

**KAITAN MATERIAL DAN KUALITAS AKUSTIK PADA RUANG AUDIO VISUAL
UNIVERSITAS KATOLIK MUSI CHARITAS PALEMBANG
(ECOTECT ANALYSIS)**

Triedy Mulia

Prodi Teknik Arsitektur , Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Musi Charitas
Jl. Bangau No. 60 Palembang 30113

Email: triedy.mulia@gmail.com

Abd. Rachmad Zahrial Amin

Prodi Teknik Arsitektur , Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Musi Charitas

Email: arach_arch@yahoo.com

Abstract: *An audio-visual room is a room specifically designed to enable users to have enjoyable listening and watching video activities. This study was conducted to find out correlation between acoustics quality and acoustics materials in audio-visual room of Musi Charitas University. The methods of this research were descriptive method using ecotect simulation. The simulation revealed that: (1) The replacement of ceiling materials improve the quality of sound quality since it's reverberation time approximately 47.9 ms.; (2) The replacement of ceiling materials caused the reverberation time (RT) becomes eligible, with the tolerance of about 10% of the standard 50 ms. Thus, it was not necessary to change the wall layers on the right and the left sides because the RT of the audio-visual room matched the speech RT (0.5-1.0s). Before the ceiling materials were replaced, the RT in the 250 Hz frequency was 0.41s. That is why it is important to decide to use the right absorption coefficient so that the reverberation time in the audio-visual room would be equal or within the range of 0.5-1.0s.*

Key words: *room acoustics quality, acoustics materials, Ecotect analysis*

Abstrak: *Ruang audio-visual merupakan ruang yang dirancang dengan kualitas akustik yang baik yaitu mampu memaksimalkan efek perangkat audio-video sehingga mendukung kenikmatan pemakai dalam mendengarkan dan menonton pertunjukan audio-visual. Penelitian ini bertujuan mengetahui keterkaitan kualitas akustik dengan material akustik pada ruang audio visual di Universitas Musi Charitas. Penelitian dilakukan dengan metode deskriptif dan simulasi ecotect. Hasil simulasi menunjukkan bahwa (1) Penggantian material plafond meningkatkan kualitas akustik karena garis suara mencapai pendengar di tengah ruangan akibat mengalami pantulan plafond dan dasar sekitar 47,9 ms; (2) Setelah dilakukan penggantian bahan pada plafond, waktu dengung menjadi memenuhi syarat karena adanya toleransi sekitar 10% dari standar 50 ms. Akibatnya, perubahan lapisan dinding samping (kiri dan kanan) tidak diperlukan, walaupun garis suara mengalami sedikit pemantulan pada dinding samping, (3) Waktu dengung ruang Audio-Visual mencapai waktu dengung sesuai dengan kriteria waktu dengung speech (sekitar 0,5 – 1,0 sekon). Sebelum penggantian material plafond, RT pada frekuensi 250 Hz adalah 0,41s dan setelah perubahan mencapai 0,50 s. Penentuan koefisien absorpsi yang tepat, dilakukan agar waktu dengung pada ruang Audio-Visual berada antara 0,5–1,0 s.*

Kata Kunci: *kualitas akustik ruang, material akustik, Ecotect Analysis*

PENDAHULUAN

Bagi sebagian orang, ruang audio-visual terdengar familiar karena ruang tersebut sudah umum digunakan dan keberadaannya sudah menjamur. Namun, bagi sebagian orang yang belum mengenal ruang audio-visual tentu akan bingung akan fungsi dari ruang tersebut. Ruang audio-visual dapat dijelaskan sebagai ruang berfungsi

mengutamakan kenikmatan pemakai untuk mendengarkan, menonton maupun memaksimalkan efek perangkat audio-videonya. Dalam memenuhi fungsi memaksimalkan efek perangkat audio-video di dalam suatu ruang audio-visual, hal yang menjadi faktor utama adalah penggunaan material akustik pada ruang audio-visual serta finishing yang baik. Menentukan pemakaian material /bahan yang akan dipergunakan sangat penting dalam perencanaan

interior ruang audio-visual. Sebab, penggunaan material akan sangat memengaruhi kualitas dan kenyamanan seseorang saat berada di dalam ruang itu.

Sekitar 90% persen dari tahap penyelesaian ruang audio-visual, umumnya menggunakan bahan tekstil. Bahan ini dipilih karena memiliki tekstur, warna dan corak yang beragam sehingga bisa disesuaikan dengan tema, gaya dan selera interior ruangan. Hanya, pada ruang audio-visual ditambahkan penataan akustik sehingga faktor kenyamanan terhadap mata dan telinga pun harus diperhitungkan.

Keberadaan ruang audio-visual sudah dirasakan oleh sebagian mahasiswa dan dosen Unika Musi Charitas Palembang. Ruang Audio-Visual Unika Musi Charitas Palembang sangat menunjang aktivitas belajar mengajar yang berlangsung di dalam ruang tersebut. Selain sebagai sarana kuliah, ruang Audio-Visual Unika Musi Charitas Palembang juga dapat digunakan sebagai ruang berkumpul bersama antar mahasiswa dengan penyelenggaraan 'nonton bareng' yang diadakan oleh mahasiswa.

Ruang Audio-Visual Unika Musi Charitas Palembang dilengkapi dengan perangkat suara (*speaker*) yang berjumlah 2 buah, diletakkan di sudut belakang ruang dan layar putih yang berfungsi sebagai penangkap gambar yang dihasilkan oleh proyektor. Interior ruang Audio-Visual Unika Musi Charitas Palembang didesain sesuai dengan fungsi ruang. Penggunaan material akustik pada ruang Audio-Visual tersebut sudah cukup baik karena sudah memiliki material akustik pemantul suara dan peredam suara. Kualitas suara yang dihasilkan terdengar baik dan cukup optimal. D

inding bagian dalam ruang dilapisi material karpet yang berfungsi sebagai peredam suara berperan penting dalam hubungan antar ruang Audio-Visual dan ruangan di sekitarnya. Dalam kasus ini, apabila sedang ada aktivitas menonton dan mendengar di dalam ruang Audio-Visual Unika Musi Charitas Palembang, volume suara yang ada di ruang Audio-Visual tersebut terdengar tidak terlalu besar dari luar ruang. Hal ini menandakan bahwa kebisingan yang ada di dalam ruang Audio-Visual tersebut dapat diredam dengan baik sehingga tidak mengganggu aktivitas di sekitar ruang tersebut.

