

LAPORAN PENELITIAN

**STUDI TERHADAP *REVERBERATION TIME* PADA RUANG-
RUANG PERTEMUAN DI UAJY (AUDIOVISUAL, AUDITORIUM
KAMPUS II DAN AUDITORIUM KAMPUS III) SEBAGAI
INDIKATOR KUALITAS AKUSTIK RUANGAN**



Oleh

Christina E. Mediastika

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**

JUNI 2006

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN

No. Proposal: 05/I/5/38

1. a. Judul penelitian: Studi Terhadap *Reverberation Time* Pada Ruang-Ruang Pertemuan Di UAJY(Audiovisual, Auditorium Kampus II Dan Auditorium Kampus III) Sebagai Indikator Kualitas Akustik Ruang
b. Jenis penelitian: Mandiri Lapangan
2. a. Peneliti: Christina E. Mediastika, PhD.
b. Jenis Kelamin: Perempuan
c. Usia saat ini: 33 tahun 9 bulan
d. Jabatan/ Gol: Lektor Kepala/IIIId
e. Unit Kerja: Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta
3. Lokasi Penelitian: Universitas Atma Jaya Yogyakarta
4. Lama penelitian: Sebelas bulan
5. Besarnya biaya: Rp 3.145.000,00
 - a. Dimohonkan kepada Universitas Atma Jaya Yogyakarta: Rp 2.850.000,-
 - b. Dipenuhi sendiri: Rp 295.000,-

Yogyakarta, Juni 2006

Peneliti,

Christina E. Mediastika, PhD

Kepala Laboratorium PPTA,

Ir. YP. Suhodo Tjahyono, MT

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Lembaga Penelitian

DR. A. Koesmargono, MCM

Ir. B. Kristyanto, M.Eng, PhD.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	2
BAB I PENDAHULUAN.....	4
BAB II KAJIAN TEORETIS.....	7
BAB III KONDISI RUANG YANG DIUJI.....	19
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN DISKUSI.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
LAMPIRAN.....	51
PUSTAKA RUJUKAN.....	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Setiap bangunan perkantoran atau sekolah dapat dipastikan memiliki ruang pertemuan. Sebagaimana aktivitas utama yang berlangsung dalam bangunan tersebut, maka ruang pertemuan biasanya difungsikan untuk penyelenggaraan rapat besar, seminar, wisuda dan kegiatan sejenis lainnya yang lebih menekankan pada aktivitas percakapan (*speech*). Demikian pula Universitas Atma Jaya Yogyakarta sebagai sebuah institusi pendidikan dengan jumlah karyawan mendekati 700 orang dan *student body* mahasiswa mendekati 11.000 (per Juli 2005), memiliki tiga ruang pertemuan besar yang mampu menampung ratusan pemakai. Ruang-ruang pertemuan tersebut adalah Ruang Audiovisual yang terletak di basement Gedung Thomas Aquinas, Ruang Auditorium di lantai tiga Gedung Thomas Aquinas dan Ruang Auditorium di lantai empat Gedung Bonaventura. Meski memiliki nama yang berbeda-beda, ketiga ruang tersebut pada intinya merupakan ruang pertemuan, sehingga kesemuanya dapat dikategorikan sebagai ruang auditorium. Dapat disebut demikian, sebab kata auditorium sebenarnya terdiri dari kata *audiens* yang berarti penonton atau peserta aktivitas dan *rium* yang berarti tempat. Sehingga semua ruangan yang digunakan untuk menampung aktivitas dimana ada penyaji/nara sumber dan penonton atau peserta dapat disebut sebagai auditorium. Dalam pengamatan, Ruang Audiovisual memiliki kualitas audio dan visual yang lebih baik dari dua ruang pertemuan lainnya, seperti misalnya lantai penonton yang dirancang berundak serta dinding dan plafon yang dirancang bergerigi dan dilapisi panil kayu, namun demikian, kualitas akustik dari aspek *reverberation time* tidak selalu dapat dicapai dari elemen

