

## BAB II

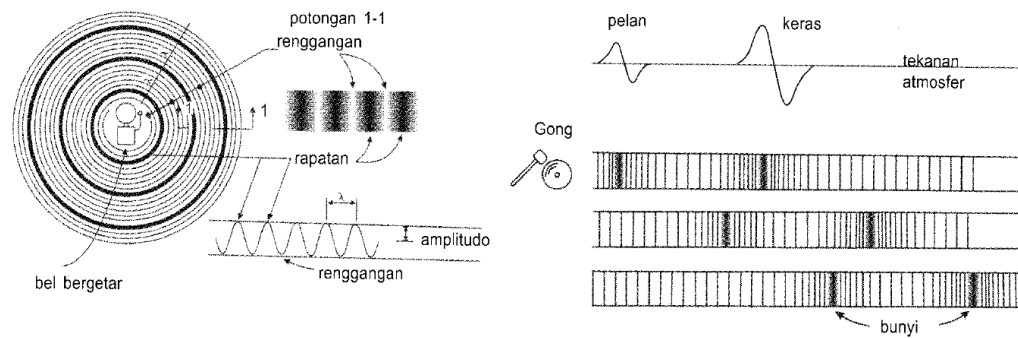
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Teori

##### 2.1.1 Suara

Suara merupakan getaran yang dirasakan oleh indra pendengaran yang dihasilkan oleh fluktuasi tekanan udara. Fluktuasi ini biasanya disebabkan oleh objek yang bergetar yang akan menghasilkan gerakan gelombang di udara. Sifat dari gelombang ini sangatlah elastis, dikarenakan pergerakan molekul yang sangat kecil sehingga memiliki elastisitas yang tinggi namun cukup kuat untuk saling mengikat sehingga tidak terpecah dan menghasilkan gelombang yang dapat bergerak jauh. Fenomena ini menyebar ke berbagai median melalui fenomena yang disebut inersia, melalui inersia atau penerusan suatu energi dari satu median ke median lainnya dalam suara dapat merambat kepada seluruh partikel yang ada disekitar bunyi suara dan akan selalu diteruskan ke partikel lainnya. Namun fenomena ini dapat dianalogikan seperti permukaan air kolam yang diganggu melalui sebuah pertukaran energi. Air pada permukaan kolam akan mengantakan gelombang ke segala arah secara konstan dan akan terganggu jika ada median lainnya yang akan memantulkan gelombang tersebut. Gelombang yang berbenturan dan terpantul akan kehilangan sebagian energinya, namun fenomena ini hanya menggerakkan partikel disekitarnya tanpa menambahkan ataupun mengurangi jumlah partikel dan zat disekitarnya hal ini juga disebut dengan propagasi (Ginn, 1978).

Suara juga bisa ditimbulkan oleh hal selain fluktuasi tekanan pada udara, suara juga bisa berjalan dan merambat pada elemen lain seperti benda padat dan cair, hal ini disebabkan oleh vibrasi atau getaran yang merambat dari asal bunyi suara dan diteruskan oleh benda yang bersentuhan dengan sumber suara. Seperti contoh, mangkuk bakso berbunyi saat diketuk menggunakan sumpit, fenomena ini terjadi dikarenakan terjadinya kelanjutan akan energi yang dihasilkan dari benturan satu benda ke benda lainnya. Kemudian gelombang vibrasi tersebut berjalan menjalar berlanjut ke benda dan elemen yang ada disekitarnya dan akan berhenti sampai energi vibrasi tersebut habis. Suara yang kita dengar dari fenomena ini sampai ke telinga kita dikarenakan energi vibrasi yang dihasilkan dari benturan dua median padat tersebut berlanjut ke median tidak solid yang merupakan udara (Mediastika, 2005).



Gambar 2 Cara Suara dan Getaran Berjalan (Mediastika, 2005)

### 2.1.2 Frekuensi Suara

Suara mempunyai kekerasan yang diasosiasikan dengan frekuensi, jika kita mendeskripsikan suara hanya dari level kekerasannya kita seperti menjelaskan kualitas cuaca tanpa menyebutkan apakah cuaca itu cerah atau mendung. Sama seperti cuaca, jika suara terdengar tinggi (*treble*) maka suara tersebut mempunyai banyak gelombang yang berjalan (*frequent*) yang artinya memiliki frekuensi tinggi dan sebaliknya jika suara tersebut terdengar lebih dominan di bass, maka artinya gelombang suara yang berjalan lebih lambat dan sedikit jaraknya antar gelombang, maka suara tersebut memiliki frekuensi yang rendah (Ermann, 2015). Frekuensi adalah suara yang berpantul dan berjalan secara stabil dengan interval tertentu yang menimbulkan *pitch* atau nada tergantung oleh seberapa cepat gelombang suara tersebut berjalan. Siklus frekuensi dihitung menggunakan satuan Hertz atau (Hz). Interval dihitungnya frekuensi tersebut dihitung dalam 60 detik. Sebagai contoh, semisal gelombang suara mempunyai beat 72 kali per menit, artinya banyaknya gelombang (72) dibagi oleh Waktu (60 Detik) = waktu (T) = 1.2 *beat* per detik (Long, 2006).

Hitungan ini mempunyai rumus sebagai berikut =

$$f = \frac{1}{T}$$

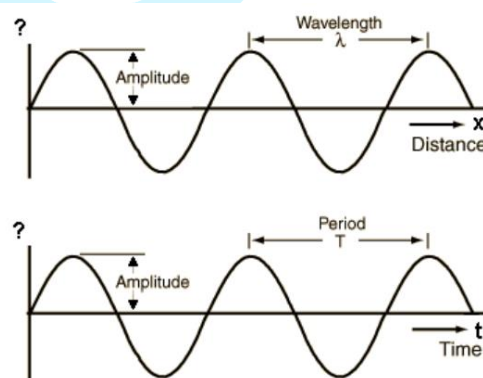
Gambar 3 Rumus Frekuensi Suara (Long, 2006)