KAJIAN TEORI

Secara umum suara berarti gelombang energi (getaran) yang merambat melalui media kenyal sampai pada ke telinga dan menggetarkan gendang telinga sehingga terjadi proses pendengaran. Sedangkan 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.. 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.

Suara berbentuk gelombang yang merambat secara perapatan dan peregangannya terbentuk oleh gelombang mekanik dan perambatannya sejajar dengan arah getarnya (gelombang longitudinal). Syarat terdengarnya suara ada 3 macam, yaitu: sumber suara, media (udara), dan pendengar. Sedangkan sifat-sifat suara meliputi : merambat membutuhkan media, merupakan gelombang longitudinal, dan dipantulkan.

Suara mempunyai cepat rambat yang dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu :

- a. Kerapatan partikel medium yang dilalui suara. Semakin rapat susunan partikel medium maka semakin cepat suara merambat, sehingga suara merambat paling cepat pada zat padat.
- b. Suhu medium, semakin panas suhu medium yang dilalui maka semakin cepat suara merambat. Hubungan ini dapat dirumuskan kedalam persamaan matematis ($v = v_0 + 0,6.t$) dimana v_0 adalah cepat rambat pada suhu nol derajat dan t adalah suhu medium.

Bunyi dengung (*reverberation sound*) adalah bunyi yang terpantul-pantul. Setiap ruang mempunyai kebutuhan bunyi dengung yang berbeda-beda. Bunyi dengung dapat dibutuhkan maupun dihindari tergantung dari penggunaan ruang. Ruang yang khusus untuk ceramah misalnya tidak membutuhkan dengung dibandingkan dengan ruang paduan suara.

Tabel 1. Cepat rambat suara pada medium tertentu.

Cepat rambat suara pada medium tertentu.	
Medium perambatan suara	Cepat rambat suara (m/s)
Udara (0 °C)	331
Udara (100 °C)	386
Air (25 °C)	1490
Air laut (25 °C)	1530
Aluminium	5100
Tembaga	3560
Besi	5130
Timah	1320

Noise Criteria, menurut Satwiko (2004:124) akustik dibagi dalam akustik ruang (room acoustics-bunyi yang dikehendaki) dan kebisingan (noise-bunyi yang tidak dikehendaki). Noise Criteria (NC) atau 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.

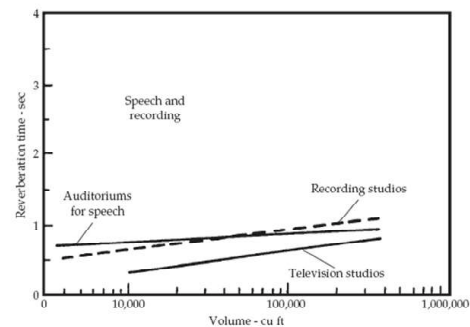
Reverberation Time, Reverberation time atau waktu dengung (RT) adalah waktu yang diperlukan suara untuk meluruh sebesar 60dB. Kebutuhan waktu dengung di setiap ruang berbeda sesuai kebutuhan dan fungsi ruang tersebut. Ruang konser dengan musik bergenre rock membutuhkan waktu dengung yang berbeda dengan musik bergenre klasik.

Begitu juga dengan ruang rapat, ruang kelas, ruang seminar dan lain-lain. Biasanya digunakan perkiraan range waktu dengung yang diperbolehkan untuk ruang dengan fungsi tertentu. Contohnya, ruang studio rekaman musik membutuhkan RT 0,2-0,4 sekon, ruang speech seperti seminar dan ruang kelas membutuhkan 1-1,3 sekon, ruang konser klasik

Tabel 2. tingkat kebisingan yang diperbolehkan

BANGUNAN	RUANGAN	dBA
Pendidikan	Ruang kuliah ruang kelas	30-40
	Ruang belajar privat	20-35
	Perpustakaan	35-45
Kesehatan	Rumah Sakit, Ruang Inap Umum	25-35
	Rumah sakit Ruang Inap Privat	20-25
	Ruang Operasi	25-30
Auditorium	Hall Konser	25-35
	Gereja	35-40
	Ruang Sidang, Ruang Konferensi	40-45
	Studio rekaman	20-25
	Studio radio	20-30
	Teater Drama	30-40

membutuhkan RT 1,7-2,5 sekon. Nilai RT ini dilihat berdasarkan ukuran ruangan yang digunakan.



Gambar 1. Perbandingan Waktu Dengung terhadap luas ruangan

Umumnya, musisi sering menyebut suara di suatu ruang lembab (*wet*) atau kering (*dry*). Parameter waktu dengung bisa menjelaskan hal tersebut. Waktu dengung yang kecil nilainya sering disebut *dry*, sedangkan yang lebih lama waktunya disebut *wet*. Banyak istilah lain seperti ‘cempreng’/tipis, gemuk, yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Istilah tersebut dipengaruhi oleh parameter akustik waktu dengung dan parameter lainnya.

Nilai waktu dengung dipengaruhi oleh volume ruangan. Karena berada di dalam ruang, maka akan terjadi *roommodes*. Akibatnya waktu dengung di setiap frekuensi akan berbeda. Nilai waktu dengung yang ada di referensi biasanya merupakan rata-rata dari keseluruhan frekuensi. Misalnya RT pada 125 Hz = 1,4 sekon, RT pada 1000 Hz = 1 sekon, dll. yang kemudian angka tersebut dirata-rata sehingga didapatkan waktu dengung rata-rata tersebut.

