam oleh (Kurnia, 2014). Melakukan penelitian untuk memperoleh nilai koefisien absorpsi bunyi pada papan partikel dari bahan campuran serbuk gergajian kayu nyantoh dan tepung kanji dengan variasi ukuran butir. Papan partikel dibuat dengan komposisi 50 g serbuk gergaji dan 50 g tepung kanji. Papan partikel dibuat dengan rapat massa (ρ) = $0,62 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$. Koefisien absorpsi bunyi diukur dengan menggunakan *sound level meter*, intensitas bunyi yang diukur antara lain intensitas bunyi yang datang, intensitas yang dipantulkan dan intensitas yang ditransmisikan. Intensitas absorpsi didapat dengan mengurangi intensitas awal dengan intensitas transmisi dan intensitas refleksi. Data yang diperoleh dibuat grafik dan dianalisis. Diperoleh hasil bahwa papan partikel yang terbuat dari campuran serbuk gergajian kayu nyantoh dan tepung kanji dengan komposisi 1:1 (sampel 3) adalah papan partikel terbaik sebagai bahan absorpsi bunyi pada penelitian ini. Papan partikel mempunyai sifat fisis: koefisien absorpsi $0,15 \text{ cm}^{-1}$, intensitas refleksi 1,5 dB, intensitas absorpsi 29,45 dB dan efisiensi absorpsi 29,42%.

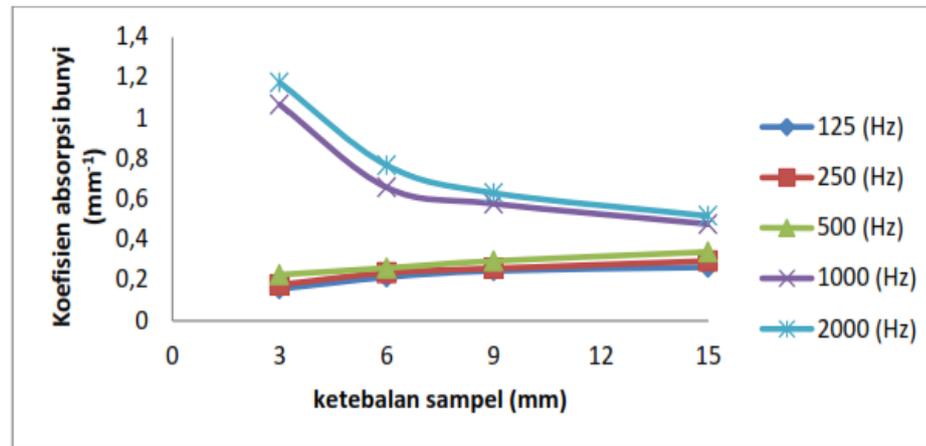
Jika frekuensi gelombang bunyi yang datang sama dengan frekuensi dari papan partikel maka akan terjadi interferensi saling menguatkan sehingga terjadi

absorpsi bunyi yang rendah. Sebaliknya jika frekuensi gelombang bunyi yang datang tidak sama dengan frekuensi dari papan partikel maka akan terjadi pelemahan terhadap gelombang bunyi yang datang, hal ini yang menyebabkan koefisien absorpsi bunyi menjadi tinggi. Hasil uji statistik terhadap semua sampel memperlihatkan bahwa sampel 3 mempunyai nilai koefisien absorpsi rata-rata yang tertinggi ($0,15 \text{ cm}^{-1}$). Gambar 1 menunjukkan presensi efisiensi absorpsi setiap sampel.



Gambar 1. Grafik Persentase Efisiensi Absorpsi Setiap Sampel

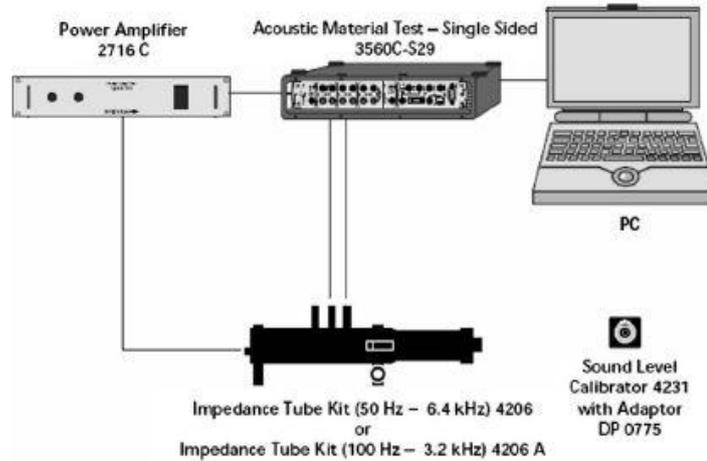
Penelitian pengukuran koefisien absorpsi bunyi menggunakan *sound level meter* juga dilakukan oleh (Krisman, 2012) yang berjudul pengukuran absorpsi bunyi dari limbah batang kelapa sawit. Metode yang digunakan adalah tabung impedansi yang terbuat dari akrilik. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil pada keseluruhan sampel sebagai berikut (Gambar 2)



Gambar 2. Perbandingan koefisien Absorpsi Bunyi Terhadap Ketebalan dari Keseluruhan Sampel

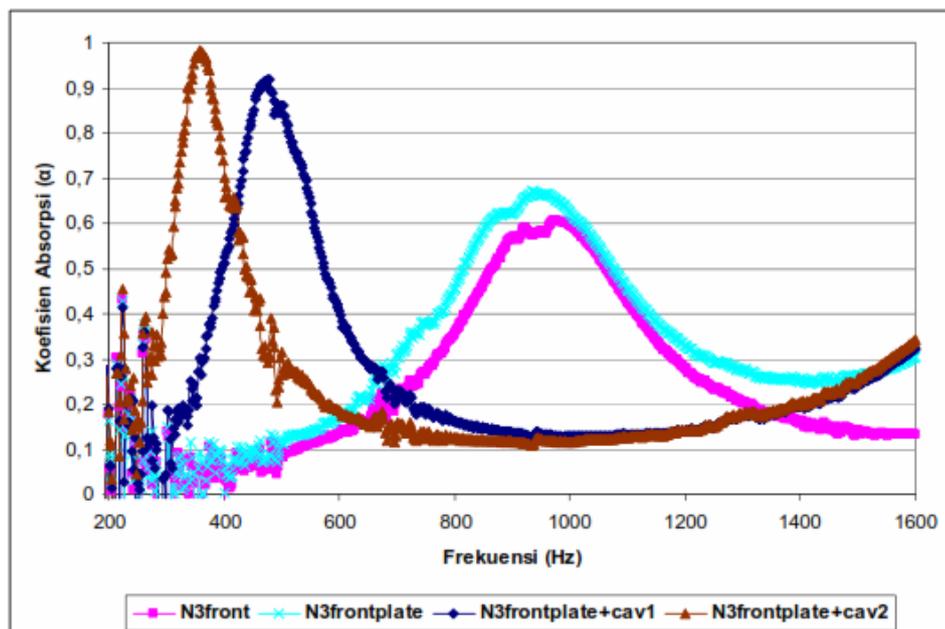
Dari (Gambar 2) menunjukkan bahwa pada frekuensi rendah (125-500 Hz) ada pengaruh ketebalan terhadap koefisien absorpsi bunyi. Nilai koefisien absorpsi bunyi dari sampel pada frekuensi rendah (125-500 Hz) cukup kecil dibandingkan pada frekuensi tinggi. Koefisien absorpsi bunyi meningkat seiring meningkatnya frekuensi. Hasil penelitian pada frekuensi 125-500 Hz menunjukkan bahwa koefisien penyerapan suara sampel dipengaruhi ketebalan sampel. Koefisien suara dari sampel meningkatkan ketebalan sampel diperbesar.

Penelitian selanjutnya pengukuran karakteristik akustik ampas singkong sebagai bahan penyerap bunyi dengan metode tabung impedansi dua mikrofon oleh (Niken, 2009). Karakteristik akustik dari limbah industri ampas singkong telah ditentukan dengan metode tabung impedansi dua mikrofon. Sampel dengan ketebalan yang berbeda dari bahan limbah ampas singkong tanpa *backing plate*, dengan *backing plate*, serta dengan *backing plate* dan penambahan *air cavity* diuji koefisien absorpsinya. Metode yang digunakan untuk perhitungan koefisien absorpsi menggunakan peralatan uji sampel dari Bruel dan Kjer (B & K) berikut setting peralatan (Gambar 3).



