

STUDI PENERAPAN SISTEM AKUSTIK PADA RUANG KULIAH AUDIO VISUAL

Hedy C. Indrani, Citra Cahyawati

Program Studi Desain Interior, Fakultas Seni dan Desain
Universitas Kristen Petra Surabaya
e-mail: cornelli@petra.ac.id

ABSTRAK

Ruang kuliah Audio Visual yang baik harus dirancang dengan sistem tata ruang yang tepat untuk ruangan itu sendiri, utamanya dari segi penerapan akustiknya. Kondisi akustik ruang kuliah Audio Visual seringkali dirancang tanpa pemikiran yang matang, sehingga banyak terjadi dengung dan *feedback* saat penggunaannya. Hasil penelitian menggunakan perhitungan manual, program *Autodesk Ecotect Analysis 2011*, dan *Armstrong Reverberation Time* menunjukkan bahwa penggunaan material seperti *conclab on ground*, *framed plywood partition*, *single glazed alum frame blinds*, dan *solid core oak timber* yang memiliki koefisien serap rendah dapat menciptakan ruang kuliah Audio Visual yang memenuhi standar akustik dengan karakter ruang untuk *speech*.

Kata Kunci: sistem akustik, ruang kuliah audio visual, optimasi desain

ABSTRACT

A good audio visual lecture hall is a space designed with the right system for the room itself, especially in terms of application of acoustics. Acoustic condition of audio visual lecture hall are often designed without carefully, so, there much acoustic reverberation and feedback when used that. The results with using manual calculation, Autodesk Ecotect Analysis 2011, and Armstrong Reverberation Time this time indicates that the use of material for example: conclab on ground, framed plywood partition, single glazed alum frame blinds, and solid core oak timber, that has a low absorption coefficient to create the standart audio visual lecture hall of acoustics for speech.

Keywords: *acoustics system, audio visual lecture hall, design optimization*

PENDAHULUAN

Faktor pendengaran (audio) dan penglihatan (visual) merupakan faktor yang mempengaruhi seorang mahasiswa dalam memaksimalkan penyerapan proses belajar mengajar yang mereka alami. Proses pembelajaran tersebut akan

tercapai lebih maksimal apabila juga didukung dengan fasilitas yang memadai. Keberadaan sebuah ruang kuliah, utamanya ruang kuliah Audio Visual (AV) memberikan pengaruh yang besar terhadap proses pembelajaran bagi mahasiswanya.

Ruang kuliah Audio Visual yang baik merupakan ruang yang dirancang dengan sistem tata ruang yang tepat untuk ruangan itu sendiri, utamanya dari segi penerapan akustik. Sebuah ruang kuliah AV yang nyaman adalah ruang AV yang tidak menimbulkan dengung dan *feedback* saat penggunaannya, sehingga dapat membantu penyampaian informasi dengan jelas kepada mahasiswa dan dapat mendukung suasana belajar mengajar yang kondusif agar tercapai proses pembelajaran yang optimal.

Penelitian yang dilakukan memfokuskan pada sistem akustik ruang kuliah AV Universitas Kristen Petra , yang terdapat dalam Gedung P lantai 7 (AVP 707, 708, 709, 710) di Jalan Siwalankerto 142-144 dan Gedung T lantai 5 (AVT 501, 502, 503) di Jalan Siwalankerto 121-131, Surabaya. Pada umumnya, ruang kuliah AV ini digunakan oleh mahasiswa, dosen, dan tamu undangan dari luar kampus. Hasil perhitungan *background noise* menggunakan alat ukur *Sound Level Meter* pada semua ruang AV menunjukkan masih memenuhi standar untuk karakter *speech*. Namun besaran kualitas akustik ruang hasil perhitungan *Reverberation Time* (RT) masih kurang memenuhi standar yang ada. Untuk ruang kuliah AV di Gedung P (AVP), RT berkisar antara 0,19-0,24 detik sedangkan standar RT untuk jenis ruang AV dengan fungsi *speech* disarankan berkisar diantara 0,5-1,0 detik (Doelle, 1972:56). Kondisi yang ada ini menyebabkan bunyi yang dihasilkan di dalam ruang cepat terserap habis oleh elemen-elemen interior yang terdapat di

dalam ruang AV ini. Untuk ruang AV di Gedung T (AVT) sudah memenuhi standar ruang yang baik dengan RT sesuai standar ruang berkarakter *speech*.

Dengan adanya permasalahan diatas maka peneliti merasa perlu untuk meneliti akustik ruang kuliah AVP dan AVT tersebut dan memberikan solusi untuk perbaikan. Guna menjawab permasalahan yang terjadi maka peneliti menggunakan bantuan program *software Autodesk Ecotect Analysis 2011* dan *Armstrong Reverberation Time* untuk melakukan simulasi RT akustik ruang, *acoustics response*, dan *occupancy* ruang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan material-material seperti *conclab on ground*, *framed plywood partition*, *single glazed alum frame blinds*, dan *solid core oak timber* yang memiliki koefisien serap rendah dapat menciptakan ruang kuliah AV yang memenuhi standar akustik dengan karakter ruang untuk *speech*.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dibagi ke dalam 3 (tiga) tahapan yakni pengambilan data (data lapangan dan literatur), pengumpulan data (survei dan wawancara, perhitungan di lapangan, serta dokumentasi), dan pengolahan data dengan perhitungan RT secara manual, maupun menggunakan program *software Autodesk Ecotect Analysis 2011* dan *Armstrong Reverberation Time*.

Survei dilakukan untuk melihat dan mengamati kondisi lapangan yang ada, yakni berhubungan dengan elemen-elemen interior, material furnitur, dan tata letak ruang. Kemudian melakukan wawancara dengan pengguna ruang (40 sampel) untuk melihat nyaman atau tidaknya sistem akustik dengan ruangan yang

sudah ada. Perhitungan di lapangan dilakukan untuk membuat perhitungan akustik yang terdapat pada bangunan asli untuk mengetahui kemampuan penerimaan terhadap sumber suara yang terdapat dalam ruangan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan alat ukur *Sound Level Meter (SLM)*, dimana peneliti akan membuat sumber suara buatan dalam sebuah ruang menggunakan jam duduk dan ruang akan dibagi menjadi beberapa titik pengukuran. Suara yang dihasilkan tersebut akan diterima oleh SLM guna mengetahui berapa *decibels (dB)* kemampuan terima suara pada titik-titik tersebut. Dengan demikian, akan diketahui rata-rata penerimaan suara sehingga dapat diketahui pula berapa besaran *background noise* sebuah ruangan audio visual ini. Dokumentasi diperlukan dalam penelitian ini untuk mendokumentasikan kondisi bangunan, lingkungan sekitar, dan sistem akustik yang sudah ada, agar dapat memberikan gambaran yang jelas tentang bangunan tersebut sehingga berguna dalam penelitian lebih lanjut.