Menghitung waktu dengung dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya adalah menggunakan *software* dan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus, sebagai berikut :

1. Sabine Equation

Sabine menemukan bahwa waktu dengung di suatu ruang dipengaruhi oleh volume dan jumlah luas permukaan absorpsi suara di ruang tersebut.

$$T_{60} = 0.161 \frac{V}{\sum \alpha S}$$

T₆₀ = waktu dengung: waktu suara untuk meluruh sebesar 60dB

V = volume ruang (m³)

á = koefisien absorpsi bahan

S = luas permukaan bahan absorpsi (m²)

Konstanta rumus ini digunakan saat temperatur ruang 20°C. Di Indonesia seringkali temperatur ruang sedikit lebih besar dari 20°C. Namun hal ini bisa diabaikan karena pengaruhnya kecil, karena menggunakan *Air Conditioner*. Rumus *Sabine* biasa digunakan untuk rancangan ruang berukuran besar seperti ruang konser dengan koefisien absorpsi rata-rata diatas 0,5. Untuk ruang dengan rata-rata koefisien absorpsinya kurang dari 0,5 atau mendekati *dead room*, misalnya ruang studio, digunakan pendekatan lain yakni *Norris Eyring*.

2. Norris Eyring

$$T_{60} = \frac{0.161V}{-S_T \ln(1 - \bar{\alpha})}$$

T₆₀ = waktu dengung

V = volume ruang (m³)

$\bar{\alpha}$ = rata-rata koefisien absorpsi bahan ($\sum S_i \alpha_i / \sum S_i$)

S_T = luas permukaan total ruangan (m²)

Rumus di atas efektif untuk perhitungan waktu dengung dengan ruangan bersifat sangat absorptif. Untuk ruangan yang sangat besar, faktor udara juga dapat mempengaruhi waktu dengung, umumnya pada frekuensi lebih tinggi dari 2 kHz. Lembabnya udara bisa menyebabkan suara terabsorpsi oleh udara. Karenanya, rumus-rumus diatas dimodifikasi menjadi

$$T_{60} = 0.161 \frac{V}{\sum \alpha S + 4mV}$$

$$T_{60} = \frac{0.161V}{-S_T \ln(1 - \bar{\alpha}) + 4mV}$$

Nilai *m* per meter dalam sabine adalah 0,009 pada 2 kHz, 0,025 pada 4 kHz, dan 0,08 pada 8 kHz. Nilai

ini bisa diaplikasikan pada keadaan kelembaban 40% hingga 60%.

3. Millington-Sette

Jika material di dalam suatu ruangan memiliki banyak jenis koefisien penyerap, rumus yang dengan prediksi yang paling baik adalah rumus ini, hal ini karena hal substitusi suatu koefisien penyerap yang efektif dari pada rumus yang telah Sabine buat.

$$(0.161V)RT = S - \sum a_i \ln(1 - a_i)$$

Keterangan:

RT : Reverberation Time (detik)

V : Volume (m³)

S_i : luas permukaan material (m²)

a_i : Koefisien serap sebenarnya

Akustik Ruang

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.

Dalam kepustakaan akustik arsitektur dan pada lembaran informasi yang diterbitkan oleh pabrik-pabrik dan penyalur, bahan akustik komersial kadang-kadang dicirikan oleh koefisien reduksi bising, yang merupakan rata-rata dari koefisien penyerapan suara pada frekuensi 250, 500, 1000, dan 2000 Hz yang dinyatakan dalam kelipatan terdekat dari 0,05. Nilai ini berguna dalam membandingkan penyerapan suara bahan-bahan akustik komersial secara menyeluruh bila digunakan untuk tujuan reduksi bising (Doelle, 1986).

Bila suara menabrak suatu permukaan, maka dipantulkan atau diserap. Energi suara yang diserap oleh lapisan penyerap sebagian diubah menjadi panas, tetapi sebagian besar ditransmisikan ke sisi lain lapisan tersebut, kecuali bila transmisi tadi dihalangi oleh penghalang yang berat dan kedap. Dengan perkataan lain penyerap suara yang baik adalah pentransmisiansuara yang efisien dan karena itu adalah insulator suara yang tidak baik. Sebaliknya dinding insulasi suara yang efektif akan menghalangi transmisi suara dari satu sisi ke sisi

lain. Bahan-bahan dan konstruksi penyerap suara dapat dipasang pada dinding ruang ataupun digantung di udara (Doelle, 1986). Bahan-bahan tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Bahan berpori (*porous absorber*), seperti papan serat (*fiber board*), plesteran lembut, *mineral wools*, dan selimut isolasi, memiliki karakteristik dasar suatu jaringan seluler dengan pori-pori yang saling berhubungan. Penyerap berpori mempunyai karakteristik penyerapan suaranya lebih efisien pada frekuensi tinggi dibandingkan pada frekuensi rendah dan efisiensi akustiknya membaik pada jangkauan frekuensi rendah dengan bertambahnya tebal lapisan penahan yang padat dan dengan bertambahnya jarak dari lapisan penahan ini. Bahan berpori ini antara lain ubin selulosa, serat mineral, serat-serat karang (*rock wool*), serat-serat gelas (*glass wool*), serat-serat kayu, lakan (*felt*), rambut, karpet, kain dan sebagainya.

b. Panel Penyerap atau selaput (*membrane absorber*) merupakan penyerap frekuensi rendah yang efisien. Bila dipilih dengan benar, panel penyerap mengimbangi penyerapan frekuensi sedang dan tinggi yang agak berlebihan oleh penyerap-penyerap berpori dan isi ruang. Jadi penyerap ruang menyebabkan karakteristik dengung yang serba sama pada seluruh jangkauan frekuensi audio. Panel – panel penyerap yang berperan pada penyerapan frekuensi rendah antara lain panel kayu dan *hardboard*, *gypsum boards*, langit-langit plesteran yang digantung, plesteran berbulu, jendela, kaca, dan pintu. Bahan-bahan yang berpori yang diberi jarak dari lapisan penunjangnya yang padat juga berfungsi sebagai panel penyerap yang bergetar dan menunjang penyerapan pada frekuensi rendah.

c. Resonator/Penyerap berongga (*cavity* atau *Helmholtz absorbers*) merupakan penyerap suara yang terdiri dari sejumlah udara tertutup yang dibatasi dinding-dinding tegar dan dihubungkan oleh celah sempit ke ruang sekitarnya, dimana gelombang suara merapat.

Desain Akustik

Ada ruangan yang karena fungsinya memerlukan lebih banyak karakteristik serap (studio, home theater, dan lain lain.) dan ada yang memerlukan gabungan antara serap dan pantul yang berimbang (auditorium, ruang kelas, dsb). Dengan

mengkombinasikan beberapa karakter permukaan ruangan, seorang desainer akustik dapat menciptakan berbagai macam kondisi mendengar sesuai dengan fungsi ruangnya, yang diwujudkan dalam bentuk parameter akustik ruangan.