Gambar 3. Setting peralatan metode dua rongga

Hasil penelitian berupa grafik langsung ditampilkan pada komputer dengan menggunakan software *Soft Pulse System Type 7700 versi 6.1 Sound and Vibration dan Material Testing Measurement*. Berikut hasil yang didapatkan :



Gambar 4. Koefisien absorpsi pada ampas singkong dengan penambahan *Backing Plate* dan *air cavity* pada sampel *N3front*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bertambahnya ketebalan sampel tidak menghasilkan pengaruh secara langsung terhadap peningkatan koefisien absorpsi bunyi. Sedangkan penambahan *backing plate* dan *air cavity* dapat menyebabkan meningkatnya koefisien absorpsi dan menggesernya ke frekuensi yang lebih

rendah. Peningkatan koefisien absorpsi bunyi. Sedangkan penambahan *backing plate* dan *air cavity* dapat menyebabkan meningkatnya koefisien absorpsi dan menggesernya ke frekuensi yang lebih rendah.

Adapun teknik untuk penyerapan suara yang dilakukan oleh (Angelo, Anna) yaitu pengukuran koefisien penyerapan suara dengan teknik intensitas suara baru. Penelitian ini mengkaji teknik pengukuran yang terbaru dari sifat penyerapan suara bahan, berdasarkan pengukuran intensitas aktif dan kepadatan energi suara. Hal ini memungkinkan seseorang untuk mengukur koefisien penyerapan dengan band eksitasi lebar, menggunakan pita frekuensi lebar dan untuk membuat pengukuran baik di dalam tabung atau disana. Teknik intensitas dibandingkan Transfer Metode Fungsi (sebagaimana didefinisikan dalam standar ASTM E-1050), melalui studi teoritis lengkap dan validasi eksperimental besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode baru setidaknya sama akurat dan dapat diandalkan sebagai standar ASTM E 1050. Pengukuran ini juga memiliki banyak keuntungan lebih cepat, lebih mudah, langsung menghasilkan hasil dalam $1/3$ atau 1 band oktaf, dapat diimplementasikan dengan portable, instrumentasi murah.

Selanjutnya penelitian disain peredam suara berbahan dasar sabut kelapa dan pengukuran koefisien penyerapan bunyinya oleh (Khuriyawati, 2006). Telah dilakukan penelitian mengenai penyerapan gelombang bunyi oleh peredam suara berbahan dasar material penyusun sabut kelapa. Peredam suara dibuat dengan komposisi dasar yang berbeda. Dibuat 12 sampel yang terdiri dari 1 sampel sabut kelapa alami dan 11 sampel dari serat dan daging sabut kelapa dengan komposisi tertentu. Dari 12 sampel diambil 10 sampel untuk diuji. Koefisien penyerapan

diukur dengan metode tabung impedansi dua mikrofon dengan standarisasi ASTM E-1050:1990. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sabut kelapa memenuhi persyaratan untuk peredam suara sesuai ISO 11654, yaitu dengan α_w di atas 0,15. α_w sampel yang dibuat adalah A:0,30, B:0,44, C:0,27, D:0,44, E:0,51, F:0,44, G:0,47, H:0,49, I:0,31, J:0,41. Sehingga sampel A, B,D,E,F,G,H,I dan J dapat diklasifikasikan dalam peredam suara kelas-D sedangkan sampel C dalam kelas-E. Peredam suara yang dibuat mutunya juga sudah sebanding dengan produk yang ada di pasaran. Komposisi yang paling baik untuk peredam adalah campuran serat dan daging sabut. Peningkatan komposisi serat pada campuran dapat meningkatkan puncak penyerapan. Pemberian rongga udara antara sampel dan dinding meningkatkan penyerapan. Peningkatan Massa Jenis sampel yang dihasilkan dari bahan dengan berat komposisi yang sama dan jenis perekat yang sama menyebabkan kenaikan penyerapan pada frekuensi rendah.

Kemudian penyerapan suara menggunakan sekam padi pada penelitian (Mahzam, 2009) yaitu menyelidiki penyerapan suara terhadap sekampadi yang diperkuat komposit. Pada penelitiannya mengkaji pemanfaatan limbah sekam padi sebagai elemen potensial untuk bahan penyerapan suara sekam padi diperkuat komposit. Sekam padi awalnya dibersihkan dan kering pada suhu kamar (25°C - 30°C). Sekam padi yang kering kemudian dicampur dengan Polyurethane (PU) busa sebagai pengikat untuk menghasilkan sekam padidiperkuatkomposit. Enam sampel yang berbeda telah diproduksi sesuai dengan persentase sekam padi. Spesimen diuji dengan menggunakan tabung impedansi. Hasilnya, menemukan bahwa persentase terbaik sekam padi diperoleh pada 25%. Koefisien penyerapan suara yang diperoleh menunjukkan bahwa campuran menghasilkan performa

terbaik di daerah frekuensi rendah. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sekam padi diperkuat komposit memiliki koefisien suara yang lebih baik dibandingkan dengan bahan alami lainnya, maka menjanjikan potensi besar untuk komersialisasi.

Penelitian selanjutnya oleh (D'Alessandro, Pispolab, 2005) yaitu sifat penyerapan suara pengukuran koefisien penyerapan suara bahan berserat berkelanjutan di ruang dengung yang ditingkatkan. Saat ini penggunaan bahan-bahan tersebut menjadi lebih luas untuk berbagai aplikasi, yang ekologis, biodegradable dan terbarukan: mereka berbeda dari bahan berserat tradisional, seperti batu atau kaca wol, toksisitas yang sangat rendah dan efek polusi. Bahan-bahan ini dapat digunakan dalam banyak cara: mitigasi kebisingan dan bangunan koreksi akustik yang pasti salah satu yang paling penting. Suara menyerap lapisan terbuat dari serat alami dan bahan baku daur ulang telah diuji di ruang gema dari Akustik Laboratorium Universitas Perugia sesuai dengan standar ISO 354, dalam rangka untuk mengukur penyerapan suara properti dan membuat perbandingan dengan peredam suara tradisional berserat. Sebuah optimalisasi karakteristik ruang gema telah juga dilakukan. Baik bidang suara difusivitas dalam ruangan merupakan persyaratan mendasar untuk akurasi pengukuran. Di antara parameter yang terutama mempengaruhi ruang difusivitas adalah bentuk ruang dan sampel disposisi dalam ruangan. Untuk mendapatkan nilai yang akurat dari koefisien penyerapan suara, tindakan spesifik yang diadopsi. Spesimen uji ditempatkan di lantai dengan tepi nonparallel ke dinding ruangan. Sebuah penutupan sebagian sudut ruangan yang lebih rendah dengan menyerap dan memantulkan diffusers dan diffusers pesawat ditangguhkan juga diuji, mendapatkan peningkatan yang

signifikan dari hasil. Kinerja diukur dari bahan yang diuji tampaknya sepenuhnya sebanding dengan mineral serat wol: karena dampak yang rendah pada lingkungan dan kesehatan manusia mereka dapat dilihat sebagai alternatif yang valid untuk bahan konvensional.

Selanjutnya penelitian (Seddeq, 2009) tentang faktor yang mempengaruhi kinerja akustik penyerapan suara pada bahan. Hasil penelitian menunjukkan hubungan antara penyerapan suara dan ketahanan aliran udara, bahan ketebalan, celah udara dan film tipis. Resistensi aliran udara yang lebih tinggi selalu memberikan penyerapan suara yang lebih baik tetapi untuk ketahanan aliran udara lebih tinggi dari 1000 penyerapan suara memiliki nilai kurang karena gerakan kesulitan gelombang suara melalui bahan. Penciptaan celah udara, 5mm, 10mm balik bahan serap meningkatkan nilai koefisien penyerapan suara pada pertengahan dan lebih tinggi frekuensi. Tidak ada banyak perbedaan yang terlihat antara 5 mm sampel celah udara dan 10 mm celah udara sampel. Selain itu, puncak maxima untuk celah udara yang berbeda berbeda (lebih tinggi kesenjangan jarak udara, maxima pergeseran puncak ke arah frekuensi yang lebih rendah). Penelitian selanjutnya (Joo Na, 2007) tentang koefisien penyerapan suara kain micro-serat dengan gema metode ruangan. Pada penelitian ini Young Joo Na dkk menguji koefisien penyerapan suara lima microfiber kain dan satu serat kain biasa oleh Metode ruang gema. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerapan suara mikro-serat kain adalah lebih tinggi dari kain konvensional dengan ketebalan yang sama atau berat, dan micro-fiber kain Struktur ditemukan menjadi penting untuk mengendalikan penyerapan suara menurut suara frekuensi. Kepadatan Fabric ditemukan memiliki Efek lebih dari ketebalan kain atau berat pada suara

penyerapan, dan Koefisien Noise Reduction meningkatkan nilai tertinggi dengan kepadatan kain sekitar $0,14 \text{ g/cm}^3$, dan menurun setelahnya.

