

PENERAPAN ELEMEN-ELEMEN AKUSTIKA RUANG DALAM PADA PERANCANGAN AUDITORIUM MONO-FUNGSI, SIDOARJO - JAWA TIMUR

Ika Budi Setya Zuyyinati¹, Jusuf Thojib², Nurrachmad Sujudwijono³

¹*Mahasiswa Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*

²*Dosen Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*

³*Dosen Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*

ABSTRAK

Perkembangan MICE (Meeting, Incentive, Convention and Exhibition) di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya mengakibatkan kebutuhan akan wadah tersebut terus meningkat terutama untuk kota-kota besar. Selaras dengan permasalahan tersebut, kabupaten Sidoarjo berencana membangun gedung serbaguna terbesar. Gedung tersebut terutama digunakan untuk kegiatan pertemuan, seminar dan sebagainya sehingga dibutuhkan ruang auditorium. Menyikapi permasalahan tersebut, dalam perancangan auditorium perlu memperhatikan beberapa hal terutama kenyamanan audio dan visual. Metode perancangan berawal dari menganalisis jumlah pelaku, menentukan sifat elemen-elemen pembentuk ruang sebagai pemantul atau penyerap, pemilihan material yang digunakan, dan menghitung waktu dengung yang terjadi dalam ruangan. Penghitungan waktu dengung digunakan sebagai tolak ukur kenyamanan audio yang disarankan terjadi. Hasil kajian menunjukkan bahwa penempatan material sesuai dengan karakter material itu sendiri mempengaruhi penyebaran suara yang terjadi di dalam ruang.

Kata kunci: Sidoarjo, auditorium, akustika ruang dalam

ABSTRACT

The development of MICE (Meeting, Incentive, Convention and Exhibition) in Indonesia to increase each year which cause needs for that place continues to increase, especially for big cities. In harmony with these problems, Sidoarjo district plans to build the largest multipurpose building. The building is mainly used for meetings, seminars and so on and so we need the auditorium. To respond these problems, in the design of the auditorium need to consider several things, especially audio and visual comfort. Design method starts from analyzing the number of factors, determine the nature of space-forming elements as reflective or absorbent, the selection of materials used, and calculate the reverberation time that happens in the room. Calculation of reverberation time is used as a measure of comfort suggested audio occurred. The results show that the placement of the material in accordance with the character of the material itself affects the spread of noise going on in the room.

Keywords: Sidoarjo, auditorium, acoustic indoor

1. Pendahuluan

Perkembangan MICE (*Meeting, Incentive, Convention, and Exhibition*) di Indonesia terus meningkat setiap tahun. Seperti yang diutarakan oleh Kepala Dinas Kebudayaan dan Pariwisata bahwa kunjungan wisata mancanegara maupun nusantara ditargetkan

akan terus meningkat 15 persen setiap tahunnya. Kunjungan wisata tidak hanya untuk berlibur tetapi juga untuk melakukan kegiatan seperti pertemuan, seminar dan sebagainya. Selaras dengan permasalahan tersebut, Kabupaten Sidoarjo berencana membangun sebuah gedung serbaguna terbesar se-Kabupaten Sidoarjo. Gedung tersebut digunakan terutama untuk kegiatan pertemuan, seminar dan sebagainya.

Berkaitan dengan kegiatan utama yang diwadahi adalah untuk pertemuan, seminar dan sebagainya, maka ruang yang dirancang adalah auditorium mono-fungsi untuk percakapan. Hal yang perlu diperhatikan adalah kejelasan suara dengan kapasitas pengunjung 4500 orang. Kejelasan suara erat kaitan dengan tingkat waktu dengung (*reverboration time*), jika waktu dengung yang terlalu pendek maka ruangan akan terkesan mati, tetapi jika waktu dengung yang terjadi terlalu panjang maka akan terjadi gaung.

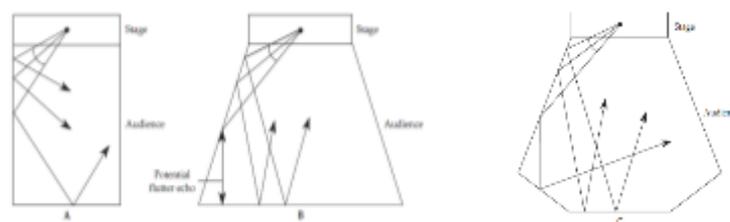
Untuk mendapatkan kejelasan suara yang diharapkan, maka perlu pertimbangan dalam menentukan desain ruang dan karakteristik material yang digunakan. Desain ruang meliputi bentuk ruang, plafon, dinding dan lantai.