Berdasarkan buku *Architectural Acoustics Illustrated* oleh Michael Ermann, manusia pada umumnya bisa mendengar suara dari rentang frekuensi 20 Hz sampai dengan 20KHz (20.000Hz). Suara yang lebih rendah daripada 20Hz akan terdengar oleh manusia

sebagai dentungan *beat* yang berbeda dan bukan sebagai suatu nada. Suara diatas 20KHz bagi manusia sama sekali tidak terdengar, namun beberapa jenis hewan seperti anjing, kelelawar, tikus, kucing, hingga serangga dapat mendengar frekuensi yang jauh lebih tinggi dari 20KHz. Manusia pada umumnya juga melakukan percakapan dari rentang frekuensi 125Hz – 1000Hz dan mengeluarkan nada musikal dari 125Hz sampai 4000Hz. Energi yang hanya dijadikan satu nada frekuensi secara stagnan dapat berpengaruh pada perasaan manusia, frekuensi dalam satu nada ini bisa juga disebut dengan “*pure tone*”. Frekuensi satu nada ini memiliki efek pada pendengarnya terutama manusia, jika manusia mendengar frekuensi hanya dalam satu nada dengan rentan waktu yang tidak singkat maka manusia akan merasa terganggu dengan nada tersebut. Contoh dari fenomena ini adalah bagaimana kita mendengar bunyi “bip, bip, bip” dari sebuah truk yang ingin mundur, bunyi yang stagnan ini jika didengarkan untuk waktu yang lama bisa membuat perasaan tidak enak dan terngiang untuk beberapa saat di telinga. Namun not yang dihasilkan oleh instrumen musik bisa terdengar merdu di telinga manusia dikarenakan sebuah instrumen musik memainkan banyak nada dari banyak jangkauan frekuensi, hal ini disebut nada harmonik atau kumpulan nada yang secara natural enak didengar oleh manusia.

### 2.1.3 Panjang Gelombang

Panjang gelombang suara berkaitan dengan frekuensi suara, namun perbedaan antara keduanya adalah dimana frekuensi itu menghitung berapa kali gelombang suara lewat dalam satu detik, sementara panjang gelombang diukur dari antar satu gelombang dan gelombang lainnya dalam titik tertinggi yang sejajar. Satuan yang digunakan untuk panjang gelombang ini merupakan lambda ( $\lambda$ ) (Long, 2006).



Gambar 4 Visualisasi Panjang Gelombang (Long, 2006)

#### 2.1.4 Desibel (dB)

Desibel merupakan satuan untuk mengukur kekerasan suara, pada umumnya seseorang dengan pendengaran yang normal dapat mendengar suara terkecil sebesar 0 dB. Ini dijadikan faktor standar dimana sebuah suara dapat didengar, namun seseorang dengan pendengaran yang sangat baik dapat mendengar suara sekecil 5 dB (Long, 2006). Namun faktor kekerasan suara ini tidak berjalan menggunakan kelipatan, dalam artian sebagai contoh jika ada lima orang menepuk tangannya maka suara yang dihasilkan merupakan 5 desibel, jika ada 100 orang menepuk tangan maka suara tersebut tidak berarti secara otomatis menjadi 100 desibel. Sifat dari kerasnya tekanan suara ini berhubungan dengan kemampuan pendengaran manusia jika persepsi manusia terhadap frekuensi ditentukan oleh seberapa banyak gelombang per detik yang dapat diterima oleh telinga manusia maka kekerasan suara merupakan seberapa besar tekanan yang dapat dirasakan oleh telinga manusia (Ermann, 2015). Sebagai contoh suara manusia bernafas memiliki tekanan suara yang sangat lemah antara 0 - 10dB, suara ini terdengar sangat samar untuk telinga manusia, sehingga jika kita tidak dengan sengaja mencari dan mendengarkan suara tersebut, kita akan menghiraukan suara bernafas tersebut. Selanjutnya suara percakapan manusia rata – rata berkisar dari 45 – 60dB, dalam kekerasan suara ini manusia dapat dengan jelas mendengar suara tersebut baik sengaja maupun tidak disengaja, ini adalah titik tengah dimana tekanan suara jelas namun nyaman didengar. Untuk contoh suara yang besar dan mulai terdengar bising pada telinga manusia adalah suara saat kita menonton film di bioskop. Suara di bioskop dapat mencapai level 100dB, suara ini merupakan batas atas dimana manusia mendengar suatu suara tanpa merasakan sakit pada telinga. Untuk contoh ekstrim level suara yang menyakitkan untuk manusia adalah suara mesin jet saat akan terbang. Suara mesin jet ini bisa mencapai level 140dB, level suara ini sudah menyakitkan untuk didengar oleh telinga manusia dari jarak jauh.

Rumus dari desibel ini dihitung dengan logaritme sebagaimana berikut =

$$\text{Level} = 10 \log \left[ \frac{\text{Number of interest}}{\text{Reference number}} \right]$$

Gambar 5 Rumus Desibel (Long, 2006)

#### 2.1.5 Waktu Reverberasi (*reverberation time*)

Reverberasi dihitung dari seberapa cepat dalam hitungan waktu sebuah suara mengalami penurunan level intensitas sebesar 60dB terhitung dari saat sumber suara

dimatikan. Sebagai contoh jika sebuah suara dengan intensitas 60dB membutuhkan waktu 1.5 detik untuk turun menjadi 0dB maka dari itu waktu panjang dari reverberasi tersebut adalah 1.5 detik, metode penghitungan waktu reverberasi yang terhitung dari 60dB ini bisa juga disebut dengan RT60 (Long, 2006). Pada umumnya suara latar belakang kebisingan pada sebuah ruangan konser seperti orkestra adalah 40dB dan level suara yang dihasilkan oleh sebuah konser orkestra biasanya sebesar 100dB, maka dari itu waktu reverberasi dihitung menggunakan acuan dimana biasanya level suara pada sebuah orchestra dimana di ukur berdasarkan turunnya level suara orkestra ke level suara latar belakang yang mempunyai penurunan sebesar 60dB (Ermann, 2015). Berdasarkan hal ini lah mengapa tingkat waktu reverberasi dihitung menggunakan RT60. Menurut Marshall Long (2005) pemetaan level waktu reverberasi atau bisa di singkat menjadi (RT) yang optimal untuk beberapa kegiatan dapat dijabarkan sebagai:

- RT < 1 Detik: Bagus untuk ruangan kelas belajar
- RT = 1 Detik: Artikulasi percakapan masih terdengar bagus, namun untuk musik belum membuat suara terdengar besar dan megah
- RT = 1,5 – 2,5 Detik: Bagus untuk musik, membuat suara musik terdengar megah dan besar namun masih bisa mendengar artikulasi percakapan
- RT = 3,5 Detik: Sangat bagus untuk musik yang megah seperti orkestra dan membuat musik terdengar mewah, namun kurang cocok untuk percakapan dikarenakan hilangnya artikulasi.
- RT = 8 – 11 Detik: Bagus untuk katedral tua dan tempat ibadah, lamanya RT ini juga membuat musik organ dan suara vokal tanpa kata lebih megah dan penuh. Namun sudah sangat tidak nyaman untuk percakapan dikarenakan artikulasi sudah sangat tidak terdengar dengan jelas.