Karakteristik akustik permukaan ruangan pada umumnya dibedakan atas:

a. Bahan Penyerap Suara (*absorber*) yaitu permukaan yang terbuat dari material yang menyerap sebagian atau sebagian besar energi suara yang datang padanya. Misalnya *glasswool*, *mineral wool*, *foam*. Bisa berwujud sebagai material yang berdiri sendiri atau digabungkan menjadi sistem *absorber* (*fabric covered absorber*, *panel absorber*, *grid absorber*, *resonator absorber*, *perforated panel absorber*, *acoustic tiles*, dan sebagainya).

b. Bahan Pemantul Suara (*reflector*) yaitu permukaan yang terbuat dari material yang bersifat memantulkan sebagian besar energi suara yang datang kepadanya. Pantulan yang dihasilkan bersifat spekular (mengikuti kaidah Snellius yaitu sudut datang = sudut pantul). Contoh bahan ini misalnya keramik, marmer, logam, aluminium, gypsum board, beton, dan sebagainya.

c. Bahan pendifuse / penyebar suara (*diffuser*) yaitu permukaan yang dibuat tidak merata secara akustik yang menyebarkan energi suara yang datang kepadanya. Misalnya *QRD diffuser*, *BAD panel*, *diffsorber*, dsb.

Jenis – Jenis Material Akustik

Beberapa material akustik yang sering digunakan dalam gedung konser atau gedung yang didesain secara akustik adalah sebagai berikut :

a. Plester. Plester adalah material yang digunakan untuk dinding dan langit – langit gedung. Merupakan material yang baik untuk menyerap gelombang suara frekuensi rendah dan memiliki kemampuan refleksi yang baik untuk semua frekuensi. Plester dapat dibentuk pada dinding sedemikian sehingga dapat menghasilkan persebaran suara.

b. Gypsum dan Kayu. Material gypsum memiliki karakteristik absorpsi yang sangat baik untuk gelombang suara frekuensi rendah. Dapat digunakan baik untuk dinding maupun langit –

langit. Umumnya digunakan dua lapis papan gypsum dan dipasang pada system *furring*. terhadap umur dan abrasi maka kebanyakan material ini digunakan untuk bagian dinding yang lebih rendah.

c. Plywood. *Plywood* terbuat dari beberapa lembaran tipis, atau lapisan yang arah seratnya disusun saling melintang antara lembaran bawah dengan lembaran bagian atas secara bersamaan dengan lem khusus di bawah tekanan besar sehingga didapatkan ketebalan tertentu. Lembaran-lembaran tersebut biasanya diperoleh dari proses pengupasan batang kayu secara *rotary*. Dari proses ini diperoleh lembaran yang lebar dan panjang pada ketebalan yang kecil (0,3 mm - 3 mm).

d. Masonry. Material masonry termasuk di dalamnya yaitu batu, batu bata, dan beton. Pada material masonry yang cukup tebal dan massif maka akan dapat memantulkan gelombang suara berfrekuensi rendah. Namun beberapa material masonry yang memiliki karakteristik bahan porous akan mampu menyerap gelombang suara frekuensi tengah (middle) dan tinggi (high). Jika digunakan pada area yang besar maka material ini akan berdampak signifikan terhadap waktu dengung dari ruangan.

e. Rock wool. *Rock wool* terbuat dari bahan tambang fiber ringan dengan inti berupa batu alam yang dipadukan dengan damar panas. Keunggulan dari *rockwool*, diantaranya: memiliki daya konduksi termal yang rendah, dapat digunakan pada suhu 1000°C sampai 8200 °C, tidak mudah terbakar, kedap suara dan tidak berkarat/berjamur.

f. Glass wool. *Glass wool* merupakan material yang terbuat dari *fiberglass*. *Glass wool* digunakan untuk mengurangi pantulan dalam rongga atau untuk menyerap *standing wave* yang terjadi. *Glass wool* mempunyai keefektifan lebih tinggi dalam menyerap suara.

g. Gabus / Busa Peredam. Gabus/busanya peredam memiliki fungsi yang dapat meredam bunyi (menyerap gelombang bunyi/suara dengan baik). Kegunaan peredam adalah sebagai berikut:

1. Melindungi telinga dari risiko tuli (cacat pendengaran) efek dari frekuensi tinggi.

2. Menambah kualitas kenyamanan harmonisasi musik (*acoustical*) terhadap gema.

3. Dengung (*reverb*), dan bising yang berasal dari musik dan pantulan dinding di dalam ruangan.
4. Menahan suara (*block*) di dalam ruangan sehingga suara mengurangi tingkat kebocoran suara yang keluar.

5. Menyerap gema (*acoustical*) guna mengabsorb kebisingan suara yang berlebih atau pantulan-pantulan suara.

6. Menambah kualitas suara pada musik sehingga musik dapat didengar dengan jelas dan dapat diserap dengan lebih baik oleh telinga.

h. Kursi. Dalam pemilihan bahan untuk kursi perlu dipertimbangkan kemampuan absorpsi kursi yang bersesuaian dengan absorpsi dari manusia. Sehingga, apabila terdapat orang yang menonton maka waktu dengung ruang tidak mengalami perubahan yang signifikan. Bahan yang direkomendasikan untuk digunakan untuk melapisi kursi adalah kain yang memiliki pori dan bahan pengisi kursi adalah bantalan busa yang juga berpori.

i. Karpet. Karpet digunakan baik untuk lantai maupun dinding sebagai material akustik yang memiliki kemampuan absorpsi. Karpet dapat menyerap *noise* maupun suara yang dihantarkan udara serta mengurangi bising permukaan (suara langkah kaki, suara hak sepatu, dan suara furnitur yang bergerak).

Dengan memberi karpet pada lantai akan didapatkan dampak terhadap pengurangan impact-noise sebagai berikut:

1. Semakin berat karpet yang digunakan, semakin tinggi proteksi terhadap impact-noise.

2. Semakin tebal karpet, semakin tinggi insulasi impact-noise.

3. Bantalan sponge-rubber, walau kurang efisien untuk absorpsi suara, sangat efektif untuk impact-noise.

4. Saat bantalan (pad) melekat pada karpet hasilnya adalah kurang efektif untuk insulasi impact-noise dibandingkan lapisan yang diletakkan terpisah.