2. Bahan dan Metode

Bahan penutup bidang permukaan interior ruang yang mempunyai angka koefisien absorpsi (penyerap) dan refleksi (pemantul) sangat mempengaruhi waktu dengung yang dihasilkan suatu auditorium (Doelle, 1972:63). Permukaan atau bidang yang terkena sebagai media pengantar suara dalam ruang diantaranya lantai, dinding, dan plafon. Waktu dengung yang disarankan terjadi untuk *speech* auditorium berada pada 0,85 – 1,30 detik (Arau,1999 dalam Ribeiro, 2002). Tinjauan elemen-elemen akustika ruang dalam diambil dari beberapa sumber untuk memperoleh hasil yang maksimal. Elemen-elemen akustika ruang dalam meliputi bentuk ruang, bentuk panggung, lantai penonton, dinding, bentuk plafon, dan penerapan material yang digunakan.

2.1 Bentuk Ruang (Layout)

Bentuk ruang atau *layout* gedung pertemuan mempengaruhi tingkat kejelasan suara yang dihasilkan dalam ruangan.



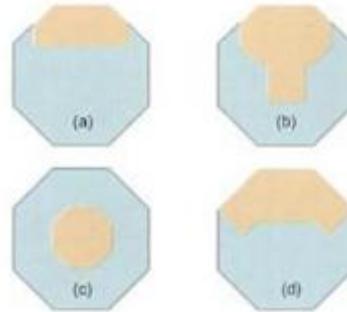
Gambar 1. Bentuk Denah Auditorium
(Sumber: Everest dan Pohlmann, 2009)

Untuk kapasitas tempat duduk yang lebih besar maka dinding samping dapat dibuat lebih melebar dari panggung.

- (A) Denah segiempat
- (B) Denah trapesium dengan dinding belakang datar mengikuti dinding samping. Namun harus memperhatikan potensi bergetar *echo* (gaung)
- (C) Denah kipas dengan memundurkan dinding belakang. Kapasitas yang ditampung lebih besar dan minim potensi terjadi gaung

2.2 Bentuk Panggung

Panggung adalah ruang digunakan untuk mengekspresikan materi oleh penyaji. Panggung dibedakan menjadi dua yaitu panggung permanen dan panggung yang dapat diubah sesuai kebutuhan.

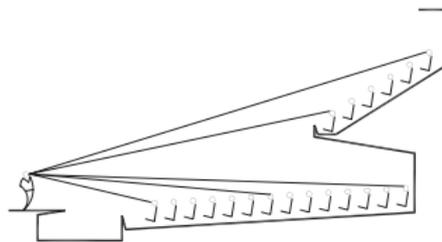


Gambar 2. Tipe panggung
(Sumber: Mediastika, 2005)

- (A) Panggung *proscenium*, merupakan panggung konvensional yaitu penonton hanya dapat melihat penyaji dari arah depan saja.
- (B) Panggung terbuka, merupakan pengembangan dari panggung *proscenium* yaitu sebagian panggung menjorok ke arah penonton sehingga penonton dapat melihat penyaji dari arah samping.
- (C) Panggung arena, yaitu peletakkan panggung yang berada di tengah-tengah penonton dengan karakteristik panggung yang dapat diubah atau multifungsi. Komunikasi yang terjadi antara penyaji dan penonton berlangsung amat baik.
- (D) Panggung *extended*, merupakan pengembangan dari panggung *proscenium* yang melebar ke arah samping kanan-kiri. Model panggung ini memungkinkan persiapan set dekorasi yang berbeda antara sisi kanan, tengah maupun kiri.

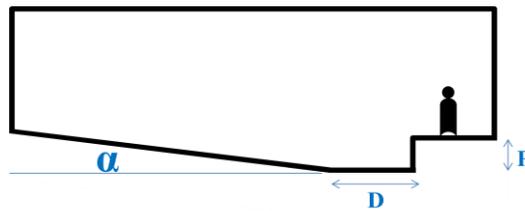
2.3 Lantai

Lantai diolah sesuai dengan kebutuhan akan aktivitas dan kenyamanan audio. Lantai pada ruang pertemuan ini dibagi menjadi dua yakni lantai pembicara atau sumber bunyi dan lantai bagi pendengar. Untuk lantai pembicara dibuat panggung dengan ketinggian 60-12 centimeter agar penonton tetap nyaman ketika melihat pembicara (Everest and Pohlman, 2009).