Waktu reverberasi mempunyai rumus sebagai berikut =

$$RT = \frac{0,161 V}{A}$$

Gambar 6 Rumus RT60 Sabins (Ginn, 1978)

RT = Merupakan panjangnya waktu yang dibutuhkan untuk sebuah suara mengalami penurunan intensitas sebesar 60dB setelah sumber suara dimatikan.

V = Merupakan volume besaran ruangan dalam m<sup>3</sup>.

A = Merupakan total serapan akan suara dalam m<sup>2</sup> -sabins.

Rumus waktu reverberasi ini biasanya digunakan untuk memprediksi bagaimana hasil dari RT60 sebuah ruangan agar perancang dapat mengetahui waktu reverberasi yang cocok untuk guna ruangan tersebut.

### 2.1.6 Kecepatan Rambat Bunyi

Rambat bunyi adalah suatu elemen dimana kecepatan suatu gelombang suara menempuh jarak tertentu dalam median tertentu. Kecepatan rambat bunyi yang mempunyai notasi ( $v$ ) adalah jarak yang mampu ditempuh oleh gelombang bunyi pada arah tertentu dalam waktu satu detik. Kecepatan rambat bunyi ( $v$ ) memiliki satuan meter per detik. Maka, dengan kata lain kecepatan rambat bunyi ( $v$ ) adalah banyaknya getaran dalam setiap detik yang menunjukkan total panjang yang berpindah dalam satu detik (Mediastika, 2005).

Rumus dari perambatan gelombang ini bisa dituliskan sebagai berikut:

$$v = f \cdot \lambda$$

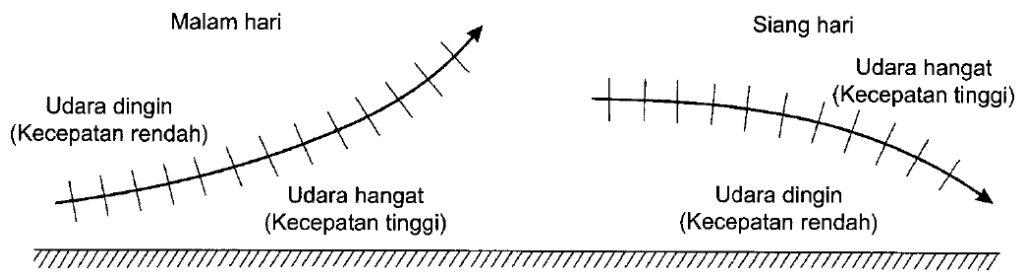
( $v$ ) = Kecepatan rambat (meter/detik)

F = Frekuensi (Hz)

( $\lambda$ ) = Panjang gelombang (meter)

Pada median yang homogen, getaran bunyi akan merambat ke segala arah dengan kecepatan rambat yang tetap, namun faktor yang menjadi penentu akan kecepatan bunyi ini sangat bergantung pada kepadatan partikel dan zat median yang dirambati. Namun, kecepatan ini bisa berubah tergantung oleh suhu temperatur, kadar kontaminasi zat seperti partikel air dalam median gas, dan juga pemuaihan dan penyusutan suatu benda yang akan membuat partikel dalam median tersebut lebih padat atau renggang (Mediastika, 2005).

Pada kehidupan sehari – hari, manusia pada umumnya lebih banyak mengalami fenomena rambatan bunyi melalui median udara. Sangat jarang kasus manusia berada didalam air hanya kecuali dalam waktu tertentu. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa kita mendengar suara yang merambat dalam median yang relatif konstan dengan kecepatan rambatan suara pada udara yaitu 340 meter/detik. Namun terdapat fluktuasi tergantung dengan kondisi temperatur pada median gas berupa udara ini, pada perubahan suhu yang cukup signifikan kecepatan dapat melambat atau berjalan lebih cepat daripada angka 340 meter/detik itu (Ermann, 2015).



Gambar 7 Grafik Perambatan Suara Relatif Terhadap Temperatur Udara (Mediastika, 2005)

Medium Perambatan	Kecepatan Rambat
Udara pada suhu $-20^{\circ}$ Celcius	• 319,3 meter/detik
Udara pada suhu $0^{\circ}$ Celcius	• 331,8 meter/detik
Udara pada suhu $10^{\circ}$ Celcius	• 337,4 meter/detik
Udara pada suhu $20^{\circ}$ Celcius	• 343,8 meter/detik
Udara pada suhu $30^{\circ}$ Celcius	• 349,6 meter/detik
Gas hydrogen	• 1284 meter/detik
Gas O <sub>2</sub>	• 316 meter/detik
Gas CO <sub>2</sub>	• 259 meter/detik
Air murni	• 1437 meter/detik
Air laut	• 1541 meter/detik
Baja	• 6100 meter/detik
Marmar	• 3810 meter/detik

Tabel 1 Kecepatan Rambat Suara Pada Median (Vigran, 2008)