perancangan tersebut. Karena *reverberation time* merupakan aspek penentu kualitas akustik yang utama dari sebuah ruang pertemuan, maka umumnya hal ini tidak dapat dicapai hanya melalui pengamatan fisik saja, namun harus melalui penghitungan yang cermat. Dengan demikian sangat dimungkinkan ruang-ruang yang secara fisik nampak tidak memenuhi syarat namun secara akustik memiliki kualitas yang baik atau sesuai standar.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Sebagai seorang warga Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang selama beberapa kali terlibat dalam berbagai aktivitas yang menggunakan ruang-ruang pertemuan di UAJY, peneliti secara subjektif merasakan kualitas akustik yang belum maksimal dari ruang-ruang tersebut, seperti suara penyaji yang kabur/tidak jelas untuk didengar. Hal senada juga disampaikan oleh beberapa rekan dosen yang mengetahui bahwa peneliti mengkhususkan diri untuk mendalami permasalahan akustika bangunan. Bahkan pendapat secara tertulis juga disampaikan peserta suatu acara yang diselenggarakan di salah satu ruang (ruang auditorium kampus Bonaventura), bahwa suara pembicara tidak didengar jelas (lihat Lampiran). Hal ini diprediksikan karena standar *reverberation time* tidak dihitung atau diperhatikan dengan cermat saat merancang ruang tersebut. Kualitas akustik yang rendah karena nilai *reverberation time* yang tidak tepat, dapat diperbaiki dengan merenovasi elemen pelapis ruangan, baik dengan mengganti, mengurangi atau menambahkan. Sebelum melakukan hal ini, penghitungan nilai *reverberation time* yang cermat perlu dilakukan untuk mengetahui langkah renovasi yang diperlukan.

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung *reverberation time* pada ruang Audiovisual dan Auditorium II dan III di Kampus Universitas Atma Jaya Yogyakarta, agar nantinya dapat dipergunakan sebagai dasar perbaikan kualitas akustik ruang-ruang tersebut.

1.4. MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi Universitas Atma Jaya, manakala karena suatu keadaan tertentu, ruang Audiovisual dan Auditorium II dan III hendak direnovasi, maka hitungan *reverberation time* ideal serta saran-saran penggunaan bahan tertentu pelapis ruang dapat digunakan sebagai dasarnya.

1.5. METODE PENELITIAN

Penelitian yang diajukan dirancang sebagai penelitian lapangan, dengan analisis secara komputasi. Adapun program yang hendak digunakan untuk pengujian adalah program Ecotech. Selanjutnya bila diketemukan bahwa *reverberation time* ruangan tidak ideal, maka dilakukan simulasi komputer untuk mendapatkan nilai yang ideal sekaligus bahan-bahan pelapis ruangan yang lebih sesuai untuk digunakan.

Adapun kekurangan metode penelitian ini bahwa nilai *reverberation time* ideal yang ditemukan melalui hasil simulasi, tidak dapat segera divalidasi melalui pengujian manual, kecuali bila ruangan telah selesai direnovasi menggunakan bahan pelapis yang disarankan.

BAB II

KAJIAN TEORETIS

Semua ruangan membutuhkan kualitas akustik tertentu. Kondisi ini dapat diabaikan bila ruangan tidak menampung fungsi khusus dan hanya digunakan oleh beberapa pemakai, namun menjadi sangat penting bila digunakan untuk menampung ratusan pemakai yang disertai penyajian. Hal ini disebabkan suara dan tampilan yang disampaikan penyaji harus dapat disaksikan dan didengarkan dengan baik oleh penonton. Untuk mencapai keadaan ini, maka semestinya ruangan dirancang sedemikian rupa agar penonton memperoleh sudut pandang yang baik ke arah penyaji dan duduk tidak terlalu jauh (tidak lebih dari 25 meter) dari penyaji. Sedangkan dari sisi akustik, hal ini dapat dicapai bila elemen pembatas ruangan (lantai, dinding dan plafon) mampu menyebarkan suara yang dimunculkan penyaji secara merata kepada penonton. Penyebaran suara yang baik dapat ditempuh dengan jalan merancang elemen pembatas ruang dalam bentuk permukaan tertentu dan melapisi permukaan tersebut dengan bahan tertentu.