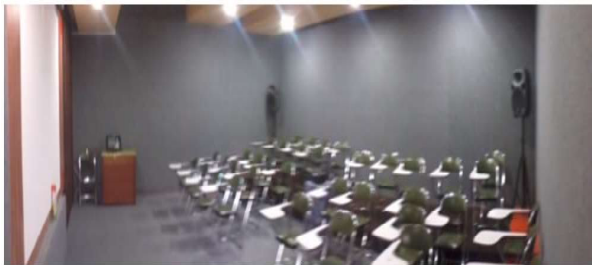
5. Bantalan hair-jute adalah bantalan optimum dibanding bantalan all-hair; bantalan foam-rubber dan urethane-foam sangat baik untuk impact-noise. Pemasangan karpet pada dinding berkontribusi dalam absorpsi suara, sebagai berikut:

1. Karpet yang dipasang pada *furred wall* akan lebih baik dibandingkan karpet yang dilem langsung ke dinding.

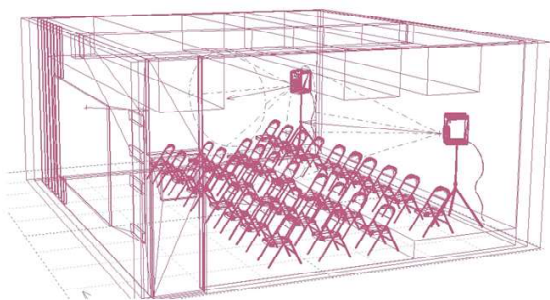
2. Karpet yang menggunakan mineral *board*, *rock wool*, *styrofoam*, atau *Tectum board* sebagai bahan pengisi diantara *furring* memberikan absorpsi yang lebih tinggi dibandingkan yang tidak menggunakan bahan pengisi.

Material/bahan penyerap suara umumnya bersifat lunak, berserat, dan banyak memiliki pori, sedangkan bahan pemantul biasanya keras dan tertutup porinya. Contoh bahan penyerap: *rockwool*, *cellulose fibre*, kapuk, *acoustic tile*, *spons*, karpet, dan sebagainya. Contoh bahan pemantul: beton, *gypsum*, batako, dan sebagainya.

PEMBAHASAN



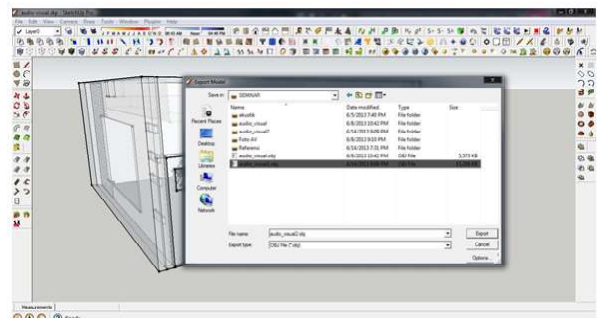
Gambar 2: Ruang Audio-Visual Unika Musi Charitas Palembang.



Gambar 3: Grafis 3 Dimensi Ruang Audio-Visual Unika Musi Charitas Palembang.

Kondisi eksisting Ruang Audio-Visual Unika Musi Charitas: Luas ruangan 56m²dengan kapasitas tempat duduk untuk 35 orang; Volume ruang 188.2 m³. Terdapat undakan dengan jarak ± 2 m dari belakang dan tinggi 30 cm, dilengkapi dengan 2 *Speaker*, *Equalizer* dan sebuah *Liquid Crystal Display (LCD) Projector*. Ruang dikelilingi oleh multipleks yang dilapisi oleh karpet yang berguna meredam suara keluar dari ruangan dan memperkecil pantulan suara di dalam ruangan.

Pembuatan model dari ruang Audio-Visual dilakukan dengan menggunakan program Google Sketchup. Pembuatan model dimulai dari membangun model denah ruang kemudian bidang – bidang plafond. Setelah itu komponen ruang meliputi partisi, pintu, kursi dan speaker yang dibuat sesuai dengan kondisi ruang Audio-Visual. Setelah pembuatan model selesai, selanjutnya file di-export ke program Autodesk Ecotect Analysis dalam bentuk obj.



Gambar 4. Export model ke format .obj

c. Setting Simulasi

Setelah model ruangan di-export ke format obj, selanjutnya file tersebut di-import di program Autodesk Ecotect Analysis.

Dengan menggunakan program Autodesk Ecotect Analysis, data material yang digunakan di dalam ruang Audio-Visual di-input. Komponen ruang pada simulasi menggunakan material yang sudah ada di program Autodesk Ecotect Analysis dan diasumsikan telah mendekati material sebenarnya, sebagai berikut:

a. Lantai terbagi atas dua jenis yaitu: (1) Lantai ubin yang dilapisi dengan karpet (*ConcFlr_Carpeted_Suspended*), dan Lantai multipleks yang dilapisi dengan karpet sebagai

Tabel 3. Koefisien Serap Material yang dipakai

Jenis Material	Frekuensi (Hz)								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
ConcFlr_Carpeted_Suspended	0.04	0.05	0.10	0.23	0.41	0.61	0.69	0.71	0.65
TimberFlr_Carpeted_Suspended	0.07	0.11	0.24	0.50	0.68	0.75	0.79	0.78	0.79
Plywood	0.43	0.40	0.34	0.25	0.19	0.15	0.14	0.12	0.11
SuspendedConcreteCeiling	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06
Stainless Steel	0.43	0.40	0.34	0.25	0.19	0.15	0.14	0.12	0.11

panggung dibagian belakang (TimberFlr_Carpeted_Suspended).

b. Dinding terbagi atas: (1) Dinding multipleks yang dilapisi karpet yang memiliki karakteristik sama dengan lantai panggung (TimberFlr_Carpeted_Suspended), dan (2) dinding multipleks biasa dan whiteboard (Plywood).

c. Bagian langit – langit terdiri atas: (1) Balok beton struktur bangunan (SuspendedConcreteCeiling), dan (2) Plafond multipleks (Plywood).

d. Rangka kursi terbuat dari rangka besi anti karat (Stainless Steel).