### 2.1.7 Akustika dalam Ruangan

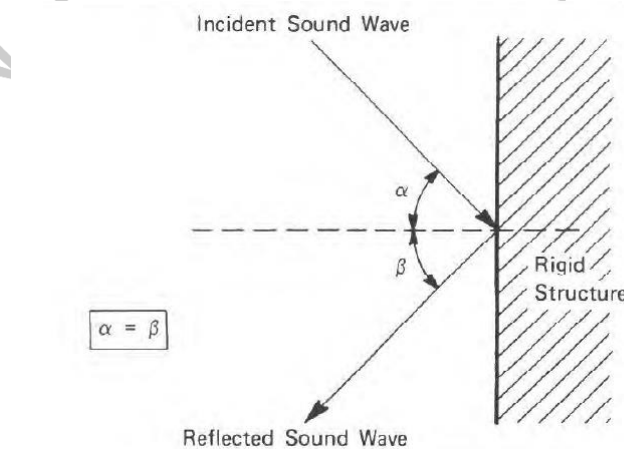
Akustika dalam ruangan merupakan sebuah fenomena dimana suara dari sumbernya mengalami propagasi berjalan merambat keseluruhan arah hingga akhirnya membentur suatu batasan yang ada dalam ruangan tersebut. Secara keseluruhan gelombang suara tersebut akan ada yang terpantulkan kembali kedalam ruangan dan sebagian juga akan ada yang terserap oleh berbagai macam bahan dan material yang ada didalam ruangan tersebut. Fenomena ini akan berulang secara terus menerus hingga energi dari gelombang suara tersebut melemah sampai pada akhirnya hilang (Ginn, 1978). Pantulan suara pada bentuk



permukaan juga berbeda tergantung dari sudut dimana suara tersebut mengenai permukaan suatu material tersebut, secara dasar ada tiga jenis permukaan dengan sudut dasar yang memiliki kecenderungan dalam memantulkan gelombang suara.

### 1. Permukaan datar

Pada jenis permukaan ini suara akan cenderung terpantul dengan pola mirroring dari arah datangnya suara tersebut. Sebagai contoh jika suara berangkat dari sumbernya dan berjalan pada sudut  $45^{\circ}$  maka setelah suara tersebut membentur permukaan rata dan halus yang berdiri dengan sudut  $90^{\circ}$  maka



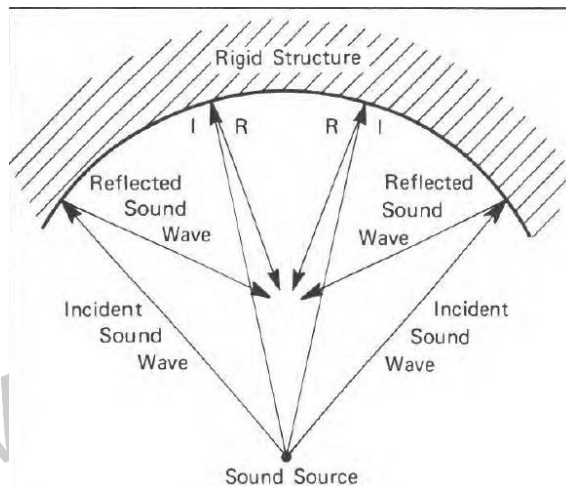
Gambar 8 Ilustrasi Pantulan Suara Pada Permukaan Datar (Ginn, 1978)

gelombang suara yang masih memiliki energi untuk meneruskan berjalan akan terpantul pada sudut  $135^{\circ}$

### 2. Permukaan cekung

Pada permukaan yang cekung suara yang berjalan dari sumbernya akan berbentur dengan permukaan dan mempunyai kecenderungan terpantul kembali ke arah sumber suara tersebut dengan asumsi permukaan material tersebut cenderung halus.

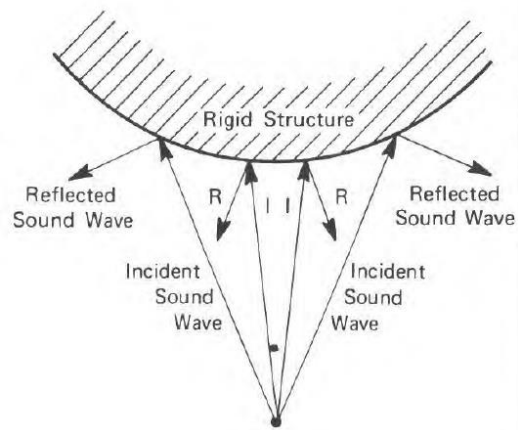




Gambar 9 Ilustrasi Pantulan Suara Pada Permukaan Cekung (Ginn, 1978)

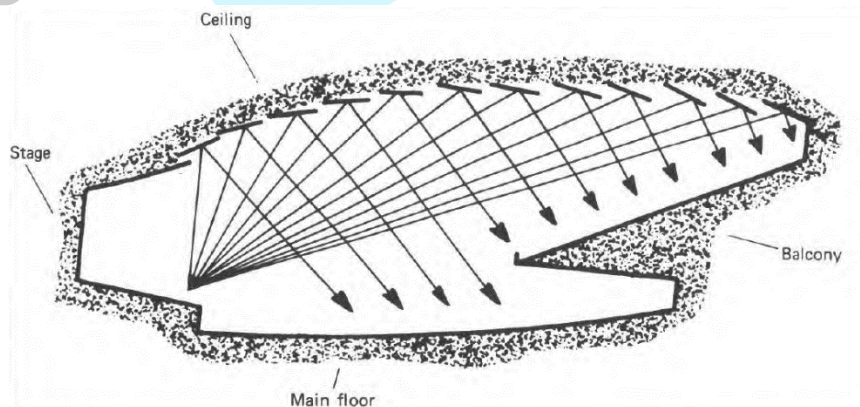
### 3. Permukaan cembung

Bertolak belakang dari suara yang berpantul pada permukaan cekung, permukaan cembung akan berpengaruh pada pantulan suara ke arah luar dengan pola memecah gelombang suara yang keluar dari asalnya. Fenomena ini juga bisa disebut sebagai dispersi suara, dimana suara akan terpantul dan terpecah dari sumber bunyi dan memiliki kemungkinan frekuensi tertentu terpecah dan berjalan lebih cepat atau lambat dari sumber bunyi yang utuh seperti prisma memecah spektrum cahaya. Fenomena pantulan suara ini juga dapat merubah persepsi pengguna dalam ruangan tersebut, dimana jika ruangan memiliki pantulan yang cepat maka suara dalam ruangan tersebut terdengar dekat dan juga intim. Sebaliknya jika ruangan memiliki pantulan yang lama maka suara akan terdengar jauh dan ruangan terkesan lebih besar atau megah, namun pantulan yang terlalu banyak dan memiliki waktu yang lama akan membuat pendengar sulit mengetahui asal bunyi. Hal ini juga disebabkan karena suara yang terpantul berkali-kali mengalami degradasi kualitas yang bisa disebabkan oleh bentuk permukaan ruangan tersebut.