Pengolahan data dilakukan setelah data-data terkumpul dari lapangan dan dihitung dengan menggunakan bantuan program *software* yang sesuai untuk mengetahui sistem akustik yang ada pada bangunan tersebut. *Software* yang digunakan adalah *software* untuk menghitung waktu reverberasi (RT) yang terjadi, yakni *Ecotect Analysis 2011* yang merupakan salah satu program dari *Autodesk* dan *Armstrong Reverberation Time Calculation* yang dapat diakses dari website <http://www.armstrong.com/reverb/step.jsp>. Dalam penggunaan *software Autodesk Ecotect Analysis 2011* ini, peneliti dibantu dalam membuat simulasi sistem akustik untuk sebuah ruangan. Tampilan yang disediakan oleh *software* ini berupa bentuk bangunan atau ruang yang mendekati aslinya (3D) dengan jenis

material yang juga menyerupai aslinya. *Tools* yang terdapat dalam *software* ini akan membantu menganalisis bangunan tersebut untuk mendapatkan informasi dan gambaran pengukuran ruangan yang ada. Dengan demikian, data yang diperoleh nantinya akan digunakan untuk dasar pengerjaan berikutnya. Sedangkan untuk program *online Reverberation Time* ini, peneliti dipermudah dengan cara hanya memasukkan dimensi ruangan yang ada dan jenis material yang digunakan untuk kemudian dihitung dengan sendirinya oleh program tersebut untuk mendapatkan waktu reverberasi dari sebuah ruangan. Kedua program tersebut akan digunakan secara bersamaan dan dibandingkan hasil perhitungan dari keduanya. Setelah terdapat data dari kedua *software* tersebut, data akan dibandingkan dengan data literatur yang didapat guna mengetahui kesesuaian sistem akustik yang sedang digunakan dengan standar sistem akustik yang sebenarnya. Setelah melihat hasil perbandingan tersebut dan permasalahan yang muncul akan dibahas secara sistematis dengan melakukan simulasi dan perhitungan sehingga dapat diberikan saran yang tepat untuk perbaikan ruang kuliah AV yang optimal.

KAJIAN TEORITIS

Akustik dan Bunyi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia edisi ketiga, akustik merupakan ilmu fisika yang mempelajari suara. Sedangkan menurut Satwiko (2004:124), akustik berarti ilmu tentang bunyi. Dengan demikian, sistem akustik adalah ilmu yang mempelajari tentang mutu suara dan bunyi yang dihasilkan. Akustik sendiri berhubungan dengan organ pendengar, suara, atau ilmu bunyi. Sistem akustik

dalam sebuah ruangan merupakan keadaan sebuah ruang yang mempengaruhi mutu bunyi yang terjadi di dalamnya. Akustik ruang ini sendiri banyak dikaitkan dengan hal yang mendasar seperti perubahan suara karena pantulan dan juga gangguan suara ketembusan suara dari ruang lain. Banyak material penyerap yang sangat efektif untuk digunakan. Material-material tersebut biasanya digunakan untuk memperjelas suara yang dihantarkan dalam ruang atau juga mengurangi kejelasan suara yang timbul.

Menurut Satwiko (2004:125), bunyi adalah gelombang getaran mekanis dalam udara atau benda padat yang masih bisa ditangkap oleh telinga normal manusia, dengan rentang frekuensi antara 20-20.000 Hz. Namun, batasan-batasan ini dapat menurun karena faktor usia dan faktor subjektif lainnya, misalnya kebiasaan. Bunyi adalah suatu bentuk gelombang longitudinal yang merambat secara perapatan dan perenggangan terbentuk oleh partikel zat perantara serta ditimbulkan oleh sumber bunyi yang mengalami getaran. Bunyi tidak dapat terdengar pada ruang hampa udara, karena bunyi membutuhkan zat perantara untuk menghantarkan bunyi, baik zat padat, cair, maupun gas.

Frekuensi bunyi (*sound frequency*) sendiri berarti jumlah getaran per detik dan diukur dengan Hz (Hertz). Semakin tinggi frekuensi, semakin tinggi bunyi yang dihasilkan. Frekuensi percakapan manusia berada pada 600-4000 Hz. Telinga manusia paling peka terhadap rentang frekuensi antara 100-3200 Hz (panjang gelombang antara 10 cm – 3 m). Kepekaan telinga manusia berada untuk frekuensi yang berbeda. Dengan energi yang sama, frekuensi tinggi lebih mudah didengar, sedangkan frekuensi rendah merambat lebih jauh.

Kriteria Kebisingan (*Noise Criteria-NC*)

Menurut Satwiko (2004:124) akustik dibagi dalam akustik ruang (*room acoustics*-bunyi yang dikehendaki) dan kebisingan (*noise*-bunyi yang tidak dikehendaki). Kriteria kebisingan adalah tingkat kebisingan terendah yang dipersyaratkan untuk ruang tertentu menurut fungsi utamanya. Sedangkan tingkat kebisingan yang diperbolehkan (*acceptable noise level*) adalah tingkat kebisingan yang diperkenankan terjadi di suatu ruangan agar aktivitas (fungsi) tidak terganggu (Satwiko, 2004:127). Tingkat kebisingan yang diijinkan dalam ruang kuliah Audio Visual sendiri adalah berkisar antara 80-94 dB, dalam frekuensi 63-8000 Hz. (Satwiko, 2004:131). Apabila kebisingan yang terdapat dalam ruang kuliah Audio Visual masih berada dalam batas 80-94 dB, maka kebisingan yang terjadi tidak akan mengganggu dalam pencapaian maksimal fungsi ruangan tersebut.