B. Teori Dasar

a. Bunyi

a.1 Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal yang terjadi karena energy membuat (partikel) udara merapat dan merenggang, dengan cara ini pula energy dirambatkan keseluruh ruang. Jika partikel udara tidak ada atau anda berada dalam ruang vakum seperti diluar angkasa, suara anda tidak akan menjalar dan tidak terdengar rekan astronot karena tidak ada medium yang merambatkan energinya, maka untuk komunikasi di luar angkasa mereka tidak menggunakan gelombang suara namun menggunakan gelombang elektromanetik yang tidak memerlukan medium untuk menjalar.

Ketika anda berbicara, maka energy dari getaran dari pita suara anda diperkuat didalam diaphragma anda kemudian diteruskan ke udara dan menyebabkan molekul udara merapat dan merenggang secara bergantian ke segala arah, membentuk muka gelombang berbentuk bola yang semakin jauh energinya makin kecil. Semakin keras anda berteriak energy yang disebarkan dalam bentuk gelombang semakin besar, dan dapat terdengar semakin jauh pula.

Tidak semua gelombang suara bisa terdengar oleh indera pendengaran kita, telinga kita hanya mampu mendengar dengan frekuensi 20 Hz hingga 20 KHz, daerah frekuensi ini disebut daerah pendengaran manusia (audible range),

sedangkan dibawah 20 Hz disebut infrasonic, sedangkan suara diatas 20 KHz disebut ultrasonic.

a.2 Pengaruh Temperatur Pada Kecepatan Bunyi

Kecepatan bunyi selain dipengaruhi oleh modulus Bulk medium ternyata juga dipengaruhi oleh temperature medium. Untuk melihat gejala ini, perhatikan kembali definisi modulus Bulk berikut:

$$K = -\frac{V}{\Delta V} \Delta P \dots\dots\dots(2)$$

Untuk udara , pada umumnya berlaku sifat adiabatic (yaitu sebuah keadaan dimana tidak ada kalor yang masuk atau keluar dari sistem yang ditinjau) sehingga berlaku persamaan :

$$PV^\gamma = \text{Konstan} \dots\dots\dots(3)$$

Pada umumnya, udara dapat dipandang sebagai gas ideal dimana berlaku persamaan keadaan $PV = nRT$, atau bisa dituliskan $P = (\rho RT)/M$, dengan M adalah masa molar, sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut :

$$K = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{M} \gamma \dots\dots\dots(4)$$

Dari persamaan diatas maka didapatkan persamaan untuk kecepatan gelombang suara sebagai berikut :

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}} \dots\dots\dots(5)$$

Kita perhatikan persamaan diatas, ternyata kecepatan suara memang dipengaruhi juga oleh temperature udara. Namun pada umumnya kita anggap temperatur udara konstan sehingga kecepatan suara diudara tetap sekitar 340 m/s.

a.3 Intensitas Bunyi

Daya per satuan luas disebut dengan intensitas suara I (energy persatuan waktu persatuan luas). Energi suara ini semakin kecil ketika menjauhi sumber suara dengan rasio $1/r^2$ energi sumbernya dengan r jarak pendengar dari sumber.

Kuantitas suara diukur melalui kenyaringananya, secara matematis suatu suara diukur melalui tingkat intensitas suara β , dimana :

$$\beta = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \dots \dots \dots (6)$$

I_0 adalah intensitas acuan (atau patokan) yang diambil sebagai ambang pendengaran manusia yaitu 10^{-12} W/m^2 , Satuan dari tingkat intensitas adalah dB (decibel).

Dalam skala decibel, batas terendah pendengaran kita adalah:

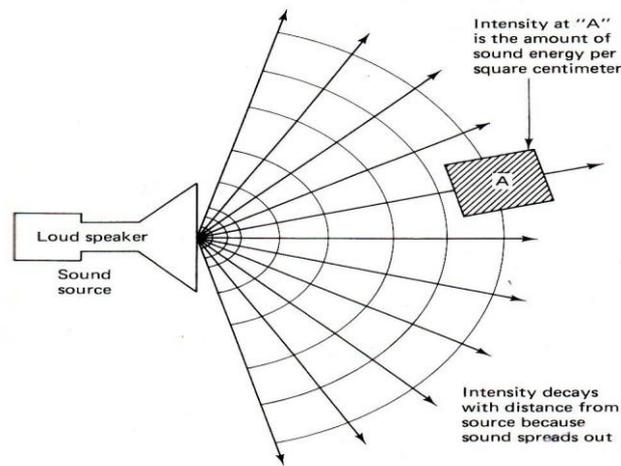
$$\beta = 10 \cdot \log \frac{I_0}{I_0} = 10 \cdot \log(1) = 0 \text{ dB} \dots \dots \dots (7)$$

Sedangkan menurut satuan frekuensi batas terendah pendengaran kita adalah 20 Hz (Ishaq ,2007).

Intensitas bunyi adalah aliran energi yang dibawa gelombang suara dalam suatu daerah per satuan luas, intensitas bunyi sangat penting difahami untuk mengetahui radiasi total dari suatu sumber bunyi dan juga tekanannya. Untuk sebuah gelombang datar yang semakin menyebar (Plane Progressive Wave) dapat kita ketahui intensitasnya dengan persamaan berikut:

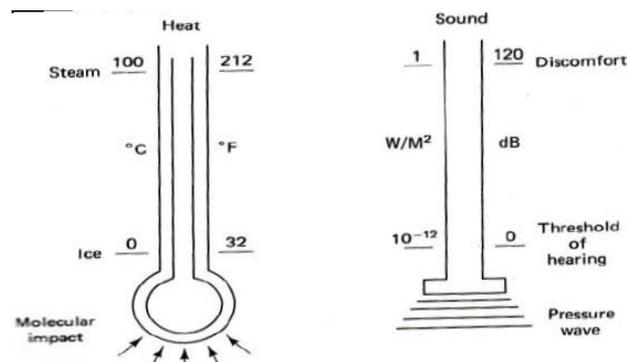
$$I = \frac{p^2}{\rho c} \left(\frac{\text{Joule (J)}}{\text{m}^2 \text{s}} \right) \dots \dots \dots (8)$$

Umumnya referensi intensitas bunyi menggunakan referensi intensitas yang berdasarkan tekanan bunyi 10^{-12} W/m^2 atau 10^{-16} W/cm^2 . Ilustrasi keadaan intensitas bunyi dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Intensitas bunyi (Doelle, 1972)

Analogi intensitas bunyi antara satuan W/m^2 dengan dB dapat kita lihat seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Analogi thermometer dengan intensitas bunyi (Doelle, 1972)

Karena intensitas (I) adalah sebuah fungsi dari tekanan persegi (P^2), kita dapat mengembangkan sebuah persamaan untuk tingkat tekanan bunyi (*Sound pressure Level*)/SPL sebagai berikut:

$$SPL = 10 \log \frac{p_1^2}{p_0^2} (dB) \dots \dots \dots (9)$$

atau:

$$SPL = 20 \log \frac{p_1}{p_0} (dB) \dots \dots \dots (10)$$

Dimana:

P_0 = tekanan referensi sebagai tekanan bunyi yang mampu didengar pada sebuah frekuensi 1000 Hz. Untuk sistem Internasional (SI) $P_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ atau 10^{-16} W/cm^2 .