Gambar 3. Garis Pandang yang Baik untuk Menghasilkan Suara Langsung yang Baik
(Sumber: Long, 2006)

Untuk mengoptimalkan kenyamanan audio visual bagi penonton atau pendengar maka perlu adanya kemiringan lantai pada area penonton. Kemiringan lantai untuk ruang pertemuan minimal 15° (Everest and Pohlman, 2009) dan maksimal 30° untuk keselamatan dan keamanan penonton (Doelle, 1990).



Gambar 4. Penentuan Kondisi Lantai Yang Digunakan
(Sumber: Everest and Pohlman, 2009)

$\alpha \geq 8^{\circ}$ untuk auditorium musik

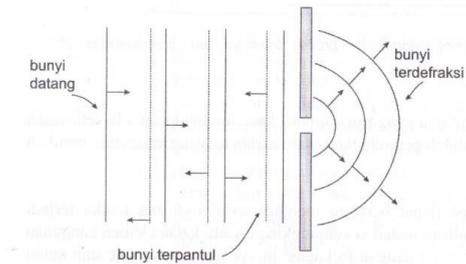
$\alpha \geq 15^{\circ}$ untuk *lecture theatre*

$D \geq 10$ meter untuk auditorium musik jika $P = 1,5$ meter

$D \geq 15$ meter jika $P = 2,25$ meter

2.4 Dinding

Dinding disesuaikan dengan kebutuhan suara yang ingin dihasilkan, diserap atau dipantulkan. Dinding juga merupakan elemen yang bertugas sebagai pengontrol dan pengarah pantulan suara. Dinding sebagai pengontrol berarti mempunyai fungsi untuk meredam suara agar mengurangi pantulan suara yang dihasilkan sedangkan dinding sebagai pengarah berarti bertugas sebagai pemantul. Adapun karakteristik dari kedua sifat dinding tersebut tergantung pada bentuk dan kualitas permukaan dinding.



Gambar 5. Sifat Bunyi yang Mengenai Bidang Bercelah
(Sumber: Mediastika, 2005)

Bentuk dinding belakang dan langit-langit auditorium mempengaruhi terjadinya echo atau gaung. Bentuk dinding belakang dengan kecenderungan lebih besar akan merefleksikan suara ke penonton terdekat.

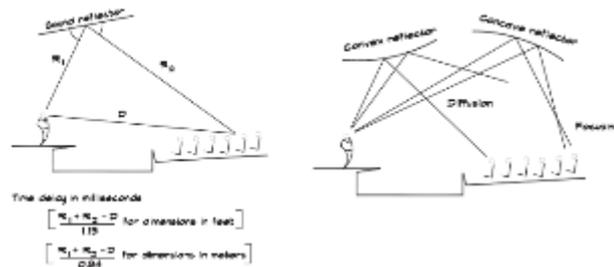


Gambar 6. Bentuk Dinding Belakang Dan Langit-Langit Auditorium
(Sumber: Barron, 2009)

2.5 Plafon

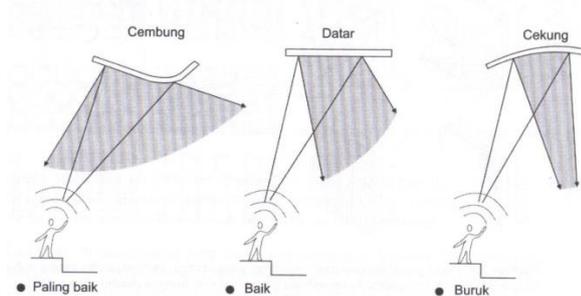
Plafon atau langit-langit biasanya sebagai media pemantul atau penerus suara. Bentuk pemerataan suara yang diinginkan mempengaruhi pemilihan bentuk plafon. Plafon mempunyai sifat atau tugas sebagai reflektor yakni membelokkan suara sesuai

dengan sudut peletakkan plafon, untuk itu bentuk langit-langit atau plafon dapat digunakan untuk mendistribusikan suara secara merata di seluruh ruangan.