***Echo* dan Reverberasi**

Echo adalah pengulangan suara oleh refleksi dari gelombang suara dari permukaan. Pengulangan atau tiruan adalah gaya yang merupakan gema dari gaya sebelumnya. *Echo* juga berarti suara yang terdengar lagi dekat dengan sumbernya setelah tercermin. Kesalahan desain dapat menyebabkan suara kabur atau bahkan *echo*. Ruang untuk *speech* sebaiknya suara asli yang berasal dari sumber dan pengulangan suaranya saling memperkuat (*reinforcing*). Reverberasi adalah tingkat kedengungan suara atau bunyi.

Dengung sendiri memiliki pengertian yaitu pengulangan bentuk suara yang dihasilkan dari refleksi gelombang suara. Waktu dengung (*reverberation time*) adalah waktu yang diperlukan oleh bunyi untuk berkurang 60 dB, dihitung

dalam detik. Dengung juga berarti konsekuensi jauh atau tidak langsung dari beberapa tindakan. Pengukuran waktu dengung bisa diukur dengan menggunakan perekam tingkat. Sebuah suara keras diproduksi dan sebagai suara mati menghilangkan jejak pada perekam tingkat akan menunjukkan kemiringan yang berbeda. Analisis waktu kemiringan ini mengungkapkan waktu dengung diukur. Rumus perhitungan untuk waktu dengung menurut (Doelle, 1972:57) adalah:

$$\text{Rumus: } RT = \frac{0.161 V}{A + x V}$$

Keterangan:

RT : *Reverberation Time* (detik)

V : Volume (m³)

A : Absorpsi bunyi dalam ruang (m² sabins)

X : Koefisien absorpsi oleh udara ruang

Akustik Ruang

Dalam sebuah ruangan, terdapat fenomena suara yang terjadi didalamnya. Fenomena tersebut akan cukup mempengaruhi suara yang diterima oleh pengguna ruangnya. Dalam ruangan tertutup terdapat dua hal yang dapat mempengaruhi suara pada saat diterima oleh pengguna ruang, suara langsung yang diterima dari sumber suaranya dan suara pantul yang dipantulkan oleh elemen-elemen interior yang terdapat dalam ruangan itu sendiri, baik dinding, lantai, maupun plafonnya. Jarak sumber dengan pendengar cukup mempengaruhi besarnya suara yang diterima pendengar.

Karakter atau sifat sebuah ruangan juga mempengaruhi besarnya energi suara yang sampai kepada pendengar. Ruangan sendiri memiliki karakter yang berbeda-beda satu dengan yang lainnya. Ada ruangan yang bersifat

memantulkan suara yang terdengar dalam ruangan, namun ada juga ruangan yang menyerap suara tersebut. Ruangan yang bersifat memantulkan suara akan memantulkan suara yang terjadi di dalam ruangan tersebut, sedangkan ruangan yang bersifat menyerap akan menyerap energi suara yang sampai sehingga tidak ada suara pantul yang dikeluarkan oleh elemen-elemen interior ruangan. Selain itu, terdapat beberapa reaksi permukaan yang berpengaruh terhadap gelombang suara yang terjadi. Reaksi yang terjadi terhadap gelombang suara antara lain:

a. Reaksi Serap (*absorption*)

Reaksi serap ini terjadi akibat turut bergetarnya material terhadap gelombang suara yang sampai pada permukaan material tersebut. Sebagian dari getaran tersebut terpantul kembali ke ruangan, sebagian berubah menjadi panas dan sebagian lain diteruskan ke bidang lain dari material tersebut. Contohnya, musik dari ruang sebelah dapat terdengar apabila tidak dipasang peredam suara. Bahan kapas, karpet, dan sejenisnya memiliki reaksi serap yang lebih tinggi terhadap gelombang suara dan frekuensi tinggi dibandingkan dengan frekuensi rendah. Sedangkan tembok, kaca, besi, kayu umumnya meneruskan sebagian energi gelombang nada rendah ke sisi lain dari material tersebut, dan sebagian gelombang suara bergetarnya menjadi panas dan sebagian lain dipantulkan kembali ke ruang dengar.

b. Reaksi Pantulan (*reflection*)

Dalam ruang kosong apabila menepuk tangan dan mendengar suara pantulan setelah menepuk tangan. Suara pantulan terjadi berkali-kali dengan waktu dan bunyi yang tidak teratur. Cara mengatasi suara pantulan yang

terjadi adalah dengan meletakkan panel akustik yang berfungsi sebagai penyerap suara yang tidak diinginkan atau *diffuser* yang menyebarkan energi pantulan ke berbagai arah dan akan meniadakan pantulan suara.

Materialnya bisa berupa permadani yang digantung di dinding, karpet di atas lantai, korden pada dinding atau jendela, atau material penyerap suara di dinding.

c. Reaksi Sebar atau Ditembuskan (*transmission*)

Salah satu solusi akustik yang terbaik adalah meletakkan panel serap dan sebar (difusi) pada bidang pantul paralel. Frekuensi rendah biasanya tidak diserap oleh karpet atau *rug*, sehingga menghasilkan fase negatif pada frekuensi *midbass* yang saling meniadakan, akibat dari interferensi suara langsung dan suara pantulan yang sering disebut dengan “Allison Affect” yang diambil dari nama desainer *loudspeaker* Roy Allison. Panel sebar mengubah energi suara dari satu arah dan satu besaran menjadi beberapa arah dengan beberapa besaran.

Dalam perancangan akustik sebuah ruang, tidak pernah terlepas dari yang namanya pemilihan material dalam desain ruangan tersebut. Pemilihan material-material yang digunakan sangat mempengaruhi sistem kedap suara atau yang lebih dikenal dengan sebutan sistem akustik ruangan. Menurut Peter (1986:33), bahan-bahan penyerap bunyi sendiri dibedakan menjadi:

- Bahan peredam berpori-pori (*porous absorbers*)

Terdiri dari material berupa butiran dan berserat, diproduksi dari kaca atau *mineral fibers*.

- Peredam berselaput (*membrane absorbers*)

Berbentuk panel tipis, biasanya berupa kayu lapis yang terdapat diatas ruang hampa udara dan di depan sebuah penopang keras.

- Penyerap berongga (*cavity or Helmholtz absorbers*)

Biasanya berupa volume tertutup dengan penghubung udara berbentuk leher celah sempit dengan udara disekitarnya.