Kualitas akustik menyangkut penyebaran suara di dalam ruangan ditentukan oleh faktor: arah penyebaran dan kekuatan penyebaran. Bila kedua faktor tersebut tidak diperhitungkan dengan cermat, maka sangat dimungkinkan menimbulkan cacat akustik pada ruangan tersebut, yaitu munculnya pemantulan berlebihan sehingga menimbulkan gaung atau gema, pemantulan terpusat sehingga sebagian besar area di dalam ruang tidak memperoleh sebaran suara, ataupun munculnya pemantulan berulang sehingga menimbulkan ketidakjelasan bunyi. Semua ruangan pada dasarnya membutuhkan terjadinya penyebaran bunyi. Keadaan ini dapat dicapai dengan jalan pemantulan yang ditimbulkan oleh elemen pembatas ruangan. Untuk menghidupkan

suasana di dalam ruang, baik ruangan yang dirancang tanpa bantuan peralatan (digunakan secara alamiah) maupun yang menggunakan peralatan listrik, membutuhkan terjadinya pemantulan. Tingkat pemantulan yang terjadi seyogyanya disesuaikan dengan kebutuhan, namun tetap harus menghindari terjadinya pemantulan tunda berupa gaung/gema atau pemantulan berulang yang akan menimbulkan ketidakjelasan bunyi. Efek pemantulan yang semestinya dimanfaatkan adalah pemantulan seketika, yaitu pemantulan yang terjadi lebih cepat dari 1/21 detik setelah terjadinya bunyi asli. Pemantulan seketika ini disebut juga *reverberation* atau dalam bahasa Indonesia disebut dengung.

2.1. REVERBERATION TIME

Kualitas *reverberation* dihitung melalui *reverberation time* atau waktu dengung, yaitu waktu yang dibutuhkan oleh bunyi untuk turun kekuatannya sebesar 60 dB dari kekuatan asli bunyi. Setiap ruangan, memiliki *reverberation time* ideal yang berbeda-beda disesuaikan dengan fungsi ruangan atau jenis aktivitas yang terjadi di ruangan tersebut. Namun secara umum dapat dibedakan menjadi dua yaitu untuk ruangan yang menampung aktivitas *music*, idealnya memiliki *reverberation time* 0,5 s.d. 2 detik dan untuk ruangan dengan aktivitas *speech*, idelanya 0 s.d. 1 detik. Secara terinci, kebutuhan *reverberation time* untuk aktivitas yang berbeda ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 2.1. Kesesuaian waktu dengung menurut fungsi ruangan (McMullan, 1991)

Fungsi Ruangan	Volume ruang (m ³)	Waktu dengung (detik)
Kantor	30	0,5
	100	0,75
Ruang konferensi	100	0,5
	1000	0,8
Studio musik	500	0,9
	5000	1,5
Gereja	500	1,5
	5000	1,8

Waktu dengung dapat dihitung secara langsung pada suatu ruangan yang telah dipergunakan dengan memakai peralatan khusus penghitung *reverberation time*, atau secara manual dengan bantuan *Sound Level Meter* (SLM) dan *stop watch*. Prinsipnya adalah menyiapkan sumber bunyi dan meletakkan SLM pada *area free field*. Pastikan bahwa sumber mengeluarkan bunyi dengan intensitas lebih tinggi dari 60 dB agar memudahkan penghitungan saat suara turun intensitasnya sebanyak 60 dB (agar suara tidak bernilai negatif).