Gambar 7. Studi Refleksi Dari *Ceiling Panel*
(Sumber: Doelle, 1972)

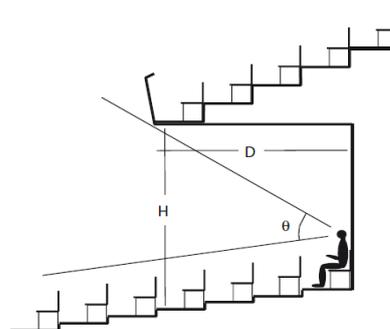
Untuk menentukan ketinggian langit-langit pada umumnya ketinggian langit memiliki rasio 1/3 sampai 2/3 dari lebar ruangan. Untuk ruangan besar menggunakan rasio paling rendah, sedangkan untuk ruangan kecil menggunakan rasio yang paling besar. Langit-langit juga penyebar bunyi atau suara yang utama. Maka dari itu, langit-langit dibuat beberapa segmen dengan masing-masing ukuran serta sudut yang dibuat untuk memantulkan bunyi kesegala arah (Everest dan Pohlmann, 2009).



Gambar 8. Pemantulan Yang Terjadi Pada Bidang Batas
(sumber: Mediastika, 2005)

2.6 Balkon

Balkon tidak boleh menghalangi pandangan visual dan penerimaan suara hingga posisi *audience* yang berada di paling belakang. Proporsi balkon *overhang* dasar, sudut vertikal pandang θ harus lebih besar dari 30° . Kedalaman ruang dibawah balkon tidak boleh melebihi dua kali tinggi ruang di bawah balkon untuk menghindari terjadinya *echo*.



Gambar 9. Proporsi Balkon Berdasarkan Sudut Vertikal Pandang
(Sumber: Barron, 2009)

2.7 Penerapan Material

Selain mengolah elemen interior dan bentuk ruang dalam menghasilkan kualitas suara yang optimal, maka perlu adanya pertimbangan dalam pemilihan jenis material penutup permukaan. Terutama material yang digunakan untuk meredam suara. Adapun karakteristik bahan-bahan penyerap bunyi (Doelle, 1990:33) sebagai berikut:

Tabel 1. Sifat-sifat Material Akustik

Bahan Berpori	Bahan penyerap bunyi yang efisien. Mampu mengubah energi bunyi yang datang menjadi energi panas dalam pori-pori. Jaringan selular dengan pori-pori yang saling berhubungan. Contoh : papan serat, plesteran lembut, <i>minerals wools</i> dan selimut isolasi.
Penyerap Panel	Bahan yang dapat menyerap frekuensi rendah dengan efisien. Digunakan pada lapisan penunjang tetapi dipisah oleh suatu rongga terletak pada bagian bawah dinding (Doelle, 1990:39). Bahan ini mempunyai ciri bergetar jika menabrak gelombang bunyi. Contoh bahan : panel kayu, <i>hardboard</i> , <i>gypsum board</i> , panel kayu yang diletakkan di langit-langit.
Lubang Resonansi	Sangat efektif ketika penyerapan karena terdiri dari sejumlah udara tertutup yang dibatasi oleh dinding-dinding untuk resonansi bunyi dan dihubungkan oleh lubang sempit ke ruang disekitarnya yang dapat menyebabkan gelombang bunyi merambat.
Karpet	Mampu mereduksi dan meniadakan bising benturan seperti bunyi seretan kaki, bunyi langkah kaki dan sebagainya. selain untuk bahan penutup lantai, karpet juga digunakan sebagai bahan penutup dinding agar peredaman suara lebih optimal.

(Sumber: Doelle, 1990:33)

2.8 Penempatan Loudspeaker

Pemerataan dan kejelasan suara atau bunyi sekarang ini tidak bisa hanya mengandalkan sumber bunyi utama dan desain bangunan serta material untuk memperoleh kualitas bunyi yang diinginkan, tetapi juga menggunakan bantuan dari peralatan elektronik seperti penguat suara terutama untuk kapasitas peserta sejumlah ratusan bahkan ribuan.