Perancangan ruang dengan sistem akustik yang sesuai memang perlu dipikirkan dengan baik bagi seorang perancang ruang. Sistem keterasingan terkadang juga dibutuhkan untuk memberikan area privasi bagi penggunanya sesuai dengan fungsi ruang yang ada. Sebagai perencana akustik ruang, pengelompokan ruang dengan kesamaan interferensi akustik (ruang kantor, kelas, ruang rapat) mengharuskan perencana ruang mengetahui tingkat kebisingan yang dihasilkan.

Kriteria dasar sebuah ruangan yang digunakan untuk *speech* yang baik adalah suara yang ada dapat didengar dengan jelas dan cukup keras (Lawrence, 1970:126). Akustik untuk *speech* merupakan akustik dengan tingkat kenyaringan yang cukup tinggi sehingga pendengar dapat menerima suara yang disampaikan oleh pembicara dengan baik. Gaung dan dengung yang ada harus diminimalisasi sehingga tidak menimbulkan *noise* atau efek *feedback* yang mengganggu bagi pendengar.

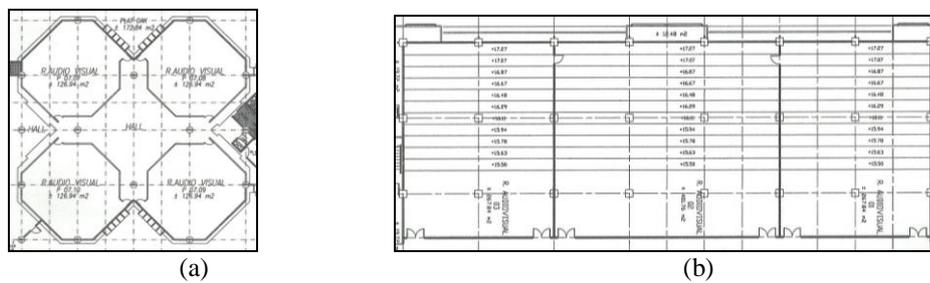
Dalam perancangan ruang kuliah, hal-hal yang harus diperhatikan adalah:

- a. Bentuk dan volume ruang kuliah,
- b. Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kondisi mendengar, dan
- c. Pengaruh geometri pandangan ruang, yaitu pelingkup horisontal dan vertikal garis pandang yang baik.

Reverberation time ruang kelas yang penuh berkisar antara 0,6 sampai 0,8 detik pada frekuensi tengah, dan biasanya bergantung volumenya. Dalam usaha menghindari bising eksterior, ruang kuliah sekarang lebih memilih untuk menggunakan pencahayaan dan penghawaan buatan, yang mana pencahayaan dan penghawaan buatan tersebut juga memberikan *background noise* dalam sebuah ruang itu sendiri.

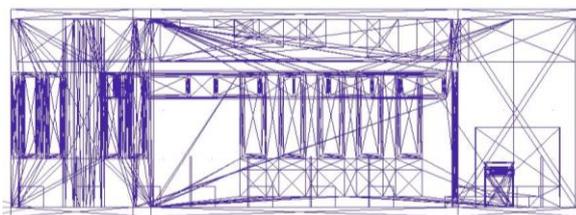
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ruang kuliah Audio Visual yang digunakan sebagai tempat penelitian dibedakan menjadi 2 (dua) yakni ruang Audio Visual di Gedung P (AVP) dan ruang Audio Visual di Gedung T (AVT).



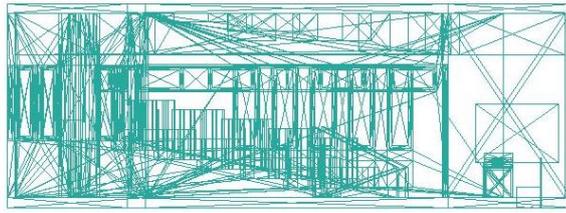
Gambar 1. (a) Denah ruang kuliah AVP (b) denah ruang kuliah AVT di Universitas Kristen Petra Surabaya (sumber: Cahyawati, 2011).

Ruang AVP memiliki bentuk segienam dengan luas ruang 126,94 m² dan berkapasitas ± 120 orang. Model ruang AVP dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yakni ruangan dengan pola lantai datar dan ruangan dengan pola lantai berundak.



(a)



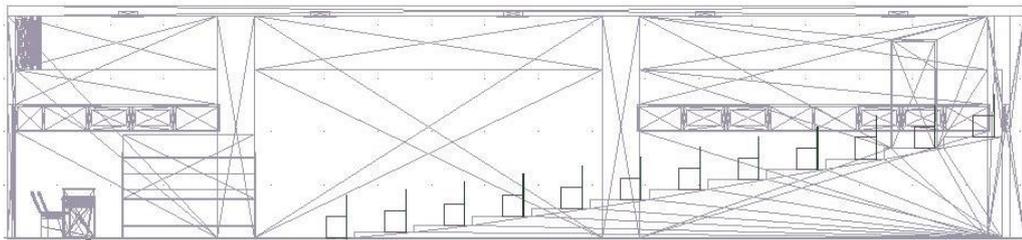


(b)

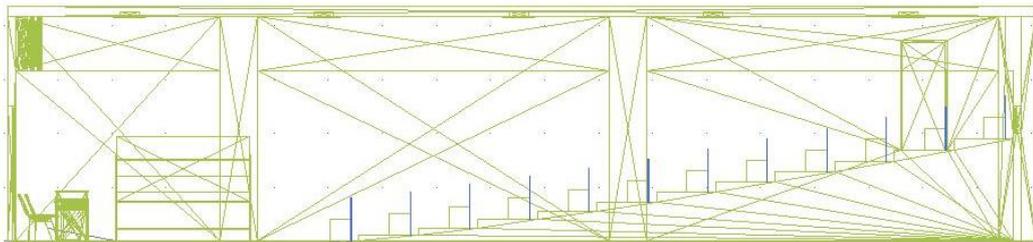


Gambar 2. Ruang kuliah AVP (a) dengan pola lantai mendatar (b) dengan pola lantai
(sumber: Cahyawati, 2011).

Sedangkan ruang AVT berbentuk segiempat dan memiliki 2 (dua) luasan ruang yang berbeda yakni ruang dengan luas 267,84 m² berkapasitas ±216 orang, serta ruang dengan luas 401,76 m² berkapasitas ±324 orang.