Selain untuk menentukan kualitas akustik suatu ruangan yang telah berdiri atau telah dipergunakan, perencanaan *reverberation* suatu ruangan juga dapat dilakukan sebelum ruangan tersebut dibangun. Formula Sabin diciptakan untuk membantu perkiraan *reverberation time* suatu ruangan yang direncanakan. Formula Sabin diperuntukkan bagi penghitungan *reverberation time* pada ruangan yang tersusun dari elemen bidang batas yang tidak terlalu menyerap. Sedangkan untuk ruangan yang tersusun dari bidang batas yang sangat menyerap, seperti yang umumnya terjadi pada ruang studio, formula Eyring lebih tepat digunakan. Adapun formula Sabin adalah sebagai berikut :

$$t = \frac{0,16V}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan:

t adalah waktu dengung (detik)

V adalah volume ruangan (m³)

A adalah total absorpsi dari masing-masing permukaan bidang batas ruangan (m²), yaitu Σ (luas permukaan x koefisien absorpsi).

Persamaan (1) dipergunakan untuk menghitung waktu dengung suara pada frekuensi rendah (biasanya 500 Hz), sebab ketika frekuensinya melebihi 1000 Hz, maka absorpsi udara harus diperhitungkan dalam *reverberation time*, sehingga formulanya menjadi:

$$t = \frac{0,16V}{A + 4mV} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

m adalah koefisien absorpsi udara dalam ruangan

Sedangkan formula Eyring adalah:

$$t = \frac{0,16V}{-S \log_e (1 - \bar{a})} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan:

t adalah waktu dengung (detik)

V adalah volume ruangan (m³)

S adalah total luas permukaan bidang batas pembentuk ruangan (m²)

a adalah rata-rata koefisien absorpsi ruangan

2.2. PENGONTROLAN ECHO DAN REVERBERATION

Pada keadaan tertentu, seringkali kita kita mengharapkan munculnya *reverberation*, namun yang muncul justru *echo*. Demikian pula ketika diharapkan sebuah ruangan diselesaikan tanpa adanya pemantulan sama sekali, *reverberation* masih saja dapat terjadi. Pada keadaan semacam ini, ketika volume ruangan tidak

berubah, maka satu-satunya hal yang dapat dilakukan untuk mendapatkan pemecahan masalah adalah dengan mengubah material permukaan bidang batas pembentuk ruang. Yaitu dengan mengubah dari material yang memiliki tingkat pemantulan tinggi menjadi material dengan tingkat pemantulan rendah, atau dari material yang dapat memantulkan, menjadi material yang sama sekali tidak memantulkan (material dengan tingkat penyerapan tinggi). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bila nilai total absorpsi di dalam ruang dinaikkan menjadi dua kali lipat dari nilai semula, maka suara pantulan yang tidak dikehendaki (dapat disebut juga *nois*; Mediastika 2006) dapat diturunkan kira-kira 3 dB.

Penumpukan *nois* di dalam ruangan terjadi karena berulangnya pemantulan oleh permukaan bidang batas ruangan. Tingkat *nois* ini dapat diturunkan dengan mengganti material yang memantul dengan yang lebih menyerap. Tingkat penurunan *nois* di dalam ruang dapat dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:

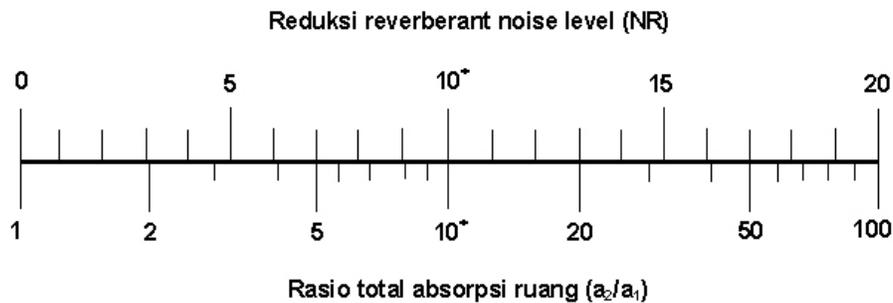
$$NR = 10 \log \left(\frac{a_2}{a_1} \right) \dots\dots\dots(4)$$

Dengan:
 NR adalah reduksi *nois* yang diperoleh (dB)
 a₂ adalah total absorpsi dalam ruangan setelah *re-design*
 a₁ adalah total absorpsi dalam ruangan sebelum *re-design*

Yang perlu diingat adalah ketika menggunakan logaritma dengan pembagian seperti pada persamaan (4) maka formula tersebut dapat dihitung pula dengan jalan $NR = 10 (\log a_2 - \log a_1)$.