P_1 = tekanan kerja

Selama daya bunyi (Sound Power Level)/PWL adalah sebuah ukuran total radiasi energi suara dari sebuah sumber dan SPL adalah tekanan pada sebuah jarak radial x_r dari sumber suara, hubungan antara dua parameter ini dapat dilihat menjadi suatu persamaan berikut :

$$PWL = SPL + 10 \log 2\pi x_r^2$$

$$PWL = SPL + 20 \log x_r + 10 \log 2\pi \dots \dots \dots (11)$$

Atau dalam pengukuran toleransi :

$$PWL = SPL + 20x_r + 8(\text{metric}) \dots \dots \dots (12)$$

(Doelle, 1972).

a.4 Perubahan Intensitas Karena Perubahan Jarak

Jika sebuah sumber bunyi dapat ditinjau sebagai sebuah titik, maka intensitas di suatu jarak r dari sumber itu berbanding terbalik dengan r^2 . Ini secara langsung didapat dari kekekalan energi : jika daya keluar dari sumber itu adalah P , maka intensitas rata-rata I_1 melalui sebuah bola dengan jari-jari r_1 dan luas permukaan $4\pi r^2$ adalah

$$I_1 = \frac{P}{4\pi r^2} \dots \dots \dots (13)$$

Intensitas rata-rata I_2 melalui sebuah bola dengan jari-jari r^2 yang berbeda diberikan oleh pernyataan yang serupa. Jika tidak ada energi yang diserap di antara kedua bola itu, maka daya P haruslah sama untuk keduanya, dan

$$4\pi r^2 I_1 = 4\pi r^2 I_2$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \dots \dots \dots (14)$$

Maka intensitas I di sebarang jarak r berbanding terbalik dengan r^2 . Hubungan “kuadrat terbalik” ini juga berlaku untuk berbagai situasi aliran energi lainnya dengan sebuah sumber titik, seperti yang dipancarkan oleh sebuah titik. Hubungan kuadrat terbalik antara intensitas bunyi dan jarak dari sumber titik tidak berlaku di ruangan dalam rumah karena energi bunyi dapat juga mencapai seorang pendengar melalui refleksi dari dinding dan loteng. Sesungguhnya, bagian dari pekerjaan seorang arsitek dalam merancang sebuah aula adalah untuk mengatasi refleksi-refleksi ini sehingga intensitas itu adalah hampir konstan atau sekonstan mungkin di seluruh aula tersebut (Young dan Freedman, 2003).

a. 5 Atenuasi Gelombang Bunyi

Atenuasi merupakan gejala pelemahan sinyal informasi akibat bertambahnya jarak oleh suatu sinyal dan juga oleh karena makin tingginya frekuensi sinyal tersebut. Apabila sebuah sinyal dilewatkan suatu medium seringkali mengalami berbagai perlakuan dari medium yang dilaluinya dan karena frekuensi sinyal tersebut semakin tinggi. Energi gelombang suara akan berkurang sepanjang perambatannya dari sumbernya karena gelombang suara menyebar dalam bidang yang lebar, enerinya tersebar kedalam area yang luas. Gelombang suara yang merambat melalui media air akan mengalami kehilangan energi yang disebabkan oleh

penyebaran gelombang, penyerapan energi dan pemantulan yang terjadi di dasar atau permukaan perairan. Intensitas gelombang suara akan semakin berkurang dengan bertambahnya jarak dari sumber bunyi.

Atenuasi disebabkan oleh karena adanya penyebaran dan absorpsi gelombang. Penyebaran gelombang terjadi akibat ukuran berkas gelombang berubah, pola berkas gelombang tergantung pada perbandingan antara diameter sumber gelombang dan panjang gelombang medium. Absorpsi gelombang yaitu penyerapan energi yang diakibatkan penyerapan energi selama menjalar di dalam medium (penurunan intensitas).

Gelombang suara yang sedang merambat akan mengalami penyerapan energi akustik oleh medium sekitarnya. Secara umum, penyerapan suara merupakan salah satu bentuk kehilangan energi yang melibatkan proses konversi energi akustik menjadi energi panas, sehingga energi gelombang suara yang merambat mengalami penurunan intensitas (atenuasi).

Gelombang dalam perambatannya akan mengalami penurunan intensitas (atenuasi) karena penyebaran dan penyerapan. Penyebaran gelombang juga mengakibatkan intensitas berkurang karena pertambahan luasanya, terkait dengan bentuk muka gelombang. Suatu gelombang menjalar sejauh dx dalam suatu medium yang mempunyai koefisien absorpsi (α) maka besarnya penurunan intensitas atau atenuasi adalah (Hurriyah,2013).

$$I = I_0 10^{-\alpha x / 10} \left[\frac{dB}{m} \right] \dots \dots \dots (15)$$

Atau

$$P = P_0 10^{-\alpha x / 20} \left[\frac{dB}{m} \right] \dots \dots \dots (16)$$

a.6 Absorpsivitas dan Refleksitas Bunyi

Konsep dari penyerapan Bunyi (Acoustic Absorption) merujuk kepada kehilangan energi yang terjadi ketika sebuah gelombang bunyi menabrak dan dipantulkan dari suatu permukaan benda. Kata “Absorpsi” sering digunakan oleh orang-orang dengan mengkaitkan aksi dari sebuah bunga karang ketika terendam air. Proses pemindahan daya bunyi dari suatu ruang tertentu, dalam mengurangi tingkat tekanan bunyi dalam volume tertentu, dikenal sebagai penyerapan bunyi. Proses ini berkaitan dengan penurunan jumlah energi bunyi dari udara yang menjalar hingga Ia mengenai suatu media berpori atau fleksibel. Bagian energi terserap ketika gelombang bunyi dipantulkan darinya disebut dengan koefisien serapan bunyi dari material. Harga koefisien ini bergantung dari sifat material, frekuensi bunyi dan sudut gelombang bunyi ketika material tersebut (Anonimous A.2014). Secara matematis dapat dituliskan persamaan berikut:

$$\alpha = \frac{\text{Absorbed Energy}}{\text{Incident Energy}} \dots \dots \dots (17)$$

$$\alpha = 1 - |R^2| = 1 - \left| \frac{Z_2 - \rho_1 c_1}{\rho_1 c_1 + Z_2} \right|^2 \dots \dots \dots (18)$$

Yang mana : $Z_2 = \rho_2 c_2 = \frac{\text{Applied Force}}{\text{Particle Velocity}}$

a.7 Koefisien Absorpsi Bunyi

Efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada frekuensi tertentu dinyatakan oleh koefisien absorpsi bunyi. Koefisien absorpsi bunyi suatu permukaan adalah bagian permukaan bunyi datang yang diserap, atau tidak dipantulkan oleh permukaan. Koefisien ini dinyatakan dalam huruf Greek α (Doelle, 1993).

Koefisien absorpsi bunyi (α) dinyatakan dalam bilangan antara 0 dan 1. Nilai koefisien absorpsi 0 menyatakan tidak ada energi bunyi yang diserap dan nilai koefisien serapan 1 menyatakan serapan yang sempurna (Sriwigiyatno, 2006). Sehingga didapatkan persamaan berikut :

$$\alpha = -\frac{1}{x} \ln \frac{I}{I_0} \text{ [Neper/m]} \dots \dots \dots (19)$$

Dan

$$\alpha_I = \frac{10 \log \frac{I_0}{I}}{x} \text{ [dB/m]} \dots \dots \dots (20)$$

Atau

$$\alpha_p = \frac{20 \log \frac{P_0}{P}}{x} \text{ [dB/m]} \dots \dots \dots (21)$$

Berikut koefisien atenuasi di udara ($10^{-3}m^{-1}$) yang terdapat pada tabel 1 (Gerretsen E, 1986).