(a)



(b)

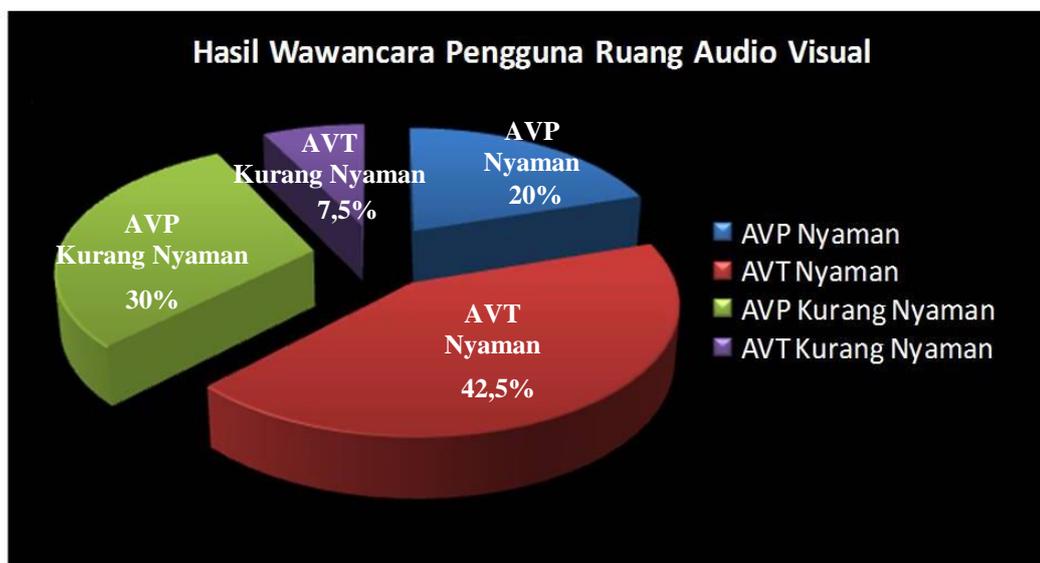


(c)

Gambar 3. Ruang kuliah AVT (a) luasan 267,84 m² (b) luasan 401,76 m² (c) perspektif (sumber: Cahyawati, 2011).

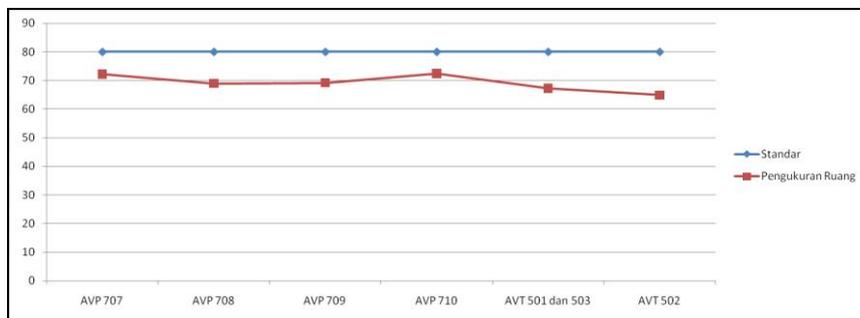
Hasil Wawancara

Berdasarkan wawancara yang dilakukan terhadap pengguna ruang didapatkan hasil bahwa sebanyak 42,5% pengguna merasakan ruang kuliah AVT sudah cukup nyaman, sedangkan 20% merasakan ruang kuliah AVP sudah nyaman. Sebanyak 30% pengguna merasa kurang nyaman dengan ruang kuliah AVP dan 7,5% merasa kurang nyaman dengan ruang kuliah AVT. Alasan kurang nyamannya ruang kuliah AVP sendiri dikarenakan elemen interior dan peralatan yang ada kurang terawat dengan baik dan juga suara yang didengarkan di dalam ruangan masih terdengar kurang jelas, berdengung, pecah, serta penyebaran distribusi suara yang dihasilkan masih kurang merata. Sedangkan alasan kurang nyamannya ruang kuliah AVT adalah suara yang dihasilkan kadang-kadang kurang jelas dan bergema.

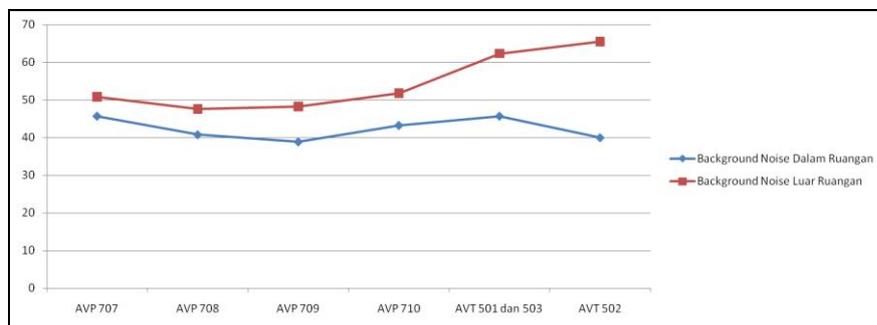


Gambar 4. Hasil wawancara pengguna ruang kuliah AVT dan AVP (sumber: Cahyawati, 2011).

Setelah dilakukan wawancara dengan pengguna, selanjutnya dilakukan pengukuran *background noise* pada ruang kuliah AV sebanyak 2 (dua) kali pengukuran, yakni *background noise* dengan sumber suara dan *background noise* tanpa sumber suara. Pengukuran *background noise* dengan sumber suara dilakukan di tengah ruangan dalam keadaan pencahayaan buatan dan penghawaan buatan menyala, yakni dengan menyalakan lampu-lampu ruangan dan AC ruangan yang ada. Hasil pengukuran menunjukkan *background noise* antara 67-73 dB. Sedangkan hasil pengukuran *background noise* tanpa sumber suara berkisar antara 38-65 dB. Hasil pengukuran keduanya masih berada dibawah standar maksimal kebisingan yang diijinkan untuk ruang AV yakni 80-94 dBA.