Penghitungan NR dapat juga dilakukan dengan menggunakan bagan sebagaimana tertuang pada Gambar 2.1. Dengan menggunakan bagan ini, maka sebelumnya, perlu dilakukan penghitungan rasio antara a₂ berbanding a₁. Oleh karena absorpsi material permukaan sangat spesifik pada masing-masing frekuensi, maka

untuk memperoleh hasil yang sah, perlu dilakukan penghitungan bagi masing-masing frekuensi suara yang muncul. Meski angka pada bagan Gambar 2.1 menunjukkan bahwa NR 20 dB dapat terjadi, namun pada kenyataan di lapangan, NR yang efektif dapat dicapai adalah 10 dB. Hal lain yang perlu dicatat adalah, bahwa NR merupakan reduksi suara hasil pemantulan yang tidak dikehendaki dengan penggantian elemen bidang batas, maka sesungguhnya intensitas suara yang dikeluarkan oleh sumber bunyi adalah tetap. Untuk memperoleh nilai NR yang tinggi, maka menurut penelitian, elemen ruang yang harus mendapat perhatian utama adalah langit-langit (plafon). Hal ini secara umum disebabkan karena plafon adalah elemen pembatas ruang yang bebas dari kemungkinan tertutup objek lain sehingga sangat potensial memantulkan. Berbeda dengan dinding dan lantai yang umumnya tertutup oleh furnitur di dalam ruangan.



Gambar 2.1 Menghitung reduksi kebisingan yang terjadi dalam ruang setelah rasio total absorpsi ruang sesudah dan sebelum renovasi diketahui. Tanda (*) menunjukkan rasio dan reduksi maksimum yang dapat diperoleh pada keadaan sesungguhnya.

2.3. ABSORPSI

Sesuai dengan karakteristik materialnya, sebuah bidang batas, selain dapat memantulkan kembali gelombang suara yang datang, juga dapat menyerap gelombang suara. Penyerapan ini akan mengakibatkan berkurang atau menurunnya energi suara yang menimpa bidang batas tersebut. Penyerapan oleh elemen pembatas ruangan sangat bermanfaat untuk mengurangi tingkat kekuatan suara yang terjadi, sehingga

dapat mengurangi kebisingan di dalam ruang. Hal ini sekaligus bermanfaat untuk mengontrol *reverberation time*.

Tingkat penyerapan suatu material ditentukan oleh koefisien serap/koefisien absorpsi material tersebut. Meskipun karakteristik material tidak berubah, namun koefisien absorpsi suatu material dapat berubah menyesuaikan frekuensi suara yang datang. Adapun koefisien absorpsi adalah angka menunjukkan jumlah/proporsi dari keseluruhan energi suara yang datang, yang mampu diserap oleh material tersebut.

$$\text{Koefisien absorpsi (a)} = \frac{\text{jumlah suara yang diserap}}{\text{total energi suara datang}}$$

Nilai maksimum (a) adalah 1 untuk permukaan yang mengabsorpsi sempurna dan minimum adalah 0 untuk permukaan yang merefleksi sempurna.

Oleh karena kemampuan absorpsi suatu material tidak sama pada frekuensi yang berbeda, maka ada beberapa jenis absorber yang sengaja diciptakan untuk bekerja efektif pada frekuensi tertentu. Adapun jenis-jenis absorber yang umumnya dijumpai adalah :

1. Material berpori

Penyerap yang terbuat dari material berpori bermanfaat untuk menyerap suara berfrekuensi tinggi, sebab pori-pori yang kecil, sesuai dengan besaran panjang gelombang suara yang datang. Material berpori efektif untuk menyerap suara berfrekuensi di atas 1000 Hz. Material berpori yang banyak digunakan adalah : *soft-board*, selimut akustik dan *acoustic tiles*.