Tabel 1. koefisien atenuasi di udara ($10^{-3}m^{-1}$)

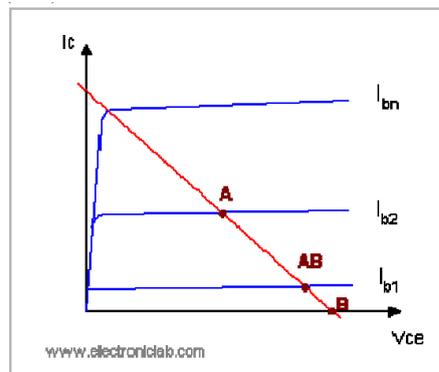
Material	125	250	500	1k	2k	4k	8k
10°, 30–50%	0.1	0.2	0.5	1.1	2.7	9.4	29.
10°, 50–70%	0.1	0.2	0.5	0.8	1.8	5.9	21.
10°, 70–90%	0.1	0.2	0.5	0.7	1.4	4.4	15.
20°, 30–50%	0.1	0.3	0.6	1.0	1.9	5.8	20.
20°, 50–70%	0.1	0.3	0.6	1.0	1.7	4.1	13.
20°, 70–90%	0.1	0.3	0.6	1.1	1.7	3.5	10.

b. Penguat Audio

b.1 Penguat Audio Kelas B

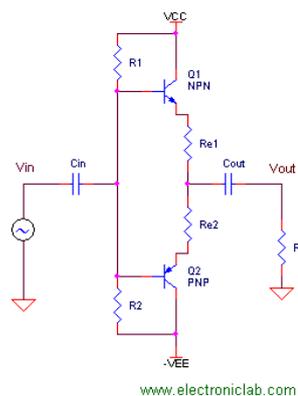
Panas yang berlebih menjadi masalah tersendiri pada penguat kelas A. Maka dibuatlah penguat kelas B dengan titik Q yang digeser ke titik B (pada gambar 7). Titik B adalah satu titik pada garis beban dimana titik ini berpotongan dengan garis arus $I_b = 0$. Karena letak titik yang demikian, maka transistor hanya bekerja

aktif pada satu bagian phase gelombang saja. Oleh sebab itu penguat kelas B selalu dibuat dengan 2 buah transistor Q1 (NPN) dan Q2 (PNP).



Gambar 7. Titik Q Penguat A,B dan AB

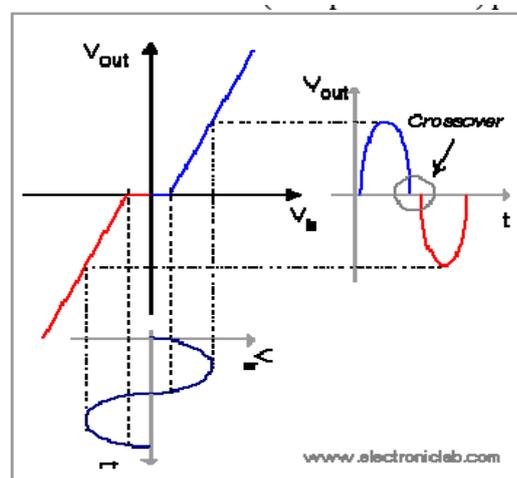
Karena kedua transistor ini bekerja bergantian, maka penguat kelas B sering dinamakan sebagai penguat *Push-Pull*. Rangkaian dasar PA kelas B adalah seperti (pada gambar 5). Jika sinyalnya berupa gelombang sinus, maka transistor Q1 aktif pada 50% siklus pertama (phase positif 0° - 180°) dan selanjutnya giliran transistor Q2 aktif pada siklus 50% berikutnya (phase negatif 180° - 360°). Penguat kelas B lebih efisien dibanding dengan kelas A, sebab jika tidak ada sinyal input ($v_{in} = 0$ volt) maka arus bias I_b juga = 0 dan praktis membuat kedua transistor dalam keadaan OFF.



Gambar 8. Rangkaian Dasar Penguat Audio B

Efisiensi penguat kelas B kira-kira sebesar 75%. Namun bukan berarti masalah sudah selesai, sebab transistor memiliki ke-tidak ideal-an. Pada kenyataannya ada

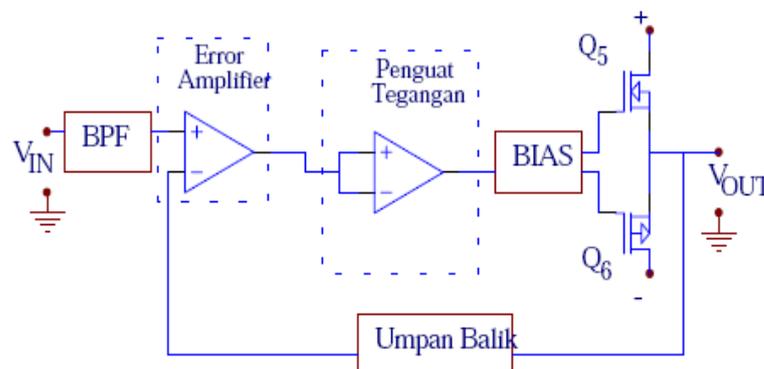
tegangan jepit V_{be} kira-kira sebesar 0,7 volt yang menyebabkan transistor masih dalam keadaan OFF walaupun arus I_b telah lebih besar beberapa mA dari 0. Ini yang menyebabkan masalah *cross-over* pada saat transisi dari transistor Q1 menjadi transistor Q2 yang bergantian menjadi aktif. (Gambar 6) menunjukkan masalah *cross-over* ini yang penyebabnya adalah adanya dead zone transistor Q1 dan Q2 pada saat transisi. Pada penguat akhir, salah satu cara mengatasi masalah *cross-over* adalah dengan menambah filter *cross-over* (filter pasif L dan C) pada masukan speaker (Laksono,2014).



Gambar 9. Kurva Penguat Kelas B

b.2 Penguat Audio Kelas AB

Sebuah sistem penguat kelas AB terdiri dari bagian blok penguat *differensial* (pada gambar 10), blok penguat kelas A, blok penguat arus dan blok umpan balik.



Gambar 10. Blok Sistem Penguat Audio Kelas AB

Bagian awal model sistem penguat daya audio ragam linier adalah penguat *differensial* berfungsi sebagai detektor kesalahan yang membandingkan sinyal masukan dengan sinyal umpan balik dari sistem ini. Blok selanjutnya adalah bagian penguatan tegangan kelas A yang memperkuat tegangan selisih antara masukan dengan umpan balik. Blok keluarannya adalah penguat arus berupa rangkaian pengikut *source* kelas B yang mempunyai tegangan keluaran sama besar dengan tegangan masukannya. Blok umpan balik digunakan untuk memberikan bati tegangan sistem (Nugroho, 2014).

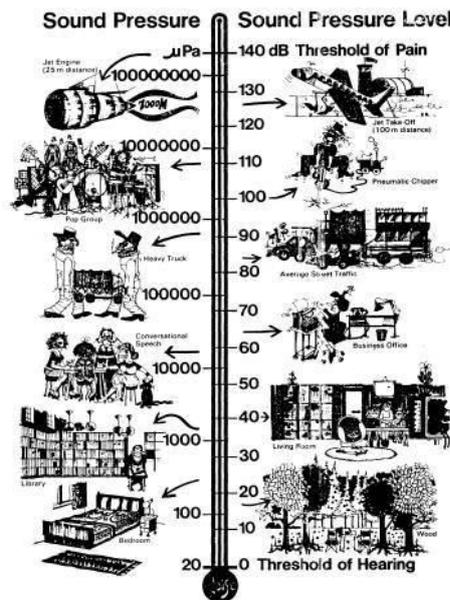
c. Sound Pressure Level (SPL)

SPL (*Sound Pressure Level*) / tingkat tekanan suara adalah satuan yang memberikan gambaran besar tekanan suara yang di keluarkan oleh sebuah sumber bunyi yang di sebutkan dalam satuan dB (baca: decibel). Semakin besar nilai SPL berarti semakin besar / tinggi sumber bunyi tersebut mengeluarkan suara. Pengukuran SPL dalam sebuah speaker sebagai sumber bunyi disebutkan dalam 1 meter dengan daya 1 watt. Misal : speaker mempunyai SPL 90 db --> artinya speaker tersebut mempunyai kekuatan suara / SPL sebesar 90 dB yang diukur dalam jarak 1 meter dan dengan daya pengukuran 1 watt. SPL merupakan gambaran suatu besaran audio yang dinyatakan dalam dB dan umumnya merujuk pada kekuatan output audio dari suatu sistem penguat (Amplifier / Power) artinya seberapa besar kekuatan output audio dapat dihasilkan pada frekuensi berapa signal terbesar yang diukur. Gambar 11 adalah contoh output suatu besaran audio pada frekuensi beberapa sinyal (ANSI, 2005).