Terdapat beberapa asumsi yang dibuat untuk penyederhanaan kejadian akustik (acoustic phenomena), sebagai berikut:

1. Volume ruang dihitung setelah dikurangi volume dari bagian dinding dan langit – langit yang tertutup pelapis seperti partisi dan plafond multipleks serta balok, sehingga volume bersih adalah 149.2 m3 (Volume asli – Volume ruang dibelakang partisi - Balok – Panggung – Plafond = 188.2 – 13.14 - 0.78 – 3.93 – 21.168 = 149.2 m3).

2. Penyebaran suara dianggap sebagai sebuah paket energy (small sound quanta) yang berjalan dengan gerakan lurus.

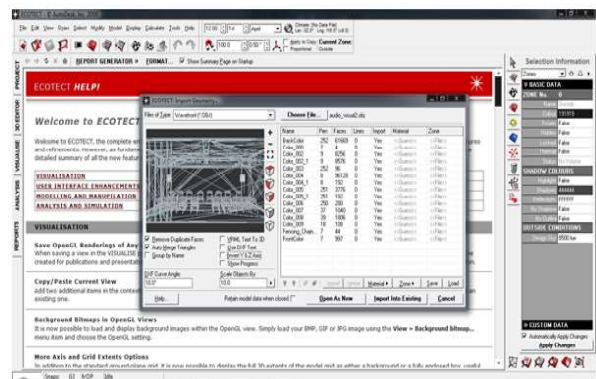
3. Energi suara dalam hal ini merupakan

sebuah fungsi matematis yang dapat dikalkulasi.

4. Berhubungan dengan fenomena gelombang maka phasing dan interference antar gelombang tidak diperhitungkan.

5. Koefisien serap bahan tidak diperhitungkan terhadap sudut jatuh garis suara.

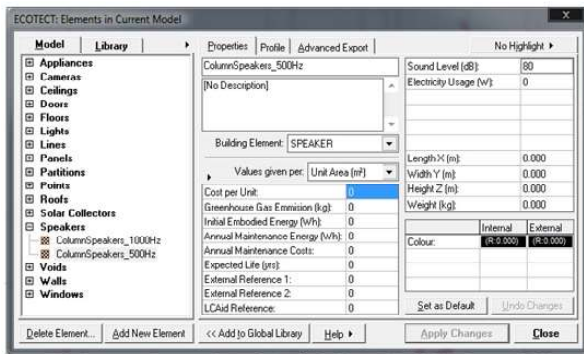
6. Karena terdapat 2 speaker dengan jenis yang sama, maka partikel, garis pantulan dan waktu dengung yang dimiliki adalah sama.



Gambar 6. Import file .obj di program Autodesk Ecotect Analysis

d. Input Material

Material di-input pada objek sesuai dengan posisinya yang ada di ruang Audio-Visual. Dalam simulasi ini sumber suara berasal dari speaker yang berkarakteristik umum dengan kekuatan suara 80 db dan dalam frekuensi 500 Hz.



Gambar 7. Input dan setting speaker ke dalam model 3D

e. Simulasi dengan Metode Statistik Kalkulasi dengan metode statistik didasarkan pada rumus Sabine atau disebut sebagai cara statistical reverberation. Rumus tersebut kemudian dapat diaplikasikan untuk setiap band oktaf suara dan dilengkapi dengan fasilitas untuk melihat efek jumlah tempat duduk dan jumlah pemakai.

Jumlah pemakai ruang yang ditetapkan sebesar 35 orang dengan tipe kursi bahan Stainless Steel. Untuk semua model dilakukan variasi jumlah pemakai dengan memasukkan nilai pemakai 0%, kemudian sebesar 50% dan 100%.

f. Simulasi dengan Metode Acoustics Particles. Untuk mengetahui penyebaran partikel suara maka di jalankan proses Generating Rays dalam bentuk Animated Particles untuk melihat penyebaran partikel secara acak yang bersudut datar 90o dan bersudut tegak 90o menghadap ke ruang pendengar. Jumlah partikel yang dibuat untuk setiap kalkulasi sebesar 500unit agar

penyebaran partikel yang terjadi lebih jelas (diasumsi sebanding luasan bidang) dan dengan jumlah pantulan sebanyak 10 kali (pantulan normal berkisar 8 – 32 pantulan).

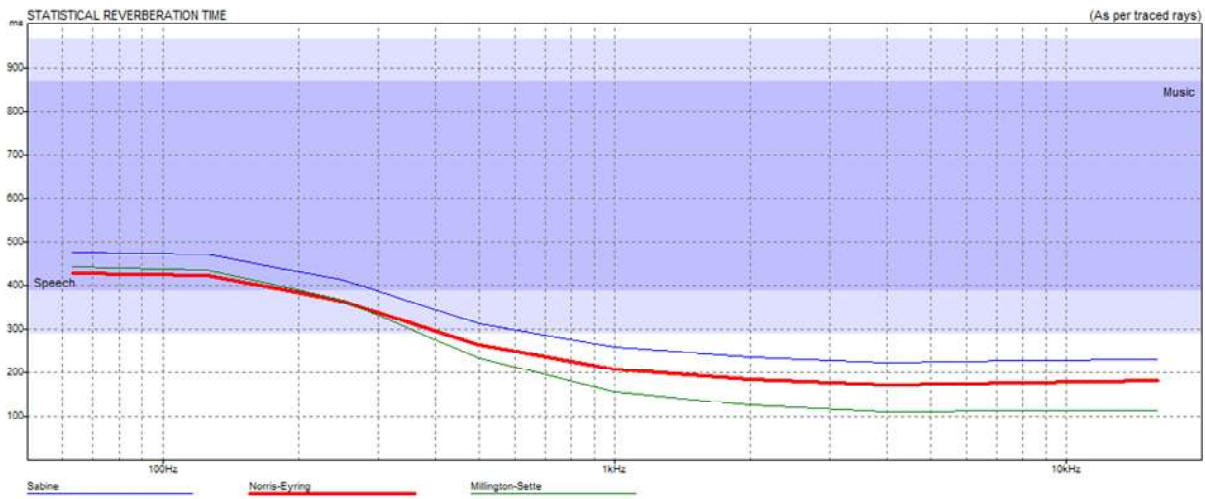


Gambar 9. Penyebaran Partikel Akustik Tampak Atas dan Samping.