2. Panel penyerap

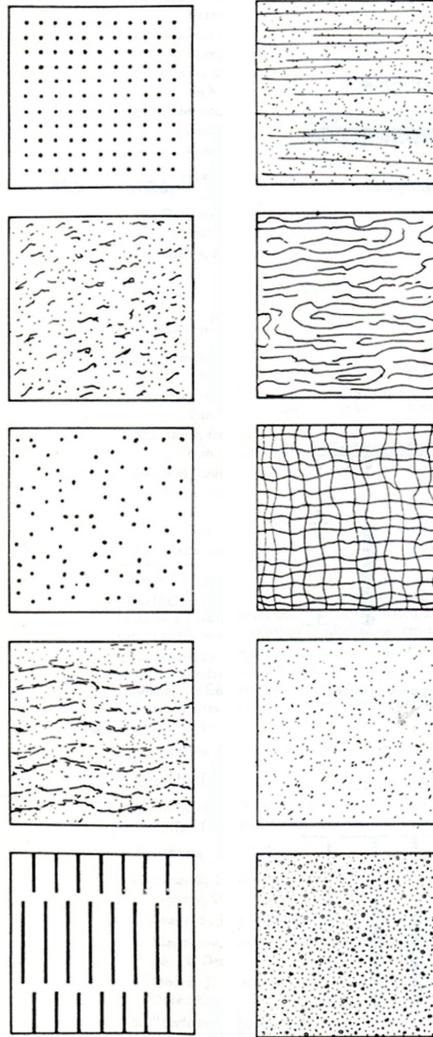
Penyerap ini terbuat dari lembaran-lembaran atau papan tipis yang mungkin saja tidak memiliki permukaan berpori. Panel semacam ini sesuai untuk menyerap

suara berfrekuensi rendah. Cara atau proses penyerapannya adalah sebagai berikut :

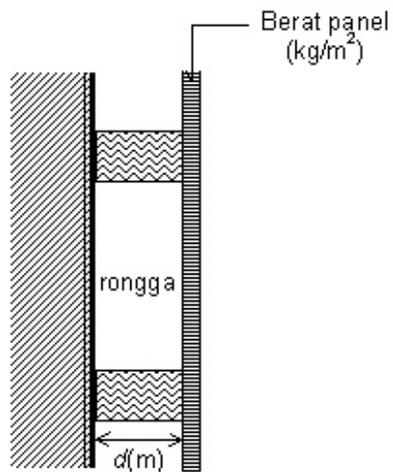
1. Panel/papan atau lembaran dipasang sebagai *finishing* dinding atau plafon. Pemasangannya tidak menempel pada elemen ruang secara langsung, tetapi pada jarak (dengan *space*) tertentu berisi udara (Gambar 2.3).
2. Pada saat gelombang suara datang menimpa panel, maka panel akan ikut bergetar (sesuai frekuensi gelombang suara yang datang) dan selanjutnya meneruskan getaran tersebut pada ruang berisi udara di belakangnya.
3. Penyerapan maksimum akan terjadi bila panel ber-resonansi karena memiliki frekuensi suara yang sama dengan gelombang suara yang datang.
4. Tingkat penyerapan yang terjadi dihitung menggunakan formula sebagai berikut :

$$f = \frac{60}{\sqrt{md}} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan:
f adalah frekuensi material (Hz) (identik dengan frekuensi suara yang datang agar resonansi maksimal)
m adalah massa panel (kg/m²)
d adalah jarak/ *space* udara (m)



Gambar 2.2. Pelapis akustik dengan pori-pori kecil yang berfungsi menyerap suara berfrekuensi tinggi