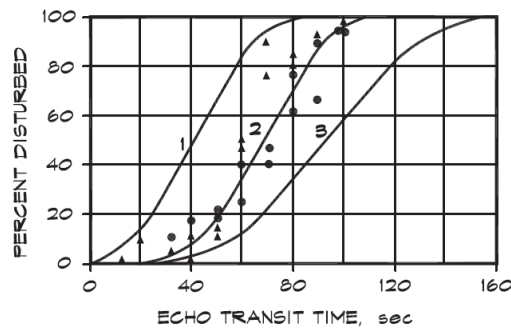
Gambar 10 Ilustrasi Pantulan Suara Pada Permukaan Cembung (Ginn, 1978)

Tentunya fenomena pantulan suara yang terjadi pada sebuah ruangan ini dapat dimanfaatkan untuk kepentingan menambah pengalaman akan kualitas akustika dalam ruangan berdasarkan fungsi ruang tersebut. Sebagai contoh dari karakteristik dasar ini telah dikembangkan pola untuk memaksimalkan pengalaman penonton konser atau orkestra, pada zaman sebelum adanya penguat suara teknik ini sangatlah penting agar semua penonton mendapatkan pengalaman yang menyenangkan dan maksimal. Ruang konser biasanya memiliki dua level tempat duduk untuk penonton, dengan level kedua berada dibelakang dan menutupi hanya sebagian dari level bawah, begitu juga dengan ruang konser yang memiliki lebih dari dua level. Untuk memastikan bahwa suara terpantul ke arah penonton, ruang konser memiliki langit – langit dengan sudut berbeda, hal ini dilakukan agar gelombang suara membentur permukaan dengan sudut tertentu tersebut dan terpantul ke arah penonton.



Gambar 11 Ilustrasi Pantulan Suara Ruang Konser (Ginn 1978)

Pantulan suara ini juga mempengaruhi persepsi penonton akan suara yang dihasilkan tersebut, pantulan suara atau yang bisa disebut *echo* ini dapat dirasakan atau di proses oleh pendengaran manusia dengan kecepatan 1/20 detik atau sebesar 50 *millisecond* (ms). Pada waktu pantulan tersebut manusia dapat memproses arah datangnya suara dan dapat membedakan mana suara yang datang langsung dan mana suara yang terpantul. Sebuah ruangan yang memantulkan suara dibawah 50ms ini bisa juga disebut sebagai *anechoic room* atau ruangan yang tidak memantulkan suara, dikarenakan telinga manusia tidak dapat memproses dan membedakan arah asli suara kecepatan pantulan tersebut (Mediastika, 2005). Sebaliknya pantulan suara yang memiliki waktu yang lama bisa membuat dampak ketidaknyamanan pada pendengar, Marshall Long memasukan grafik dari persentase ketidaknyamanan oleh pendengar berdasarkan grafik yang dibuat oleh Kuttruff pada tahun 1973.



Percentage of listeners disturbed by a delayed signal at the same level as the undelayed sound signal (speech). The abscissa is the delay time.

1. 7.4 syllables per second
2. 5.3 syllables per second
3. 3.5 syllables per second

Gambar 12 Grafik Ketidaknyamanan Pendengar Terhadap Lama Pantulan Suara (Long, 2005)

### 2.1.8 Kebisingan suara latar belakang

Kebisingan latar belakang atau bisa juga disebut dengan *nois*, merupakan sebuah suara yang dihasilkan dari lingkungan sekitar melalui banyak kegiatan seperti orang berjalan kaki, berbicara, suara kendaraan bermotor lewat, dan juga suara alami seperti petir dan angin. *Nois* ini bisa mengganggu kegiatan seseorang yang berada di dalam ruangan, dikarenakan gelombang suara *nois* bisa berbenturan dengan sumber suara yang mengalami propagasi terhadap elemen sekitarnya. Ini menimbulkan tidak jelasnya artikulasi dari sumber suara yang kemudian menyebabkan pendengar yang dituju merasa terganggu atau tidak bisa fokus terhadap suara yang dituju tersebut (Long, 2006). Suara kebisingan selain dapat mengganggu, namun juga dapat merusak pendengaran seseorang. Seseorang yang

terpapar tingkat kebisingan lebih dari 80dB dalam waktu yang lama bisa mengalami gangguan pendengaran sementara yang dapat membuat seseorang tersebut mengalami disorientasi. Paparan terhadap tingkat kebisingan di atas 100 dB dalam waktu yang lama juga bisa menyebabkan kerusakan indra pendengaran secara permanen, dan paparan terhadap suara diatas 120dB bisa menyebabkan kerusakan pada gendang telinga (Mediastika, 2005).

### 2.1.9 Serapan Bunyi

Suara dapat di serap oleh bahan – bahan disekitarnya. Sifat ini diukur menggunakan koefisien, Sabine mendefinisikan serapan suara ini sebagaimana banyaknya suara yang diserap oleh suatu bahan relatif terhadap bagaimana suara terserap oleh bidang terbuka seperti jendela yang dibuka. Koefisien ini di hitung dari angka 0 sampai dengan 1, dari hal ini sebuah rancangan waktu reverberasi ruang dapat di prediksi menggunakan kalkulasi dimana koefisien serapan bunyi sebuah material menjadi variabelnya (Ginn, 1978). Koefisien yang digunakan merupakan sebuah koefisien bahan – bahan bangunan yang umum dipakai, maka dari itu sudah terdapat pemetaan daripada koefisien bahan yang umum dipakai tersebut.

Berikut daftar koefisien dari bahan – bahan umum yang terdapat pada sebuah bangunan :

Material	Frequency, Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
Air, per cu. m.	nil	nil	nil	0,003	0,007	0,02
Acoustic paneling	0,15	0,3	0,75	0,85	0,75	0,4
Plaster	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05
Floor, concrete	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05
Floor, wood	0,15	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Floor, carpeted	0,1	0,15	0,25	0,3	0,3	0,3
Brickwall	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Curtains	0,05	0,12	0,15	0,27	0,37	0,50
Total absorption of one seated person	0,18	0,4	0,46	0,46	0,51	0,46

Gambar 13 Koefisien Serapan Suara Bahan - Bahan Umum (Ginn, 1978)

Serapan bunyi material juga berkaitan dengan dengan terusan suara yang tidak terserap secara penuh dan telah dibuatkan standar untuk menentukannya yang disebut dengan *Sound Transmission Class* atau bisa disingkat sebagai STC. STC diukur dengan cara mengambil nilai rata - rata serapan suara pada sebuah material pada frekuensi tertentu.