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 11. .Keterangan perbedaan warna dalam partikel perjalanan suara

g. Kondisi simulasi akustik pada ruang audio visual.

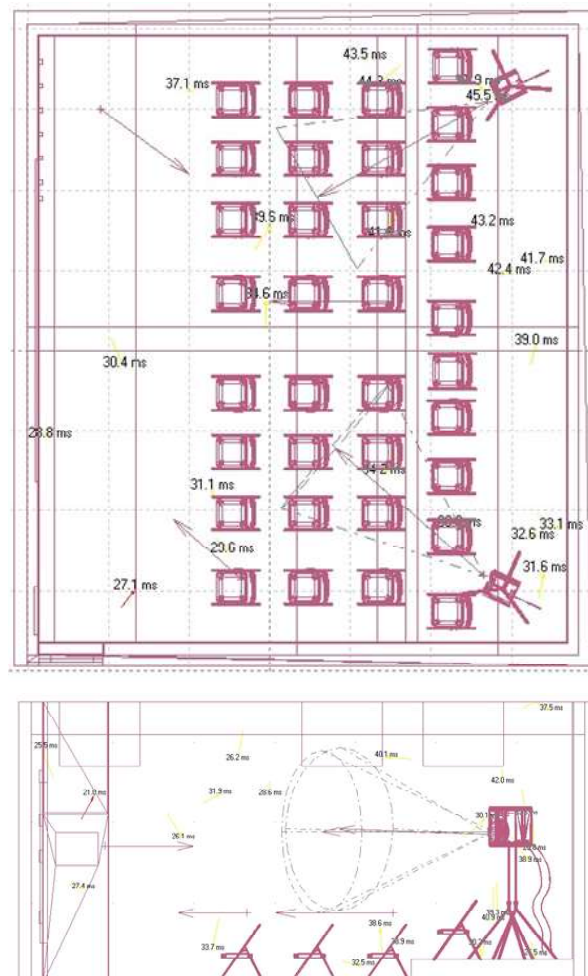


Dari hasil analisis dengan menggunakan metode Acoustics Response dapat dibentuk tabel sebagai berikut:

Frekuensi (Hz)	Sabine RT (60)	Norris-Eyring RT (60)	Millington-Sette RT (60)
63 Hz	0.48	0.43	0.44
125 Hz	0.47	0.42	0.43
250 Hz	0.41	0.36	0.37
500 Hz	0.31	0.27	0.23
1000 Hz	0.26	0.21	0.16
2000 Hz	0.24	0.19	0.13
4000 Hz	0.22	0.17	0.11
8000 Hz	0.23	0.18	0.11
16000 Hz	0.23	0.18	0.11

Untuk ruangan yang digunakan untuk speech, membutuhkan waktu dengung antara 0,5 detik sampai 1 detik. Pada percobaan simulasi ruang Audio-Visual Unika Musi Charitas, pada frekuensi 250 Hz dengan metode Sabine menghasilkan waktu dengung 0,41 s, Noris-Eyring 0,42 s, dan Millington-sette 0,43 s. Sehingga rancangan ruang Audio-Visual Unika Musi yang ada pada saat ini belum memenuhi standar untuk digunakan sebagai ruang speech karena nilai waktu dengung yang dihasilkan masih dibawah rentang yang ditentukan yaitu 0,5 detik sampai 1 detik (Doelle, 1972).

h. Identifikasi Absorber Terhadap Reverberation Time. Penentuan bidang serap yang akan dipasang didasarkan pada dua pertimbangan. Pertama, mengurangi panjang perjalanan suara dengan meredam energinya sehingga garis suara yang memiliki



Gambar 10. Penyebaran Partikel Akustik Tampak Atas dan Samping.

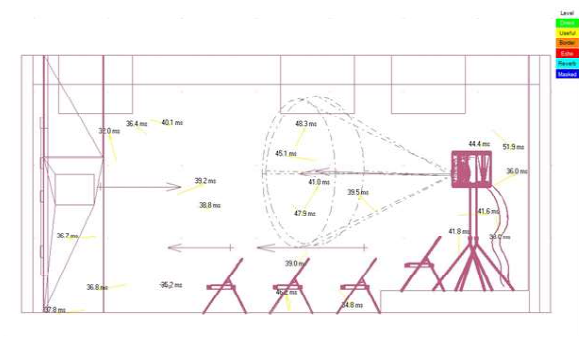
kemungkinan terpantul berulang karena dua bidang pantul yang rapat (ruang dengan bentuk empat persegi panjang) akan diserap guna menghindari efek gaung atau gema. Kedua,

suara pantul diharapkan tiba pada pendengar selambat-lambatnya dengan waktu tempuh 50 ms dan telah melemah energinya guna meningkatkan *speech level* dan *speech intelligibility* serta mengurangi ketegangan suara hasil saling bertabrakan maupun pengaburan suara (blur).

Gambar 10 menunjukkan waktu pergerakan suara dalam ruangan dalam ms (milisecon). Pada Gambar garis suara yang bergerak horisontal ke arah samping depan akan mengalami refleksi pada dinding samping kiri dan kanan, sehingga memiliki kemungkinan untuk terpantul berulang pada bidang dinding yang berhadapan.

Selanjutnya, perhatikan garis suara yang jatuh pada bidang dinding depan, terlihat dari Gambar 14 waktu tempuh direct sound menuju pendengar (bagian belakang dan tengah) sebesar 39,6ms. Nilai ini tidak melewati batas waktu tempuh yang diinginkan, yaitu 50 ms.