Gambar 2.3. Panel dengan rongga yang berfungsi menyerap suara berfrekuensi rendah

3. Rongga penyerap (Inggris : *cavity absorber*)

Penyerap semacam ini disebut juga *Helmholtz resonator*, sesuai dengan nama penemunya. Rongga penyerap bermanfaat untuk menyerap suara pada frekuensi khusus yang telah diketahui sebelumnya. Sebagai contoh, ketika telah diketahui bahwa sumber suara akan mengeluarkan suara dengan frekuensi 1000 Hz, maka agar penyerapan efektif, digunakan elemen penyerap yang dapat bekerja maksimum pada frekuensi tersebut, dan tidak perlu lagi digunakan material berpori atau panel penyerap. Rongga penyerap terdiri dari sebuah lubang yang sempit yang diikuti dengan ruang tertutup di belakangnya. Penyerap semacam ini sangat efektif bekerja pada frekuensi yang telah ditentukan dengan jalan menyerap atau ‘menangkap’ suara yang datang masuk ke dalam rongga tersebut. Efektivitas penyerapan dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$f = 55 \sqrt{\left(\frac{a}{dV}\right)} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan:

f adalah frekuensi material (Hz) (identik dengan frekuensi suara yang datang agar resonansi maksimal)

a adalah luasan area lubang (m²)

d adalah kedalaman lubang (m)

V adalah volume rongga dibelakang lubang (m³)

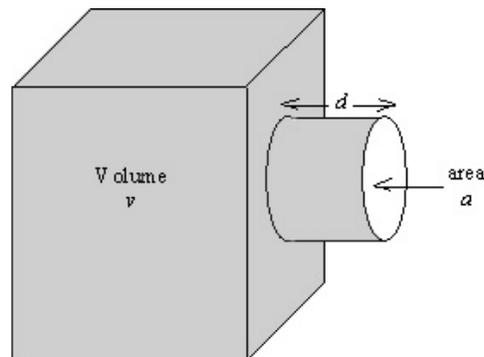
Tabel 2.2. Koefisien absorpsi beberapa material bangunan

Material bangunan	Koefisien absorpsi pada frekuensi 500 Hz *
Lantai:	
Semen	0,015
Semen dilapis keramik	0,01
Semen dilapis karpet tipis	0,05
Semen dilapis karpet tebal	0,14
Semen dilapis kayu	0,10
Dinding:	
Batu bata dipelster halus	0,02
Batu bata dipelster kasar	0,01
Batu bata ekspose	0,06

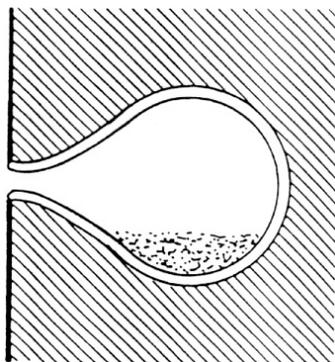
Material bangunan	Koefisien absorpsi pada frekuensi 500 Hz *
Papan kayu	0,10
Kolom beton dicat	0,04
Kolom beton tidak dicat	0,06
Tirai kain tipis/ sedang/ tebal	0,11/ 0,49/ 0,55
Kaca halus	0,01
Kaca kasar/buram	0,04
Plafon:	
Beton dak	0,015
Eternit	0,17
Gypsum	0,05
Alumunium	0,01
Furnitur, dll:	
Kursi kain	0,60
Kursi plastik	0,01
Udara	0,007 **
Manusia	0,46

*) Frekuensi 500 Hz dipakai sebagai rerata koefisien absorpsi material pada umumnya