Beberapa tipe penempatan *loudspeaker*:

- (A) Terpusat, posisi speaker sama dengan sumber bunyi asli memberi kesan teras alami (terutama untuk pidato).
- (B) Tersebar, tipe ini digunakan untuk aktivitas yang mememintangkan kejelasan suara dibanding arah bunyi. Seperti bandar udara, *speaker* diletakkan pada kolom secara merata.
- (C) Terpadu dengan kursi (*seat-integrated*), peletakkan *speaker* secara terpadu di belakang kursi. Tipe ini bertujuan agar bunyi pelan dapat didengar secara jelas, dan pada umumnya diterapkan di gereja.
- (D) Kombinasi, yakni kombinasi dari beberapa tipe, seperti tipe terpusat dengan tipe tersebar.

Tahap lanjutan dari tinjauan teori adalah menganalisis untuk menghasilkan kriteria desain. Selanjutnya, kriteria desain diterapkan pada desain. Parameter keberhasilan kajian ini adalah waktu dengung yang dihasilkan. Perhitungan waktu dengung menggunakan perhitungan Sabine (1993). Dengan:

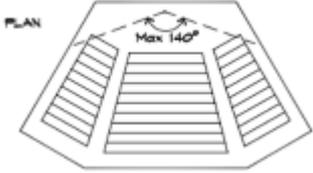
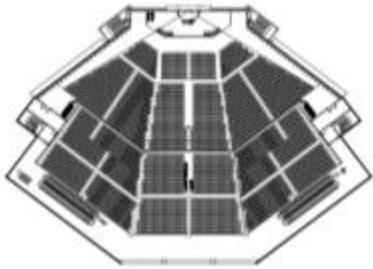
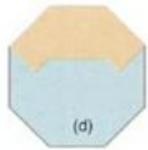
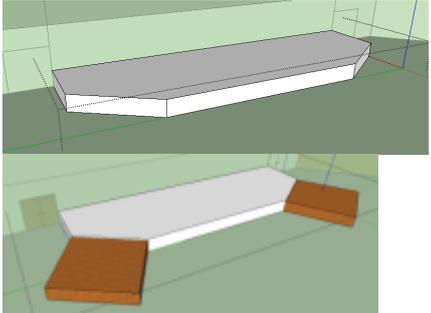
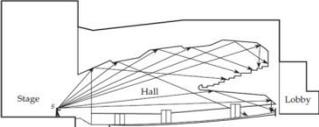
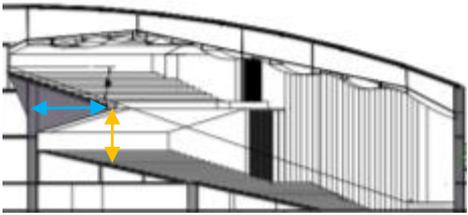
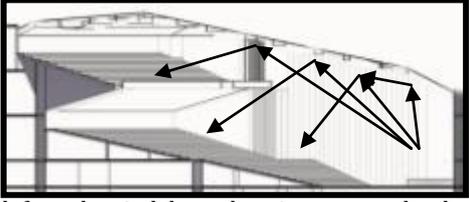
$$0,16 = \text{konstanta}$$
$$V = \text{volume ruang, m}^3$$