Perhatikan garis suara secara vertikal, suara yang jatuh pada bidang plafond dan dasar (lantai dan kursi) akan terpantul secara berulang pada kedua bidang tersebut tetapi pada waktu dengung yang tidak sesuai standar waktu dengung yang baik untuk speech. Untuk itu plafond perlu dikonstruksikan dengan bahan pantul yang lebih baik. Bahan pantul yang digunakan adalah sejenis plafond akustik khusus (*Acoustic Tile Suspended*)



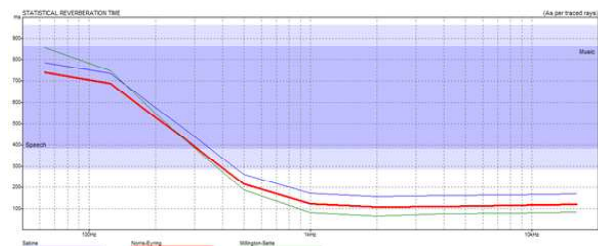
Gambar 11. Garis pantulan suara setelah material plafond diganti

Setelah material plafond di ganti, garis suara mencapai pendengar (di tengah ruangan) setelah mengalami pantulan dari plafond dan

dasar sekitar 47,9 ms. Setelah dilakukan perubahan bahan pada plafond, waktu dengung sudah dapat dikatakan memenuhi syarat karena adanya toleransi sekitar 10% dari standar 50 ms. Oleh karena itu, perubahan lapisan dinding samping (kiri dan kanan) tidak diperlukan, walaupun garis suara mengalami sedikit pemantulan pada dinding samping.

Tabel 5. Nilai koefisien absorpsi bahan yang diubah

Frekuensi (hz)	AcousticTile Suspended
63	0,06
125	0,06
250	0,13
500	0,47
1000	0,91
2000	0,94
4000	0,78
8000	0,74
16000	0,70



Gambar 12. Respon akustik setelah material diganti

Dari hasil simulasi Autodesk Ecotect Analysis diatas, waktu dengung optimum yang diperoleh adalah 0.50, yaitu pada frekuensi 250 Hz. Hasil ini menunjukkan ruang Audio-Visual telah memiliki waktu dengung yang baik sesuai dengan kriteria waktu dengung untuk speech adalah sekitar 0,5 – 1,0 sekon. Berbeda dengan hasil analisis sebelumnya ketika sebelum penggantian material plafond, dimana RT pada frekuensi 250 Hz adalah 0,41 s dan sekarang

adalah 0,50 s. Penentuan koefisien absorpsi yang tepat, dilakukan agar waktu dengung pada ruang Audio-Visual berada antara 0,5–1,0 s.

Pengaruh Jumlah Pemakai Terhadap Reverberation Time

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan di program Autodesk *Ecotect Analysis*, dengan memvariasikan jumlah kehadiran pendengar, diperoleh informasi, pada kehadiran (percentage occupied) 0%, 50%, dan 100%, semakin besar persentasi kehadiran, waktu dengung mengalami kenaikan. Perubahan nilai RT60 ruang akibat perubahan nilai kehadiran minimal yaitu 0,01 s pada frekuensi 1000 Hz dan maksimal yaitu 0,06 s pada frekuensi 63 Hz. Perubahan nilai ini dianggap tidak begitu mempengaruhi nilai RT60 ruang. Kenaikan waktu dengung ini, menunjukkan bahwa pendengar memantulkan suara pada ruangan tersebut di setiap frekuensi.

Tabel 7. Pengaruh jumlah occupancy terhadap waktu dengung

Frekuensi (Hz)	D 0%	D 50%	D 100%
63 Hz	0.78	0.79	0.84
125 Hz	0.73	0.73	0.78
250 Hz	0.50	0.50	0.53
500 Hz	0.26	0.26	0.27
1000 Hz	0.17	0.17	0.18
2000 Hz	0.16	0.16	0.17
Frekuensi (Hz)	D 0%	D 50%	D 100%
4000 Hz	0.16	0.16	0.17
8000 Hz	0.17	0.16	0.17
16000 Hz	0.17	0.17	0.18

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan Saran

Ruang Audio-Visual yang sebagai ruang perkuliahan yang menekankan kenyamanan mendengar dan melihat sebuah speech ataupun sebuah presentasi yang didalamnya terdapat musik dan lain-lain, tentu kondisi akustik didalamnya harus betul – betul dipertimbangkan

karena kualitas akustik yang tidak baik dapat berpengaruh buruk tidak hanya terdapat konsentrasi seseorang disaat mendengarkan, tetapi juga terhadap kesehatan dan pendengaran.

Kualitas akustik suatu ruangan, salah satunya ditentukan dari nilai waktu dengung (RT60) yang bergantung pada besar absorpsi suara pada ruang. Untuk mengidentifikasinya, dilakukan simulasi menggunakan software Autodesk *Ecotect Analysis* untuk Ruang Audio-Visual Universitas Kaltolik Musi Charitas Palembang, ternyata nilai RT60 yang dihasilkan diluar standar range, yaitu antara 0,5 – 1,0 s. Oleh karena itu dilakukanlah simulasi pada ruang ini.

Berdasarkan kondisi saat ini, maka disarankan untuk mengubah salah satu material komponen di dalam ruang untuk mendapatkan nilai yang optimal dengan menaikkan waktu dengung (RT60), yaitu pada bagian plafond, sedangkan pada bagian lainnya telah terlihat seimbang antara pemantulan dan absorpsinya. Apabila dilakukan perubahan, nilai optimum RT60 akan naik menjadi 0,5 s, dan nilai ini berada tepat di dalam range minimal yang diinginkan sebagai ruang speech. Fleksibilitas ruangan pun dinilai cukup bagus. Artinya perubahan nilai RT60 ruang akibat perubahan nilai kehadiran, tidak begitu besar yaitu berkisar 0,01 - 0,06 s.

DAFTAR PUSTAKA

- Autodesk *Ecotect Analysis Document*, 2003.
- Dimensi Interior, Vol. 9, No. 100, 2, Desember 2011: h100.
- Dimensi Interior, Vol. 9, No. 98, 2, Desember 2011: h98.
- Doelle, L L. *Environmental Acoustics*, 1972
- Lechner, N., 2007 *Heating, Cooling, Lighting, Metode desain untuk Arsitektur*, Edisi kedua.
- Satwiko, P., 2004, 2005 *Fisika Bangunan 1*, Edisi 2. Andi Yogyakarta.
- Satwiko, P., 2004, *Fisika Bangunan 2*, Edisi 1. Andi Yogyakarta.
- Satwiko, P., 2009 *Fisika Bangunan*. Yogyakarta: Penerbit Andi., SNI 03-6575-2001.