(a)

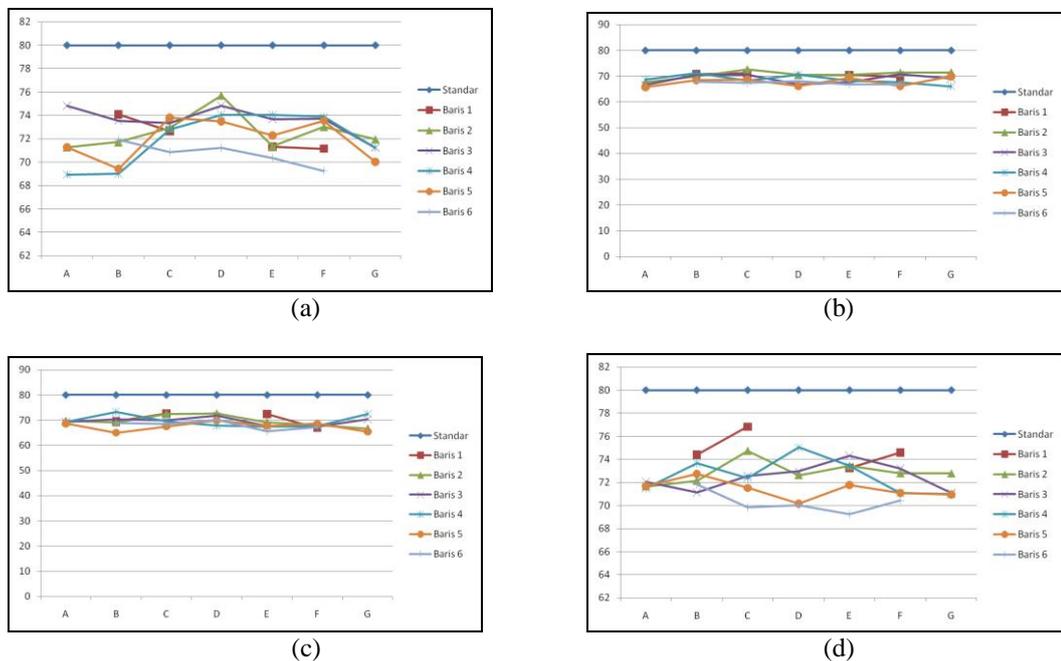


(b)

Gambar 5. (a) Grafik *background noise* dengan sumber suara, (b) Grafik *background noise* tanpa sumber suara (sumber: Cahyawati, 2011).

***Background Noise* ruang kuliah AVP**

Pembagian titik ukur ruang kuliah AVP dilakukan dengan jarak setiap 180 cm/titik. Dengan demikian, terdapat 38 titik ukur dengan 1 titik tengah baris pertama sebagai sumber suaranya.



Gambar 6. (a) Grafik *Background noise* di AVP 707 (b) *background noise* di AVP 708 (c) *background noise* di AVP 709 (d) *background noise* di AVP 710 dalam ruangan dengan sumber suara (sumber: Cahyawati, 2011).

Tabel 1. *Background Noise* ruang kuliah AVP

Ruang	<i>Background Noise</i>	
	Sumber Suara	Tanpa Sumber Suara
AVP 707	72,20 dB	45,69 dB
AVP 708	68,97 dB	40,79 dB
AVP 709	69,16 dB	38,89 dB
AVP 710	72,40 dB	43,24 dB

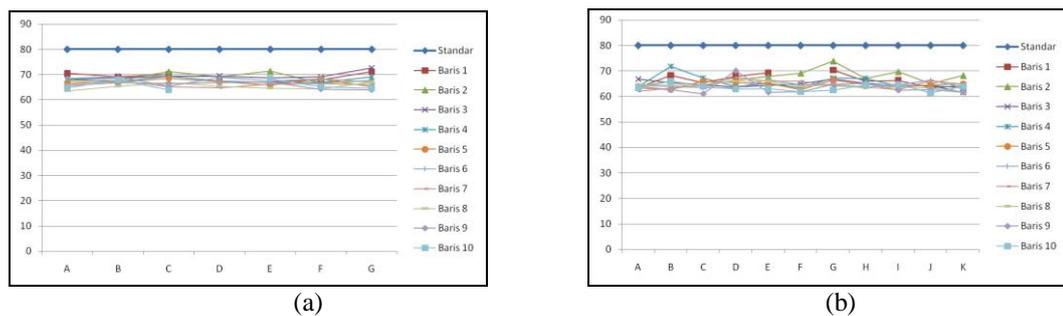
Sumber: Cahyawati, 2011

***Background Noise* ruang kuliah AVT**

Pembagian titik ukur ruang kuliah AVT dilakukan dengan jarak setiap 180 cm/titik. Untuk ruang AVT 501 dan 503 terdapat 70 titik ukur dengan 1 titik

tengah baris pertama sebagai sumber suaranya. Sedangkan pada ruangan AVT 502 terdapat 110 titik ukur dengan 1 titik tengah baris pertama sebagai sumber suaranya juga.

Pengukuran ruangan AVT 501 dan AVT 503 dilakukan dengan mengambil *sample* ruangan di AVT 503. Hal ini dikarenakan luasan ruangan, material pembentuk ruangan, dan kondisi sekitar ruangan AVT 501 dan AVT 503 sama, sehingga *background noise* yang dihasilkan juga akan sama.



Gambar 7. (a) Grafik *background noise* di AVT 501 dan 503 (b) *background noise* di AVT 502 dalam ruangan dengan sumber suara (sumber: Cahyati, 2011).

Tabel 2. *Background Noise* Ruang Audio Visual Gedung T

Ruang	<i>Background Noise</i>	
	Sumber Suara	Tanpa Sumber Suara
AVT 501 dan 503	67,29 dB	45,69 dB
AVT 502	64,87 dB	39,99 dB

Sumber: Cahyawati, 2011

Hasil Verifikasi *Reverberation Time*

Verifikasi perhitungan *Reverberation Time* (RT) dilakukan dengan menggunakan 3 (tiga) macam cara yakni perhitungan secara manual, perhitungan menggunakan bantuan *software Autodesk Ecotect Analysis 2011*, dan *software Armstrong Reverberation Time*. Dalam perhitungan RT ruang kuliah AVP tidak dapat dilakukan dengan program *Armstrong Reverberation Time*, hal ini dikarenakan program tersebut hanya bisa untuk bentuk ruang yang sederhana saja

maksimal segienam, sedangkan untuk ruang kuliah AVP memiliki bentuk segidelapan.