Gambar 11. Gambaran suatu besaran audio (ANSI, 2015)

Setiap sumber suara akan menghasilkan intensitas suara yang berbeda-beda. Ilustrasi (pada gambar 12) berikut dimaksudkan untuk memberikan gambaran, seberapa besar energi suara yang datang ke telinga kita apabila kita berada di dekat dan terpapar suara yang dihasilkan sumber. Penting untuk diketahui, supaya kita hati-hati dalam menjaga telinga yang dititipkan kepada kita, serta tentunya terhadap telinga orang lain (apabila kita membunyikan suatu sumber suara). Tingkat tekanan suara (*Sound Pressure Level*) menunjukkan seberapa besar perubahan tekanan yang dialami oleh medium (pada umumnya udara) dari kondisi setimbangnya. Misalnya jika kita memberikan perubahan sebesar 20 mikro Pascal, maka telinga akan mempersepsinya sebagai suara dengan level 0 dB, sedangkan bila perubahannya sebesar 100 juta mikro Pascal, akan dipersepsi sebagai suara dengan level 140 dB (Sarwono,2008).



Gambar 12. Jarak *Sound Pressure Level* (Sarwono, 2008)

d. Suhu

Suhu adalah derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu dengan menggunakan termometer. Satuan suhu yang biasa digunakan adalah derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$). Sedangkan di Inggris dan beberapa Negara lainnya dinyatakan dalam derajat Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) (Kartasapoetra, 2004).

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F}-32) \quad (22)$$

$$^{\circ}\text{F} = 9/5 (^{\circ}\text{C}+32) \quad (23)$$

Suhu juga bisa diartikan sebagai suatu sifat fisika dari suatu benda yang menggambarkan Energy kinetic rata-rata dari pergerakan molekul-molekul. Pada gas seperti udara, hubungan antara energy kinetik dengan suhu dapat dijabarkan pada persamaan 24.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2} NkT \quad (24)$$

E_k : energy kinetik rata-rata dari molekul gas

m : massa sebuah molekul

v^2 : kecepatan kuadrat rata-rata dari gerakan molekul

N : jumlah molekul per satuan volume

k : tetapan Boltzman

T : suhu mutlak (K).

Di atmosfer dijumpai bahwa peningkatan panas laten akibat penguapan tidak menyebabkan kenaikan suhu udara, tetapi penguapan justru menurunkan suhu udara karena proporsi panas teresa (yang menyebabkan kenaikan suhu udara) menjadi berkurang (Handoko, 2003).

d.1 Suhu Udara

Suhu udara dipermukaan bumi adalah *relative*, tergantung pada faktor-faktor yang mempengaruhinya seperti misalnya lamanya penyinaran matahari. Hal itu dapat berdampak langsung akan adanya perubahan suhu di udara. Suhu udara bervariasi menurut tempat dan dari waktu ke waktu di permukaan bumi. Menurut tempat suhu udara bervariasi secara vertical dan horizontal dan menurut waktu dari jam ke jam dalam sehari, dan menurut bulanan dalam setahun.

Beberapa unsur yang mempengaruhi suhu secara horizontal di permukaan bumi antara lain :

1. Letak lintang suatu tempat

Suhu udara di atmosfer bervariasi menurut letak ketinggian tempat. Hingga ketinggian tertentu. Suhu udara dapat menurun, tetapi menurut ketinggian yang lainnya meningkat. Pada lapisan Troposfer (lapisan bawah atmosfer) suhu udara menurun menurut letak ketinggian tempat hingga ketinggian 10 km dengan gradein penurunan suhu $5,0^{\circ}\text{C} - 6,5^{\circ}\text{C}$ per 1000 m diatas permukaan laut.

Menurunnya suhu menurut letak ketinggian tempat ini dimungkinkan karena beberapa hal antara lain :

- a. Pengaruh keadaan suhu dekat permukaan bumi.
- b. Pengaruh lautan
- c. Pengaruh kerapatan udara
- d. Pengaruh angin secara tidak langsung
- e. Pengaruh panas laten
- f. Penutup tanah
- g. Tipe tanah
- h. Pengaruh sudut datang sinar matahari.

2. Pengaruh arus laut

3. Distribusi antara daratan dan lautan

Penyebaran suhu udara menurut waktu dapat dikaji dalam dua pola :

1. Pola suhu diurnal (suhu udara setiap jam selama 24 jam)
2. Pola suhu udara rata-rata harian menurut bulanan dan tahunan (Handoko,2003).

e. Kelembaban Udara

Kelembaban udara adalah banyaknya kandungan uap air di atmosfer. Udara atmosfer adalah campuran dari udara kering dan uap air. Kelembaban udara merupakan tingkat kebasahan udara karena dalam udara air selalu terkandung dalam bentuk uap air. Uap air adalah suatu gas, yang tidak dapat di lihat, yang merupakan salah satu bagian dari atmosfer. Kabut dan awan adalah titik air atau butir-butir air yang melayang-layang di udara. Kabut melayang layang dekat permukaan tanah, kalau awan melayang- layang di angkasa. Banyaknya uap air

yang dikandung oleh hawa tergantung pada temperatur. Makin tinggi temperatur makin banyak uap air yang dapat dikandung oleh hawa (Hardjodinomo, 1975).

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air. Kelembaban mutlak adalah kandungan uap air (dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya) per satuan volum. Kelembaban nisbi membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air. Kapasitas udara untuk menampung uap air tersebut (pada keadaan jenuh) ditentukan oleh suhu udara. Sedangkan defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual. Masing-masing pernyataan kelembaban udara tersebut mempunyai arti dan fungsi tertentu dikaitkan dengan masalah yang dibahas (Handoko, 1994).

Semua uap air yang ada di dalam udara berasal dari penguapan. Penguapan adalah perubahan air dari keadaan cair ke keadaan gas. Pada proses penguapan diperlukan atau dipakai panas, sedangkan pada pengembunan dilepaskan panas. Seperti diketahui, penguapan tidak hanya terjadi pada permukaan air yang terbuka saja, tetapi dapat juga terjadi langsung dari tanah dan lebih-lebih dari tumbuh-tumbuhan. Penguapan dari tiga tempat itu disebut dengan Evaporasi (Karim, 1985).

Kelembaban udara ditentukan oleh banyaknya uap air dalam udara. Kalau tekanan uap air dalam udara mencapai maksimum, maka mulailah terjadi pengembunan. Temperature dimana terjadi pengembunan disebut titik embun. Kelembaban

mutlak adalah massa uap air dalam udara per satuan volume. Sedangkan kelembaban relative adalah perbandingan antara massa uap air per satuan volume dalam udara dengan massa uap air per satuan volume itu kalau tekananya sama dengan tekanan maksimum uap air pada temperatur udara, atau ditulis sebagai

$$\text{Kelembaban relative} = \frac{\text{Massa uap air per satuan volume dalam udara}}{\text{Massa uap air per satuan volume pada tekanan maksimum pada temperatur udara}}$$

Untuk menentukan tekanan uap air dalam udara, digunakan perumusan (Humpreys, 1940).

Seperti gas-gas lainnya, uap air juga mempunyai tekanan, yang makin lebih besar apabila temperatur naik. Tekanan tersebut dinamakan tekanan uap. Tekanan uap adalah tekanan yang diberikan atau ditimbulkan oleh uap air sebagai bagian dari udara pada temperatur yang tertentu. Tekanan uap itu adalah juga bagian dari tekanan udara semuanya dapat diukur dengan milimeter air raksa atau milibar. Jika udara pada suatu temperatur sudah kenyang (jenuh) maka tekanan uap pada temperatur tersebut mencapai maksimum. Angka maksimum tersebut disebut tekanan uap maksimum (Zailani, 1986).

Proses perubahan air menjadi uap air di sebut penguapan (vaporisasi atau evaporasi). Molekul-molekul air yang mempunyai energi kinetik yang cukup untuk mengatasi gaya-gaya tarik yang cenderung untuk menahannya dalam badan air diproyeksikkan melalui permukaan air. Oleh karena energi kinetik bertambah dan tegangan permukaan berkurang ketika temperatur naik, maka laju penguapan naik menurut temperatur. Hampir semua uap di atmosfer adalah hasil penguapan dari permukaan air (Linsley, 1989).

Beberapa prinsip yang umum digunakan dalam pengukuran kelembaban udara yaitu metode pertambahan panjang dan berat, pada benda-benda higroskopis, serta

metode termodinamika. Alat pengukur kelembaban udara secara umum disebut hygrometer sedangkan yang menggunakan metode termodinamika disebut psikrometer (Kartasapoetra, 1990).