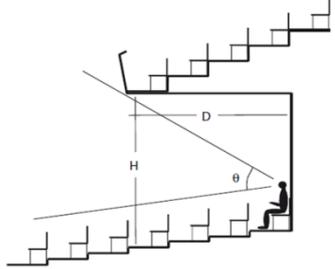
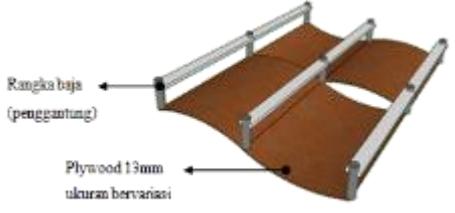
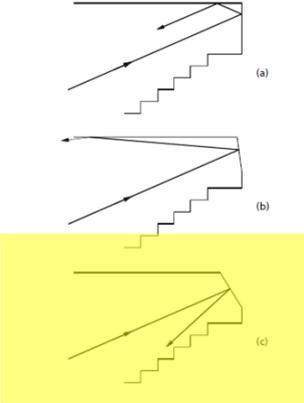
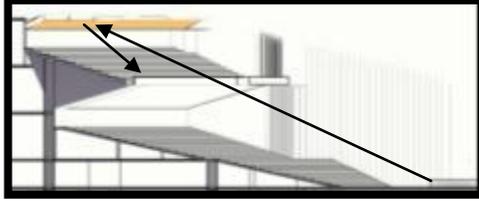
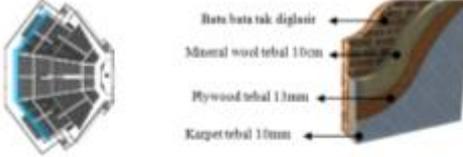
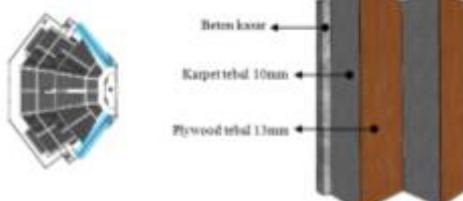
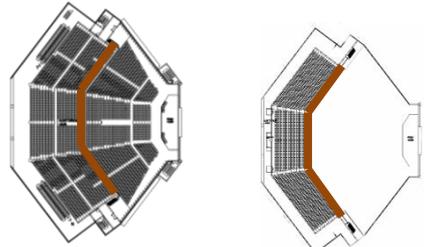
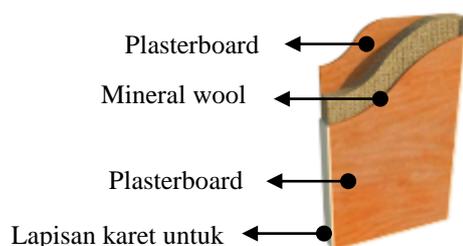
$\Sigma S\alpha$ = penyerapan total pada frekuensi bunyi bersangkutan (Sabine) biasanya dihitung berdasarkan frekuensi 125, 250, 500, 1000 dan 2000 Hz (500 - 1000 Hz umumnya dijadikan acuan untuk menghitung waktu dengung ruang). $\Sigma S\alpha$ sering disingkat a saja.

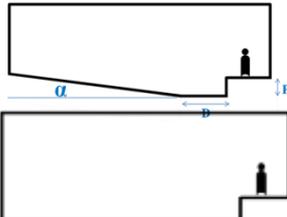
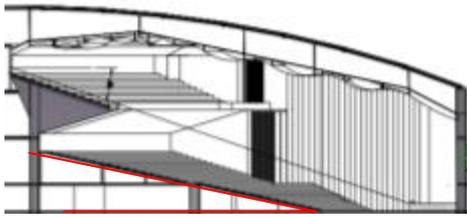
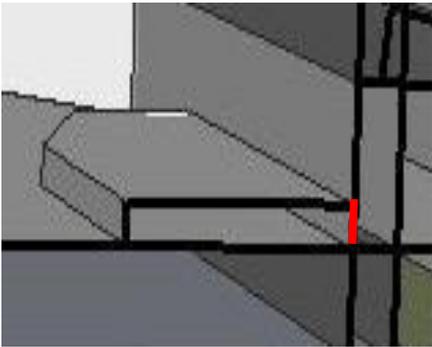
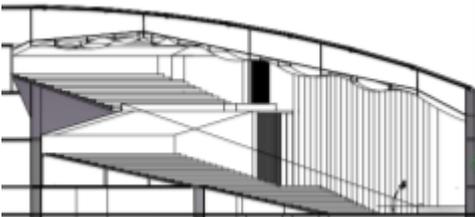
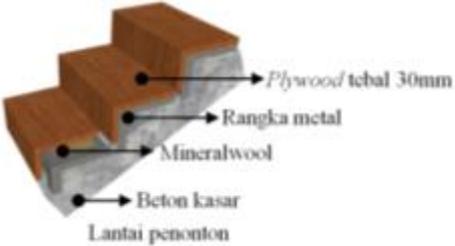
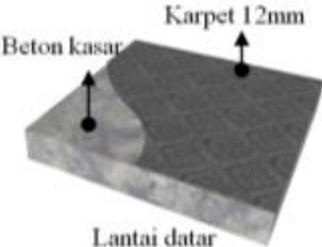
Perhitungan waktu dengung digunakan untuk mengetahui baik buruknya kejelasan suara yang terjadi sesuai dengan fungsi ruang auditorium. waktu dengung ialah waktu lamanya terjadi dengung dalam ruangan yang masih dapat didengar (Sabine, 1993).