Tabel 3. Hasil Verifikasi Reverberation Time

Ruang	Volume	Manual	Autodesk Ecotect Analysis 2011	Armstrong Reverberation Time
AVP 707	491.639 m3	0,38 detik	0,24 detik	-
AVP 708	491.639 m3	0,34 detik	0,20 detik	-
AVP 709	491.639 m3	0,33 detik	0,19 detik	-
AVP 710	491.639 m3	0,38 detik	0,24 detik	-
AVT 502	1671.322 m3	0,57 detik	0,50 detik	0,52 detik
AVT 501 dan 503	1114.214 m3	0,56 detik	0,61 detik	0,58 detik

Sumber: Cahyawati, 2011

Hasil Acoustics Response

Acoustics response kali ini bertujuan untuk melihat jangkauan penyebaran penggunaan *speaker* dalam sebuah ruang.

LEVEL	KETERANGAN	
Direct	Direct	penyebaran suara dari speaker yang langsung dapat diterima oleh telinga pendengar
Useful	Useful	penyebaran suara yang efektif oleh speaker dan dapat didengar oleh manusia
Border	Border	penyebaran suara oleh speaker pada sekeliling ruangan
Echo	Echo	penyebaran suara oleh speaker yang dipantulkan oleh elemen-elemen interior dalam ruangan dapat menimbulkan echo (gema)
Reverberation	Reverberation	penyebaran suara yang dipantulkan oleh elemen-elemen interior dalam ruangan dapat menimbulkan dengung
Masked	Masked	penyebaran suara dari speaker yang terserap oleh elemen-elemen interior yang ada di dalam ruangan

Gambar 8. Keterangan perbedaan warna dalam pancaran jangkauan speaker (sumber: <http://www.armstrong.com/reverb/main.jsp>, 2011).

Tabel 4. Acoustics Response ruang kuliah Audio Visual

ACOUSTIC RESPONSE	AVP 707	AVP 708	AVP 709	AVP 710	AVT 501 dan 503	AVT 502
<i>Number of rays</i>	998 (16 reflections)	999 (16 reflections)	999 (16 reflections)	1000 (16 reflections)	1000 (16 reflections)	1000 (16 reflections)
<i>usefull</i>	0-10 dB, dalam 0,01-0,04 detik	0-10 dB, dalam 0,01-0,04 detik	0-10 dB, dalam 0,01-0,04 detik	0-10 dB, dalam 0,01-0,045 detik	0-10 dB, dalam 0,01-0,07 detik	0-10 dB, dalam 0,01-0,08 detik
<i>direct</i>	0-10 dB, dalam 0-0,025 detik	0-10 dB, dalam 0-0,02 detik	0-15 dB, dalam 0-0,02 detik	0-10 dB, dalam 0-0,02 detik	0-10 dB, dalam 0-0,02 detik	0-10 dB, dalam 0-0,01 detik
<i>reverberation</i>	5-25 dB, dalam 0,01-0,14 detik	5-25 dB, dalam 0,01-0,13 detik	5-25 dB, dalam 0,01-0,14 detik	5-25 dB, dalam 0,01-0,125 detik	5-25 dB, dalam 0,01-0,3 detik	5-30 dB, dalam 0,01-0,31 detik
<i>masked</i>	15-125 dB, dalam 0-0,425 detik	15-125 dB, dalam 0,005-0,5 detik	15-125 dB, dalam 0-0,53 detik	15-125 dB, dalam 0,005-0,46 detik	15-125 dB, dalam 0,005-0,73 detik	15-130 dB, dalam 0-0,8 detik

Sumber: Cahyawati, 2011

Hasil Optimasi Ruang Audio Visual

Optimasi desain akustik ruang kuliah AV merupakan cara untuk membuat ruang AV berfungsi sebagai ruang *speech* yang optimal. Sebelumnya, terlihat bahwa sebagian besar studi kasus ruang kuliah AV memiliki RT yang masih berada dibawah standar fungsi ruang *speech*. Sebanyak 4 (empat) ruang kuliah AVP memiliki hasil pengukuran RT berkisar pada 0,19- 0,24 detik, di mana hasil tersebut masih berada di bawah standar RT sebagai ruang *speech* (0,5-1,0 detik). Dengan demikian, pengoptimasian bertujuan untuk menaikkan RT ruang AV sehingga mempunyai hasil pengukuran sesuai standar dengan menggunakan bantuan program *software Autodesk Ecotect Analysis 2011*. Sedangkan ruang kuliah AVT yang sudah memiliki RT sesuai dengan standar, hanya dilakukan perhitungan RT dengan *occupancy* dari 0% sampai dengan 100% saja.

Sampel optimasi desain adalah sampel yang digunakan untuk melakukan optimasi RT ruangan yang meliputi jenis bahan interior, penambahan panel penyerapan, dan *occupancy* ruang yang semuanya akan berpengaruh pada kualitas akustik dalam sebuah ruangan. Untuk peningkatan kualitas akustik dengan karakter ruang *speech*, dipilih material-material dengan koefisien penyerapan rendah sehingga dapat menaikkan RT dalam ruangan tersebut sampai optimal.

Tabel 5. Bahan-Bahan Optimasi

ELEMEN INTERIOR	VERIFIKASI		OPTIMASI AKUSTIK					
			ALTERNATIF 1		ALTERNATIF 2		ALTERNATIF 3	
	Bahan	Koef.	Bahan	Koef.	Bahan	Koef.	Bahan	Koef.
Lantai Vinil	<i>ConcFlr</i> <i>_Suspended</i>	0.02	<i>ConcFlr</i> <i>_Suspended</i>	0.02	<i>ConcSlab</i> <i>_OnGround</i>	0.01	<i>ConcSlab</i> <i>_OnGround</i>	0.01
Lantai Karpet	<i>ConcFlr</i> <i>_Carpeted</i> <i>Suspended</i>	0.23	<i>ConcFlr</i> <i>_Carpeted</i> <i>Suspended</i>	0.23	<i>ConcSlab</i> <i>_OnGround</i>	0.01	<i>ConcSlab</i> <i>_OnGround</i>	0.01
Dinding Bata	<i>Brick</i> <i>Plaster</i>	0.02	<i>Brick</i> <i>Plaster</i>	0.02	<i>Brick</i> <i>Plaster</i>	0.02	<i>Brick</i> <i>Plaster</i>	0.02
Dinding Partisi	<i>Framed</i> <i>Plasterboar</i>	0.10	<i>Framed</i> <i>Plaster</i>	0.10	<i>Framed</i> <i>Plywood</i>	0.07	<i>Framed</i> <i>Plywood</i>	0.07