Macam-macam kelembaban udara sebagai berikut :

- a. Kelembaban relatif atau nisbi yaitu perbandingan jumlah uap air di udara dengan yang terkandung di udara pada suhu yang sama.
- b. Kelembaban absolut atau mutlak yaitu banyaknya uap air dalam gram pada 1 m^3 (Lakitan, 2002).

f. Higrometer dan Termometer

f. 1 Higrometer

Pengukuran kelembaban adalah penggunaan alat yang disebut hygrometer pada abad kelima belas pertengahan oleh Jerman. Pada tahun 1450, seorang filsuf Kardinal Jerman, dan administrator, Nicolas Cryfts (1401-1464) dijelaskan hygrometer pertama dengan berikut: "jika seseorang harus menggantung banyak wol, terikat pada salah satu ujung sepasang besar skala, dan harus menyeimbangkan dengan batu-batu di ujung lain di tempat dimana udara sejuk, itu bisa ditemukan bahwa berat wol akan meningkatkan ketika udara menjadi lebih lembab dan mengurangi ketika udara cenderung kekeringan ". Pada tahun 1481, artis Italia, ilmuwan, dan penemu Leonardo Da Vinci (tahun 1452-1519) menarik hygrometer Nicolas Cryft dalam nya codex atlanticus, menggunakan spons bukan wol. Tujuan dari hygrometer, menurut Da Vinci, adalah untuk mengetahui kualitas dan ketebalan udara, dan ketika itu akan hujan. Ini dikenal sebagai hygrometer mentah.

Pada 1614, Santorio Santorre, Brasil, mengembangkan hygrometer yang diukur uap oleh kontraksi dan mulur tali atau kecapi string. Kemudian, hygrometers terbuat dari kayu, rumput laut, pasangan, rambut, nilon, jenggot dan asetat. Jenis paling dikenal hygrometer adalah "kering dan basah bohlam Psychrometer", terbaik digambarkan sebagai dua termometer Merkurius, satu dengan salah satu dasar, yang dibasahi dengan basis kering. Air dari dasar basah menguap dan menyerap panas menyebabkan termometer membaca untuk menjatuhkan. Menggunakan tabel perhitungan, pembacaan dari termometer kering dan basah termometer yang digunakan untuk menentukan kelembaban relatif. (Adeleke et al. 2004).

Satu versi awal hygrometer basah dan kering dibuat oleh John Frederic Daniell, ilmuwan Inggris, pada tahun 1820. Kemajuan teknologi dalam industri semi-konduktor yang mengarah ke penemuan jenis sensor elektronik kelembaban; (otak di belakang hygrometers elektronik) yang mencakup kapasitif, resistif dan termal konduktivitas kelembaban sensor, masing-masing. (Sakai et al, 2000). mereka telah hampir menggantikan rekan-rekan mereka mekanis karena tingkat tinggi akurasi, waktu respon lebih cepat, lebih rendah tingkat histeresis dan biaya lebih rendah. Kelembaban mempengaruhi termal, listrik, optik dan sifat transportasi gas. Ini juga mempengaruhi berbagai macam proses fisik, kimia dan biologi. Kelembaban berlaku dapat menentukan apakah zat menimbulkan korosi atau dapat menyebabkan perubahan dimensi bahan (Sonntag 1994).

f.2 Thermometer

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur perubahan temperatur suatu benda. Istilah termometer berasal dari bahasa latin *thermo* yang berarti rahang dan *meter* yang berarti untuk mengukur. Termometer pertama sekali digagaskan oleh Galileo dengan menggunakan pemuaian gas. Tetapi termometer yang pertama sekali dikenal adalah termometer yang dibuat oleh Academi Del Cimento (1657-1667) di Florence. Termometer yang dikenal ini terdiri dari tabung kaca dengan ruang ditengahnya yang diisi air raksa atau alkohol yang diberi merah.

Agar termometer bisa digunakan untuk mengukur suhu maka perlu ditetapkan skala suhu. Terdapat dua skala suhu yang sering digunakan, antara lain skala celcius dan skala Fahrenheit. Skala yang paling banyak digunakan saat ini adalah skala celcius. Skala fahrenheit paling banyak digunakan di Amerika Serikat, skala suhu yang cukup penting dalam bidang sains adalah skala mutlak atau kelvin. (Halliday, 1991).

Hygro-Thermometer Digital HTC-1

➤ Fitur – fitur

Beberapa fitur dasar yang dimiliki oleh alat ini adalah:

- Kualitas tinggi
- Menampilkan Suhu, Kelembaban dan Waktu secara bersamaan
- Layar LCD besar memungkinkan untuk membaca mudah
- 12 atau 24 sistem tampilan jam
- °C / °F Unit dipilih

- Jam dan fungsi jam alarm
- Tinggi stabilitas dan akurasi
- Jam dan Kalender fungsi (tahun, bulan & tanggal)
- Nyaman dinding mount dan desktop yang desain
- Konsumsi daya yang rendah
- Sesuai dengan CE Sertifikasi Standar

➤ **Spesifikasi**

Beberapa spesifikasi dasar yang dimiliki alat *Hygro-Thermometer Digital HTC-1*

adalah :

- Suhu: Rentang: 0 ~ 50 ° C (32 ~ 122 ° F)
- Akurasi: ± 1 ° C (1,8 ° F)
- Resolusi: 0.1 ° C / ° F
- Kelembaban:
- Rentang: 30 ~ 90% RH
- Akurasi: ± 5 % RH
- Resolusi: 1% RH
- Ukuran LCD: 80mmx60mm
- Dengan Jam & fungsi ALARM
- ° C / ° F seleksi
- Dengan fungsi KALENDER dengan menekan tombol ADJ
- Rekaman Max / Min suhu & nilai Kelembaban otomatis
- Dengan kembali berdiri & lubang menggantung
- Dimensi: 100 x 118 x 20mm
- Power supply: 1x1.5V (baterai AAA)

g. Sound Level Meter (SLM)

Sound Level Meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kebisingan antara 30-130 dB dan dari frekuensi 20-20.000 Hz (tergantung tipe). *Sound Level Meter* terdiri mikrofon, amplifier, dan sirkuit *attenuator* dan beberapa alat lain. *Sound level meter* dilengkapi dengan tombol pengaturan skala pembobotan seperti A, B, C dan D. Skala A, contohnya adalah rentang skala pembobotan yang melingkupi frekuensi suara rendah dan frekuensi suara tinggi yang masih dapat diterima oleh telinga manusia normal. Sementara itu skala B,C, dan D digunakan untuk keperluan-keperluan khusus, misalnya pengukuran kebisingan yang dihasilkan oleh pesawat terbang bermesin jet (Tambunan, 2005).

Sound Level Meter (SLM) merupakan alat yang digunakan untuk mengukur tingkat berapa frekuensi/berat suara yang akan ditampilkan pada dB-SPL. 0,0 dB-SPL adalah ambang pendengaran, dan sama dengan 20uPa (micropascal). Semua SLM memiliki fitur pengukuran kondensor mikrofon omnidirectional, *preamp mic*, jaringan pembobotan frekuensi, rangkaian detektor RMS, layar pengukuran, AC dan DC output yang digunakan untuk merekam. Banyak SLM memiliki set yang sama dari pengaturan pengguna, termasuk pemilihan jangkauan SPL, filter pembobotan A dan C, respon detektor lambat dan cepat, dan minimum atau maksimum SPL.

Kisaran SPL tergantung pada keseimbangan antara mengurangi *the preamp noise level* dan mengukur berbagai tingkat tekanan suara. Sebagian besar ukuran SLM secara umum tersedia dari sekitar 30-130 dB-SPL dan lakukan dalam rentang 3-4.

SLM yang lebih terdepan dan mahal memiliki fitur mikrofon yang dapat dilepas, *1-octave and/or 1/3-octave filter sets*, filter bobot tambahan termasuk B, D dan datar atau Linear (tanpa filter), opsi tambahan respon detektor (Impulse and Peak) dan data logging atau penyimpanan (baik *on-board*, sebagai file komputer atau keduanya).

Hampir semua SLM dirancang dan ditetapkan untuk melakukan salah satu dari empat tingkat standar internasional akurasi. Toleransi berada pada 1 kHz, frekuensi kalibrasi standar untuk pengukuran SPL. Dalam rangka untuk menjamin kerataan SLM ada toleransi tambahan yang ditentukan untuk berbagai frekuensi dan mikrofon juga. SLM Kelas-0 bekerja untuk mengkalibrasi SLMs lain dan dapat digunakan untuk pengukuran kebisingan presisi yang sangat tinggi di ruang kontrol dan/atau untuk penelitian akademis.