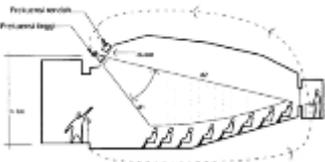
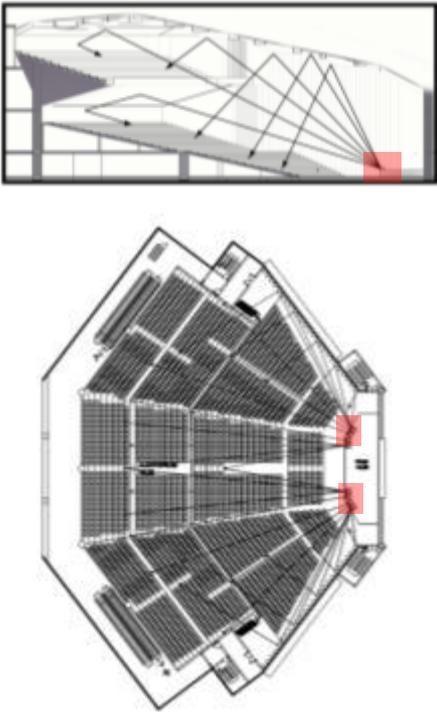
3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 2. Hasil Desain

Elemen-elemen ruang	Kriteria desain	Hasil
Bentuk ruang (layout)	Bentuk kipas dengan maksimal sudut 140° 	Sudut pandang 116° 
Bentuk panggung	Bentuk panggung <i>extended</i> Dipilih karena bersifat fleksibel, dapat digunakan jika dibutuhkan untuk acara penghargaan dan sebagainya. 	
Plafon	Bentuk plafon dibuat tidak sama untuk menyebarkan bunyi ke seluruh ruangan.  <ul style="list-style-type: none"> -Bentuk cembung adalah bentuk paling efektif menyebarkan suara yang diterima. -Rasio ketinggian langit-langit untuk kapasitas besar 1/3 lebar ruang. - atau dengan menghitung ketinggian Langit-langit berdasarkan waktu dengung seharusnya $h = 6,1 Tr$ $= 6,1 \cdot 1,2$ $= 7,32$ m dari permukaan lantai -Kedalaman balkon tidak boleh melebihi tinggi antara lantai dan balkon 	 <p> \longleftrightarrow 8,5 meter \longleftrightarrow 6,25 meter </p> <p>Kedalaman balkon tidak melebihi tinggi balkon terhadap lantai.</p>  <p>Plafon bertindak sebagai pemantul dan menyebarkan suara. Plafon berupa lapisan plasterboard tebal 13 mm dengan jarak ke rangka 60 cm dengan modul 2 x 2,5.</p>

		
<p>Dinding</p>	<p>Dinding bertindak sebagai pengarah sekaligus menyerap suara. Dinding di belakang penonton sebagai pemantul (licin bergerigi / kasar)</p>  <p>Dinding belakang yang mempunyai kecenderungan lebih besar maka akan merefleksikan suara ke pendengar terdekat.</p> <p>Penambahan dinding penyekat bertujuan sebagai pembatas ruang jika kapasitas pemakai lebih sedikit. Selain itu berfungsi sebagai peredam dan pemantul atau <i>diffusers reflective</i> agar suara yang terjadi dalam tidak menyebar keluar dan juga tidak menimbulkan gaung akibat banyak pantulan.</p>	   <p>lapisan karpet berfungsi sebagai penyerap, lapisan plywood berfungsi sebagai pemantul suara.</p> <p>Konsep dinding penyekat:</p>  

<p>Lantai</p>	<p>Memberikan ketinggian lantai pembicara antara 100 cm. Memberikan kemiringan lantai untuk penonton maksimal $\alpha \geq 15^\circ$ untuk <i>lecture theatre</i></p>  <p>-Lantai pembicara untuk speech auditorium 60-120 cm. -Sudut ketinggian antara balkon dan panggung tidak boleh melebihi 30°. Agar penonton di balkon tidak terlalu menundukkan kepala.</p>	 <p>sudut kemiringan 16°</p>  <p>Tinggi lantai panggung 80cm.</p>  <p>sudut ketinggian antara balkon dan lantai panggung sebesar 19°</p>  <p>Lantai penonton</p>  <p>Lantai datar</p>
---------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><i>Loudspeaker</i></p>	<p>Menggunakan sistem sentral.</p>  <p>... dapat ditentukan. Dengan mengetahui jarak maksimum antara pendengar dengan loudspeaker. Kemudian menentukan jarak antar speaker.</p>	 <p>Karena plafon difungsikan sebagai pemantul suara utama, serta dinding juga difungsikan sebagai pengarah suara maka penempatan loudspeaker diletakkan di lantai panggung menghadap cenderung ke atas dan samping. Lalu suara akan diteruskan ke segala arah.</p>
---------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Dari penerapan material yang digunakan dilakukan pengukuran untuk mengetahui waktu dengung yang dihasilkan.