	<i>d_Partition</i>		<i>board_ Partition</i>		<i>Partition</i>		<i>Partition</i>	
							<i>Panel 5cm, tinggi 2,807 m, bahan: SolidTimber</i>	0.07
Plafon	<i>Suspended Concrete Ceiling</i>	0.02	<i>Suspended Concrete Ceiling</i>	0.02	<i>Suspended Concrete Ceiling</i>	0.02	<i>Suspended ConcreteCeiling</i>	0.02
Jendela	<i>Double Glazed_ AlumFrame</i>	0.04	<i>Double Glazed_ AlumFrame</i>	0.04	<i>Single Glazed_ Alum Frame_ Blinds</i>	0.02	<i>Single Glazed_ AlumFrame_ Blinds</i>	0.02
Pintu	<i>SolidCore_ OakTimber</i>	0.07	<i>SolidCore_ OakTimber</i>	0.07	<i>Solid Core_Oak Timber</i>	0.07	<i>SolidCore_ OakTimber</i>	0.07

Sumber: Cahyawati, 2011

Hasil pengoptimasian terbaik didapatkan dari alternatif kedua, dengan cara mengubah material-material non-struktural, seperti material dinding partisi, lantai, plafon, jendela, maupun material furnitur yang digunakan, dengan material yang memiliki koefisien lebih rendah dari material aslinya. Dengan penggantian material-material tersebut maka diperoleh RT tertinggi namun tetap berada dalam standar RT yang seharusnya, baik untuk *occupancy* 0% sampai dengan 100%.

Tabel 6. Optimasi ruang kuliah Audio Visual terhadap *occupancy* (500 Hz)

RUANG	Total Absorpsi	OCCUPANCY				
		0%	25%	50%	75%	100%
AVP 707	100.881	0.59	0.56	0.54	0.52	0.51
AVP 708	102.099	0.59	0.56	0.54	0.52	0.51
AVP 709	103.664	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49
AVP 710	100.631	0.59	0.56	0.54	0.52	0.51
AVT 502	231.393	0.61	0.59	0.58	0.56	0.54
AVT 501 dan 503	444.494	0.50	0.49*	0.48*	0.46*	0.45*

*Keterangan: RT dibawah standar tetapi masih dalam batas toleransi 10%.

Sumber: Cahyawati, 2011

SIMPULAN

Penelitian akustik ruang kuliah Audio Visual memberikan rekomendasi desain akustik yang baik untuk ruang kuliah Audio Visual di Universitas Kristen Petra, Surabaya. Penelitian ini dilakukan melalui 3 (tiga) *treatment* untuk

menaikkan RT ruang kuliah AVP di Universitas Kristen Petra. *Treatment* yang pertama dilakukan dengan mengganti material pada furnitur ruang sehingga menaikkan RT dari 0,19-0,24 detik menjadi 0,36-0,55 detik dalam *occupancy* 0% (keadaan ruang kosong). Kondisi ini dinilai masih belum dapat digunakan sebagai ruang kuliah Audio Visual dengan akustik yang baik, karena belum masuk dalam standar RT yang dianjurkan untuk ruang *speech*. *Treatment* yang lain adalah dengan mengganti material non-struktural dalam ruangan (material lantai, partisi, plafon, jendela, maupun furnitur). RT yang dihasilkan merupakan RT yang tertinggi dari tiga *treatment* yang ada, namun masih berada dalam *range* standar RT yang dianjurkan, yakni 0,57-0,59 detik dalam *occupancy* 0% dan 0,49-0,51 detik dalam *occupancy* 100% (ruangan terisi penuh sesuai dengan kapasitasnya). *Treatment* yang terakhir adalah dengan menggunakan material dalam *treatment* kedua, namun ditambahkan dengan panel multipleks pada dinding partisinya yang ternyata menyerap suara yang dihasilkan sehingga menghasilkan RT berkisar antara 0,56-0,58 detik. Dengan demikian, RT yang dihasilkan masih lebih rendah dari RT dalam *treatment* kedua. *Treatment* kedua akhirnya dipilih sebagai desain akustik yang paling sesuai dengan standar ruang *speech*, dimana RT yang dihasilkan merupakan RT tertinggi dari *treatment-treatment* yang ada namun masih tetap berada dalam standar RT yang dianjurkan. Dengan demikian, ruang Audio Visual dapat berfungsi dengan maksimal jika ditunjang dengan sistem akustik yang baik.

Tabel 7. Material yang dianjurkan untuk digunakan ruang kuliah AVP

	Bahan	Koef.
Lantai Vinil	<i>ConcSlab OnGround</i>	0.01
Lantai Karpet	<i>ConcSlab OnGround</i>	0.01
Dinding Bata	<i>Brick Plaster</i>	0.02
Dinding Partisi	<i>Framed Plywood Partition</i>	0.07

Plafon	<i>Suspended Concrete Ceiling</i>	0.02
Jendela	<i>SingleGlazed AlumFrame Blinds</i>	0.02
Pintu	<i>SolidCore OakTimber</i>	0.07
Furnitur	<i>SolidCore OakTimber</i>	0.07

Sumber: Cahyawati, 2011

DAFTAR REFERENSI

Cahyawati, Citra. 2011. Tugas Akhir *Studi Penerapan Sistem Akustik pada Ruang Kuliah Audio Visual*, Juni 2011. Universitas Kristen Petra, Surabaya.

Doelle, L. L. 1972. *Environmental Acoustics*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Lawrence, A. 1970. *Architectural Acoustics*. London: Applied Science Publishers Ltd.

Peter, L. dan Duncan T. 1986. *The Architecture of Sound*, Edinburg: Architectural Press.

Satwiko, P. 2004. *Fisika Bangunan, Edisi 1*. Yogyakarta: ANDI

Tim Penyusun Kamus Pusat Bahasa, 2001. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta: Balai Pustaka.

<http://www.armstrong.com/reverb/main.jsp>, diakses tanggal 1 Mei 2011.