SLM Kelas-1 dan Kelas-2 yang paling banyak digunakan oleh *acousticians*, profesional sound system, desainer industri / produsen dan peneliti di akademisi dan pemerintah. Pengukuran yang dilakukan dengan tingkat akurasi ini umumnya diterima sebagai bukti dalam penyelesaian sengketa hukum. Sedangkan SLM Kelas-3 dibatasi untuk *noise survey meters* dan *dosimeter* (Archives,2014).

Sound Level Meter Lutron SL-4011

➤ Fitur-fitur

Beberapa fitur dasar yang dimiliki oleh alat ini adalah :

- i. LCD yang besar mempermudah untuk pembacaan.
- ii. Jaringan pembobotan frekuensi dirancang untuk memenuhi standar IEC 61672 tipe 2.

- iii. Mode pembobotan waktu dinamis karakteristik (cepat/lambat).
- iv. AC/DC keluaran untuk fungsi masukan perangkat lain.
- v. Dibangun dengan adj. (adjust) VR yang memungkinkan proses kalibrasi dengan mudah
- vi. Menggunakan microphone kondensor untuk akurasi yang tinggi dan stabilitas jangka panjang.
- vii. Fungsi penahan maksimum untuk menyimpan nilai maksimum pengukuran.
- viii. Indikator peringat ketika kelebihan dan kekurangan masukan.
- ix. LCD menggunakan konsumsi daya rendah dan memiliki tampilan cerah dalam kondisi cahaya terang ambient (rata-rata).
- x. Dapat digunakan tahan lama, umur komponen lama dan berat ringan dengan menggunakan *casing* plastik ABS.
- xi. Peringat baterai lemah.

➤ Spesifikasi

Beberapa spesifikasi dasar yang dimiliki alat *sound level meter lutron SL- 4011* terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi dasar *sound level meter lutron SL-4011*

Layar	18 mm(0,7") LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>). 3 ¹ / ₂ <i>digits</i>
Fungsi	dB (A & C pemilih frekuensi), pemilih waktu (cepat/lambat) penahan maksimum, AC & DC keluaran
Range Pengukuran	3 range, 30 – 130 dB, masukan hanya berupa sinyal
Resolusi	0,1 dB
Akurasi	Pemilih frekuensi memenuhi IEC 61672 tipe 2, kalibrasi sinyal masukan pada 94 dB(31,5 Hz – 8 kHz) dan akurasi untuk pemilih A mengikuti spesifikasi 31,5 Hz - ± 3 dB, 63 Hz - ±2 dB, 125 Hz - ± 1,5 dB,

	250 Hz - $\pm 1,5$ dB, 500 Hz - $\pm 1,5$ dB, 1 kHz - $\pm 1,5$ dB, 2 kHz - ± 2 dB, 4 kHz - ± 3 dB, 8 kHz - ± 5 dB.
Frekuensi kalibrasi	31,5 Hz – 8000 Hz B & K (Bruel & Kjaer), multi fungsi kalibrator model 4226
Mikropone	Microphone kondensator elektrik
Ukuran mikrophone	$1/2$ inch ukuran standar
Range Penyeleksi	30 – 80 dB, 50 – 100 dB, 80 – 130 dB, 50 dB pada setiap langkah dengan lebih & di bawah range indikasi
Pemilih waktu	Cepat $t=200$ ms, lambat $t=500$ ms Range cepat disimulasikan untuk daya respon pemilih waktu pendengaran manusia. Range lambat sangat mudah digunakan untuk mendapatkan nilai rata-rata dari <i>vibration sound level</i> .
Kalibrasi	Dibangun dengan kalibrasi luar VR, mudah untuk dikalibrasi dengan obeng.
Sinyal keluaran	Keluaran AC – AC 0,5 Vrms berkorepondensi dengan step pendengaran Keluaran DC – DC 0,3 – 1,3 VDC, 10 mV per dB, Impedansi keluaran – 600 ohm.
Terminal keluaran	3,5 terminal keluaran phone yang disediakan untuk koneksi dengan analyzer, perekam level, dan <i>tape recorder</i>
Temperatur operasi	0°C hingga 32°C (32°F hingga 122°F)
Kelembaban operasi	Kurang dari 80 % RH
Power Supply	Battery 006P DC 9 V (<i>heavy duty type</i>)
Konsumsi daya	Appox. DC 6 mA
Ukuran	255 x 70 x 28 mm (10,0 x 2,8 x 1,1 inch)
Aksesoris standar	Instruksi manual 1 buah

h. Software Signal Generator

Software signal generator ini diaplikasikan pada Windows 32-bit dan dapat menghasilkan banyak uji sinyal. Software ini selain fokus diutamakan untuk sistem audio, tetapi dapat juga digunakan untuk berbagai sistem lainnya seperti sistem kontrol. Kebanyakan dari semua parameter disesuaikan secara *real-time*. Setiap pergeseran dari sliders langsung dimodifikasi ke sinyal *ouput* . Signal generator didasarkan pada DirectX, Dan diizinkan untuk menghubungkan lebih dari dua

output (multi channel diatas 64 channel) dan untuk mencampur output dari kelipatan generator tersebut.

- Gelombang : sinusoida, persegi, segitiga dan noise
- Maximum Lenght Sequence (MLS)
- Frekuensi menyesuaikan, *phase*, level, MLS *lenght*
- Volume dapat disesuaikan dengan variable atau pada langkah tetap
- Disesuaikan sengan semua parameter di *real-time*
- Berbasiskan DirectX
- Support pada berbagai soundcard
- Tidak membutuhkan instalasi

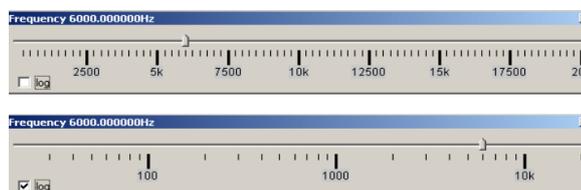
Kesesuaian Frekuensi

Untuk gelombang sinus, segitiga, persegi (kotak) dapat mengatur frekuensi dengan cara yang berbeda. Pada frekuensi slider langsung berubah frekuensi. nilai aktual ditampilkan pada kotak edit (pada kotak dialog). Setiap memindahkan slider dengan mouse segera berubah frekuensi output. fitur ini berbeda dengan program lainnya. Kebanyakan pembangkit sinyal lain menghitung beberapa saat sampai perubahan frekuensi berlaku. Tetapi pada program ini dapat beralih antara kasar dan halus. Jika memilih baik slider frekuensi berpusat dan batas frekuensi atas dan bawah ditetapkan untuk +/- 10% dari nilai saat ini. Frekuensi saat ini ditampilkan dalam bentuk angka. Di kotak edit (pada kotak dialog) ini dapat memasukkan frekuensi secara manual dengan keyboard. Dan juga dapat memasukkan batas atas dan bawah untuk slider frekuensi.

Pada versi PRO ada beberapa alat tambahan yaitu :

- *Resizable frequency slider*

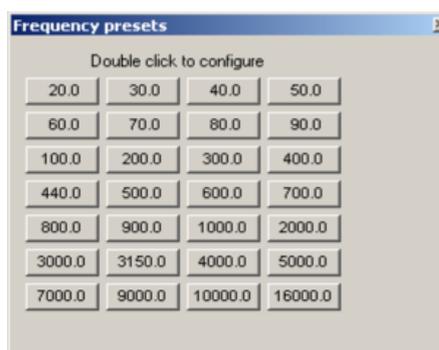
Untuk memasukan nilai frekuensi pada signalgenerator versi PRO dapat menggunakan *resizable frekuensi slider*, nilai frekuensinya dapat diubah hanya dengan menggeser slider menggunakan mouse pada PC. Dapat dibuka dengan membuka menu view -> Frequency slider , sehingga akan terlihat pada (Gambar 13).



Gambar 13. *Resizable Frekuensi Slider* (Jordan, 2006)

- *Configurable presets*

Pada signal generator versi PRO penentuan frekuensi juga dapat menggunakan *configurable pretest* dengan mengklik pilihan frekuensi yang diinginkan seperti pada (Gambar 14) (Jordan, 2006).



Gambar 14. *Configurable Pretest* (Jordan, 2006)