Tabel 3. Waktu Dengung Tanpa Audience

Elemen	Bahan	Koefisien serapan, α 1000	Luas (S) m	s.a
langit-langit	plywood 13mm	0,09	2118	190,62
dinding	bata tak diglasir dan dicat	0,02	1293	25,86
	plywood 13mm	0,09	1556	140,04
	material berpori tebal 10cm	0,82	282	231,24
	karpets ruang dalam	0,2	642	128,4
	beton kasar	0,06	1187	71,22
lantai	beton kasar	0,02	2118	42,36
	Plywood 13mm	0,09	2128	191,52
	karpets ruang dalam	0,2	458	91,6
	material berpori tebal 35mm	0,29	1911	554,19
	kursi terbungkus kain	0,67	1596	1069,32
				2736,37

Waktu dengung:

$$TR = 0,16 \text{ V/a detik}$$

$$= 0,16 \cdot 21180/2736$$

$$= 1,23 \text{ detik}$$

Tabel 4. Waktu Dengung dengan Audience

Elemen	Bahan	Koefisien serapan, α 1000	Luas (S) m	s.a
langit-langit	plywood 13mm	0,09	2118	190,62
dinding	bata tak diglasir dan dicat	0,02	1293	25,86
	plywood 13mm	0,09	1556	140,04
	material berpori tebal 10cm	0,82	282	231,24
	karpets ruang dalam	0,2	642	128,4
	beton kasar	0,06	1187	71,22
lantai	beton kasar	0,02	2118	42,36
	Plywood 13mm	0,09	2128	191,52
	karpets ruang dalam	0,2	458	91,6
	material berpori tebal 35mm	0,29	1911	554,19
	kursi terbungkus kain	0,67	1596	1069,32
	audiens	0,94	1596	1500,24
				4236,61

Waktu dengung:

$$TR = 0,16 \text{ V/a detik}$$

$$= 0,16 \cdot 21180/4236,6$$

$$= 0,80 \text{ detik}$$



Gambar 10. Ruang Auditorium

4. Kesimpulan

- (A) Berdasarkan perhitungan waktu dengung yang telah dilakukan bahwa elemen penyerap terbesar didapat dari *audience* itu sendiri. Untuk perhitungan hasil waktu dengung untuk penerapan material akustik pada ruangan memenuhi kriteria karena berada di antara 0,85 – 1,30 detik (Arau,1999 dalam Ribeiro, 2002)
- (B) Bahwa penerapan bentuk dan material yang digunakan mempengaruhi arah penyebaran suara.

(C) Untuk memaksimalkan penyebaran suara, elemen yang bertindak sebagai pemantul tidak hanya plafon, tetapi juga dinding.

Daftar Pustaka

- Barron, M. 2009. *Auditorium Acoustics and Architectural Design*. New York: Spon Press.
- Doelle, L.L. 1972. *Environmental Acoustic*. New York: McGraw-Hill Publishing Company.
- Everest, F. Alton dan Pohlmann, Ken C. 2009. *Master Handbook of Acoustics*. New York: McGraw-Hill.
- Long, Michael. 2006. *Architectural Acoustics*. Burlington: Elsevier Academic Press.
- Mediastika, C.E. 2005. *Akustika Bangunan Prinsip-Prinsip dan Penerapannya di Indonesia*. Jakarta: Erlangga.
- Ribeiro, Maria Rosa Sa. 2002. *Room Acoustic Quality of a Multipurpose Hall: A Case Study*. Proceedings of the First Conference with International participation, Bucharest.
- Sabine, W.C. 1993. *Design for Good Acoustics*. Los Altos, U.S: Collected Papers on Acoustics, Trade Cloth ISBN 0-9321 Peninsula Publishing.