	Transmission loss (TL)						Sound transmission class
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
Normative stud wall	15	24	32	40	38	41	34
Double-stud wall with two layers gypsum wall board each side and glass fiber in the cavity	44	53	62	65	63	65	62

Gambar 14 Visualisasi Pengukuran STC Rating, Mrshall Long (2005).

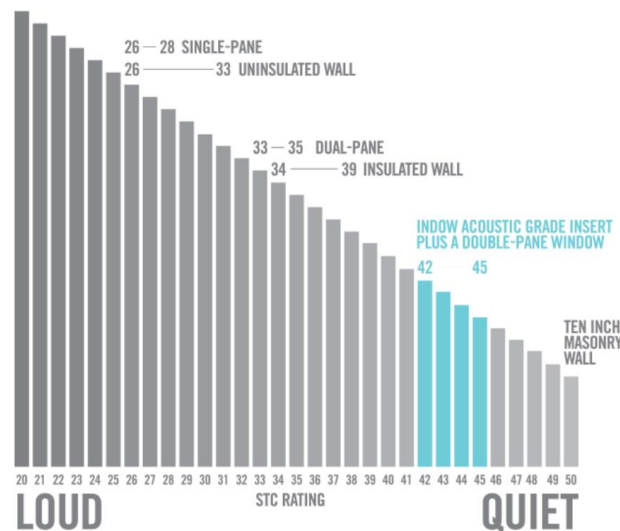
Penghitungan Angka STC Menurut Serapan Suara Sumber: Marshall Long (2005).

Angka STC rating merupakan angka dimana energi suara terserap, sebagai contoh jika kaca *single pane* memiliki angka STC rating pada 20, jika suara yang datang dari sisi luar memiliki kebisingan 60dB maka suara yang akan kita dengar pada sisi dalam ruangan merupakan 40dB. Berikut daftar standar yang ditentukan untuk acuan kualitas suara yang masuk kedalam ruangan berdasarkan jumlah *rating* STC:

SOUND TRANSMISSION CLASS		
STC	Performance	Description
50 - 60	Excellent	Loud sounds heard faintly or not at all
45 - 50	Very Good	Loud speech heard faintly
35 - 40	Good	Loud speech heard by hardly intelligible
30 - 35	Fair	Loud speech understood fairly well
25 - 30	Poor	Normal speech understood easily
20 - 25	Very Poor	Low speech audible

Gambar 15 Daftar Standardisasi STC, Sumber: [www.intertek.com](http://www.intertek.com)

Jendela merupakan elemen yang paling sering dipilih berdasarkan STC rating untuk menciptakan ruangan yang lebih kedap dari suara kebisingan. Berikut daftar STC rating yang disediakan oleh perusahaan bahan bangunan Indow Windows yang berbasis di Portland, Oregon, Amerika Serikat:



Gambar 16 Grafik Barang Rating STC Jendela, Sumber: <https://indowwindows.com>

#### 2.1.10 SNI 03-6386-2000 Spesifikasi Tingkat Bunyi dan Waktu Dengung Dalam Bangunan Gedung dan Perumahan (Kriteria Desain yang Direkomendasikan)

Penerapan akan standar ini dijelaskan dalam dokumen SNI 03-6386-2000 sebagai berikut :

Spesifikasi ini ditujukan sebagai panduan bagi perencana dalam merancang lingkungan akustik yang baik untuk ruang hunian baru dan yang sudah ada. Spesifikasi ini juga dimaksudkan untuk diterapkan pada pemilihan dan pengkajian bahan, peralatan yang digunakan dalam ruangan termasuk komponen bangunan yang dapat menahan bising dari luar (bising lalu lintas atau industri), dan bising dari dalam bangunan (bising peralatan bangunan). Adapun pengukuran yang menjadi acuan dalam SNI 03-6386-2000



menjelaskan bahwa Prosedur Pengukuran ini, digunakan untuk mendefinisikan besaran - besaran yang mempunyai hubungan dengan besaran yang direkomendasikan dalam spesifikasi ini, dan memberikan cara pemeriksaan pencapaian sasaran akhir perancangan untuk bangunan yang sudah selesai. Jenis Pengukuran yang dianjurkan adalah pengukuran penurunan tingkat bunyi setara 60dB, atau bisa disingkat menjadi RT60.

Ketentuan minimum akan nilai RT60 yang disesuaikan dengan fungsi ruang dan juga jenisnya terdapat didalam dokumen SNI ini. Berikut adalah tabel akan nilai tersebut :

Tabel 1  
Desain tingkat bunyi yang dianjurkan untuk berbagai jenis hunian di dalam bangunan.

Jenis Hunian	Tingkat Bunyi Yang Dianjurkan		Waktu Dengung (T) Yang Dianjurkan
	Baik [dBA]	Maksimum [dBAI]	Edetik1
1	2	3	4
1. Bangunan Pendidikan			-
Studio seni dan kerajinan	40	45	Kurva I
Ruang sidang s/d 250 kursi	30	35	0,6 — 0,8
Ruang sidang diatas 250 kursi	25	30	0,6 — 0,8
Ruang audio visual	40	45	0,6 — 0,8
Kantin dan pertokoan	40	50	
Ruang kelas			0,6 — 0,7
- Kelas tersendiri	35	40	0,5 — 0,6
- Kelas terbuka	40	45	
Ruang komputer			0,4 — 0,6
- Kelas	40	50	0,4 — 0,6
- Praktek	45	55	0,6 - 0,7
Ruang sidang	30	35	-
Koridor dan 'obi	45	50	Kurva 1
Studio drama	30	35	-
Ruang foto kopi/gudang	45	50	-
Bengkel mesin	45	55	Kurva 1
Gedung °tall raga	45	55	-
Ruang konsultasi/wawancara	40	45	
Laboratorium			0,5 — 0,7
- Kelas	35	40	0,6 — 0,8
- Kerja	40	50	Kurva 1
Ruang kelas s/d 50 kursi	30	35	Kurva 1
Ruang kelas besar			
- s/d 250 kursi	30	35	Kurva 1
- lebih dari 250 kursi	25	30	Kurva 1
Perpustakaan			
- Ruang baca	40	45	-
- Ruang buku	45	50	-
Bengkel seni	40	45	-

Gambar 17 Tabel Tingkat Bunyi Latar Belakang dan Waktu Dengung (Reverberasi) yang Dianjurkan Untuk Berbagai Jenis Ruangannya (SNI 03-6386-2000)



## 2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang akustik ruangan banyak dilakukan, terutama dilakukan di luar negeri dikarenakan kesadaran akan pentingnya kualitas akustik yang baik dapat mempengaruhi manusia secara langsung. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya terdapat beberapa sub kategori dalam akustik seperti yang dilakukan oleh Vetori, dkk (2022) mengenai pengaruh kualitas akustik yang baik dalam performa belajar dan perkembangan kognitif anak kelas 2 SD. Penelitian ini juga serupa dengan yang dilakukan oleh Mogas-Recalde, dkk (2021) yang meneliti dampak akustik ruangan pada kegiatan kelas siswa SMA dan juga dampaknya terhadap guru yang mengajar. Dalam ranah Pendidikan di tingkat yang lebih tinggi terdapat penelitian oleh Jablonska, (2020) yang melakukan penelitian tentang waktu reverberasi pada ruang kelas. Delle-Macchie, dkk (2018) meneliti tentang kebisingan suara pada ruang kantor terbuka dan dampaknya pada performa kerja. Astolfi, dkk (2019) juga meneliti tentang kualitas akustik pada ruang kelas. Jerlehag, dkk (2017) melakukan penelitian pada beberapa ruang perawatan pada rumah sakit perawatan lanjut usia. Kwon A dan Yang (2022) melakukan penelitian tentang pengaruh pemakaian masker wajah pada komunikasi pada siswa sekolah dasar di Korea. Puglisia, dkk (2015) juga melakukan penelitian yang sama dengan Mogas-Recalde, dkk (2021), yaitu meneliti bagaimana kualitas akustik ruang kelas dan pengaruhnya terhadap siswa. Namun penelitian yang dilakukan oleh E.A. Darwish dan Mohamad Midani (2022) berbeda dengan kedelapan penelitian diatas, penelitian ini mencari bahan alternatif untuk peredam suara menggunakan serat pohon kurma, penelitian ini dilakukan untuk memberikan bahan peredam yang terjangkau dan daur ulang. Penelitian yang ke-sepuluh dari journal yang dipelajari merupakan penelitian oleh Gagliano A, dkk (2015) yang dilakukan untuk mengetahui kualitas suara yang tersampaikan secara musikal dan juga percakapan dalam sebuah gereja.

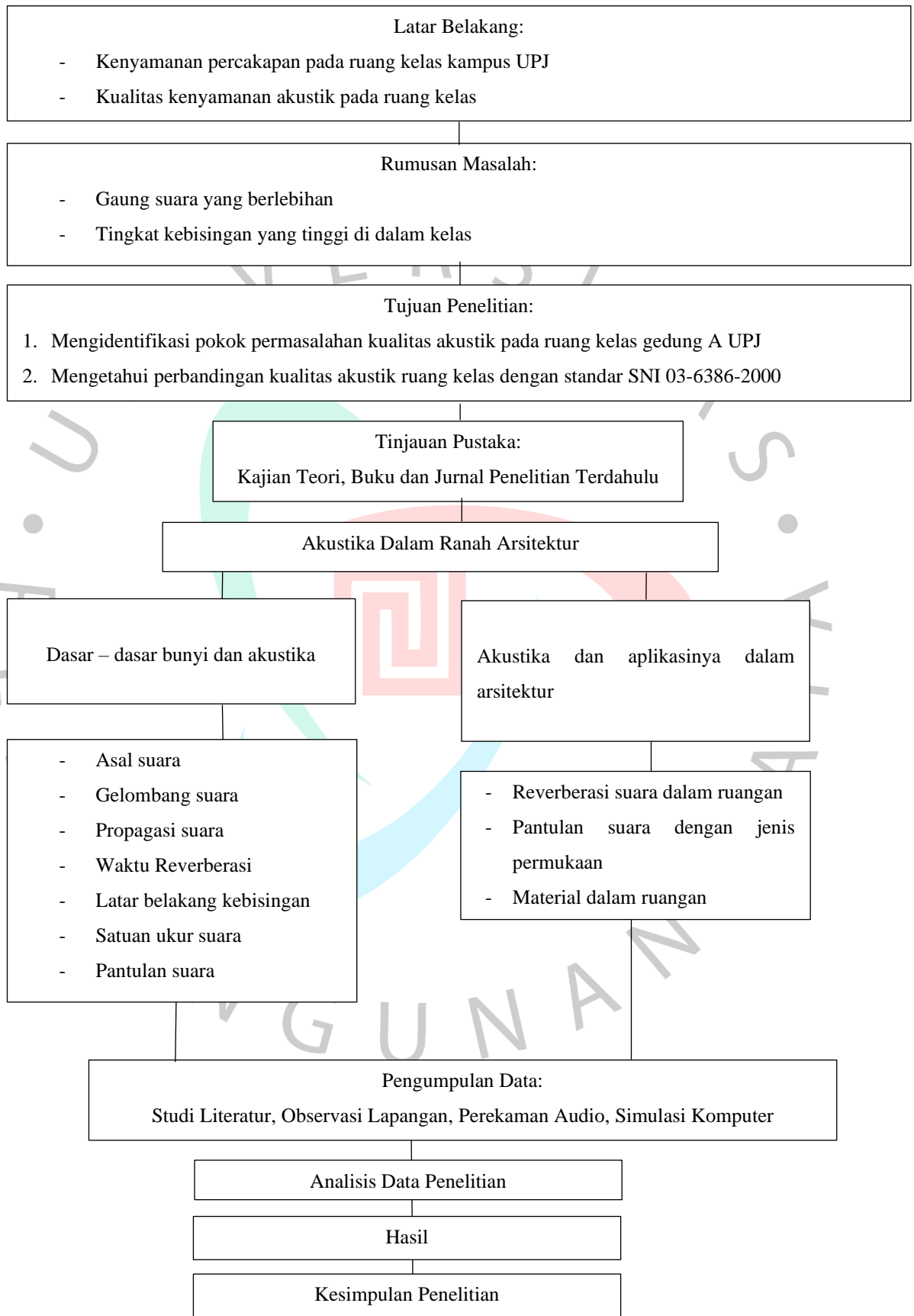
Tujuh penelitian memiliki kesamaan yaitu berupa penelitian pada sebuah ruangan kelas dan pengaruhnya pada kegiatan belajar – mengajar. Penelitian yang dilakukan oleh Vetori, dkk (2022) dan juga Astolfi, dkk (2019) sama – sama memilih objek ruang kelas sekolah dasar, namun selain perbedaan pada kelas 1 dan kelas 2 SD Vetori, dkk (2022) lebih fokus terhadap dampak kepada murid dan kecepatan murid memahami dan merespon pertanyaan, sementara Astolfi, dkk (2019) memasukan dampak kualitas akustik buruk terhadap guru dalam jangka panjang. Berbeda dengan penelitian Mogas-Recalde, dkk (2021) dan Jablonska, (2020) yang dilakukan pada tingkat pendidikan yang lebih tinggi, dampak secara perkembangan kognitif tidak terlalu signifikan dibandingkan oleh hasil

penelitian Vetori, dkk (2022). Namun buruknya kualitas akustik menjadi penghambat dan ketidaknyamanan dan konsentrasi oleh pengguna kelas.

Delle-Macchie, dkk (2018) meneliti pengaruh performa kerja pada sebuah ruang kantor, penelitian ini menjadi penelitian diluar Gedung belajar – mengajar yang mengukur index performa. Dampak yang diberikan berbeda dengan kesimpulan penelitian yang dilakukan oleh Jerlehag, dkk (2017). Menurut Jerlehag, dkk (2017) pengaruh akustik yang buruk pada ruang perawatan mempengaruhi secara kenyamanan pasien, namun tidak mempengaruhi performa dokter maupun Kesehatan para pasien secara langsung. Jablonska, (2020) dan Gagliano A, dkk (2015) juga melakukan simulasi peredaman suara pada akhir penelitian mereka, hasil yang ditemukan berupa penggunaan peredam suara seperti *Micro Perforated Panel* (MPP) yang ditempatkan secara strategis dapat memperbaiki RT (*Reverbatation Time*) secara signifikan. Namun dalam penelitian E.A. Darwish dan Mohamad Midani (2022) menemukan bahwa, bahan peredam suara alternatif seperti serat dari pohon palem kurma (*Date Palm*) dapat meredam dan menyerap suara setara bahan sintesis seperti MPP dan bahkan lebih menyerap dalam frekuensi tertentu. Hal ini mirip dengan penelitian Miji Kwon A dan Wonyoung Yang (2022) yang menemukan bahwa masker wajah dapat berfungsi sebagai peredam suara yang keluar, dan hasil peredaman suara tersebut berbeda tergantung dengan tipe masker dan bahan – bahannya.

Kesepuluh penelitian diatas menghasilkan olahan data berupa persentase *Speech Transmission Index* (STI) yang berupa sebuah persentase seberapa informasi yang dapat didengar, dipahami, dan dapat dicerna untuk menghasilkan sebuah percakapan yang bisa berlanjut, dan dalam kasus ruang kelas sekolah maupun universitas STI ini juga menjadi tolak ukur agar para murid bisa memahami informasi yang diberikan untuk mencatat instruksi, maupun menjawab pertanyaan secara langsung. Selain faktor STI tersebut, Vetori, dkk (2022), Mogas-Recalde, dkk (2021), Jablonska, (2020), Delle-Macchie, dkk (2018), Jerlehag, dkk (2017), Miji Kwon A dan Wonyoung Yang (2022), Mogas-Recalde, dkk (2021), Gagliano A, dkk (2015) menemukan bahwa RT menjadi faktor utama yang menjadikan STI buruk.

### 2.3 Kerangka Pemikiran



## 2.4 Sintesis

Penjabaran sintesis ini dibuat oleh peneliti setelah melakukan kajian dan pemahaman akan teori – teori yang berkaitan dengan penelitian ini yang sudah ada terdahulu, sintesis ini diharapkan dapat memperjelas pembahasan dan juga menghasilkan luaran yang relevan dan berguna dalam penelitian yang sedang dilakukan. Luaran tersebut berupa kesimpulan hasil daripada penelitian yang tujuan dan manfaatnya berkaitan dengan objek penelitian.

Teori tentang akustika dalam ranah arsitektur terutama dalam sebuah ruangan memiliki akar penelitian yang sudah ada sejak beberapa abad lalu, dimulai dari era klasik, romawi, hingga modern. Aplikasi teori akustika ini dapat sangat membantu dalam menunjang kegiatan dalam ruang tersebut. Teori akustika ini berkaitan juga dengan persepsi manusia terutama dalam pendengaran pada tingkat mendasarnya, maka dari itu keduanya akan selalu berkaitan dalam sebuah penelitian sebagai relasi sebagai sumber dan penerima. Kedua teori ini adalah teori yang digunakan sebagai dasar penelitian tentang akustika ruangan ini.

Sintesis	Kriteria	Parameter yang dikaji	Variabel	Indikator
<b>Akustika Arsitektur</b>				
Penjabaran akustika dalam ruangan yang dapat dirasakan dan dimengerti oleh pengguna ruangan.	Asal bunyi	Objek pusat dimana terciptanya suatu suara	-	-
	Nois	Bunyi latar belakang	dB (Desibel)	< 40dB
<b>Akustika dalam ruangan</b>				
Faktor – faktor berjalannya suara dalam sebuah ruangan	Serapan	Daya serap suara sebuah bahan	Koefisien	0,1 – 1

	Reverberasi	Waktu hilangnya suara dari saat sumber suara berhenti	RT60	< 0.5-0.6 detik
	Pantulan Dalam Ruang	Arah gelombang suara berjalan sesudah membentur suatu median	-	-

Tabel 2 Sintesis (Olahan Penulis)