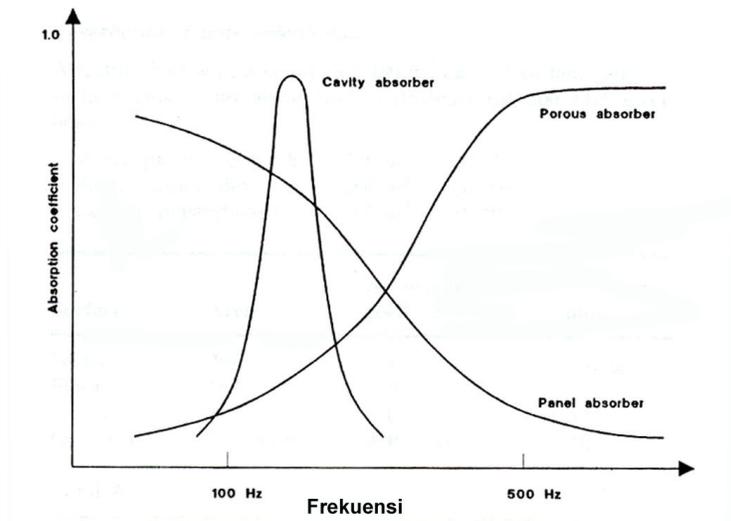
***) Khusus udara dihitung pada frekuensi 2000 Hz



Gambar 2.4. Model skematis *cavity absorber*



Gambar 2.5. *Helmholtz Resonator* yang digunakan dalam kondisi ideal, dilengkapi dengan serbuk penyerap



Gambar 2.6. Efektifitas kemampuan serap masing-masing elemen penyerap menurut frekuensinya.

BAB III

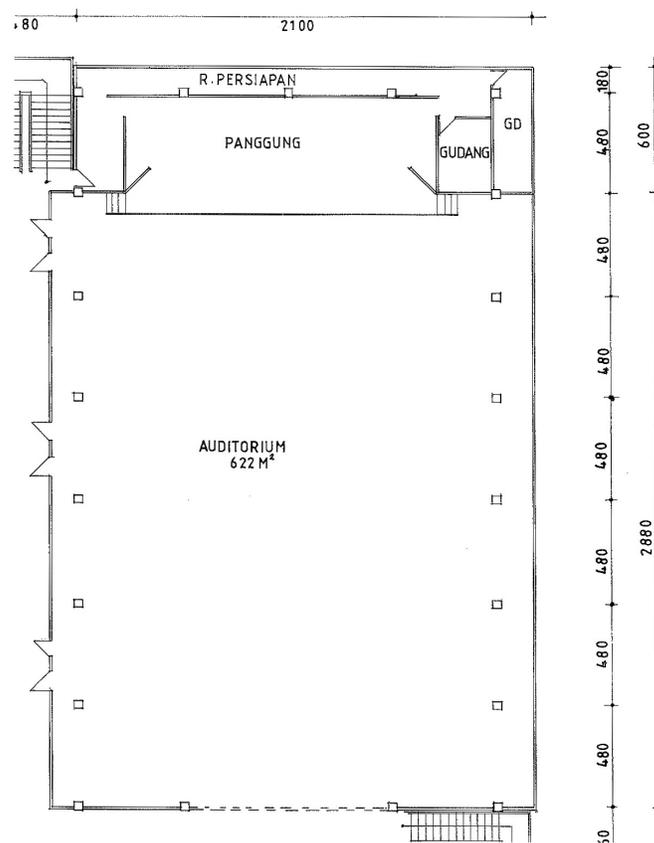
KONDISI RUANG-RUANG YANG DIUJI

Universitas Atma Jaya Yogyakarta memiliki banyak ruang pertemuan. Namun demikian dari sekian banyak ruang pertemuan, ruang yang sungguh-sungguh berkapasitas besar dan sedikit banyak mendapat penyelesaian desain secara khusus hanya ada 3 (tiga) buah, yaitu Auditorium Kampus II atau selanjutnya disebut Auditorium Thomas Aquinas, Audiovisual Kampus II atau selanjutnya disebut Audiovisual Thomas Aquinas dan Auditorium Kampus III atau selanjutnya disebut Auditorium Bonaventura. Ketiga ruangan inilah yang akan mendapatkan kesempatan untuk diuji kualitas akustiknya melalui penghitungan waktu dengung (*reverberation time*).

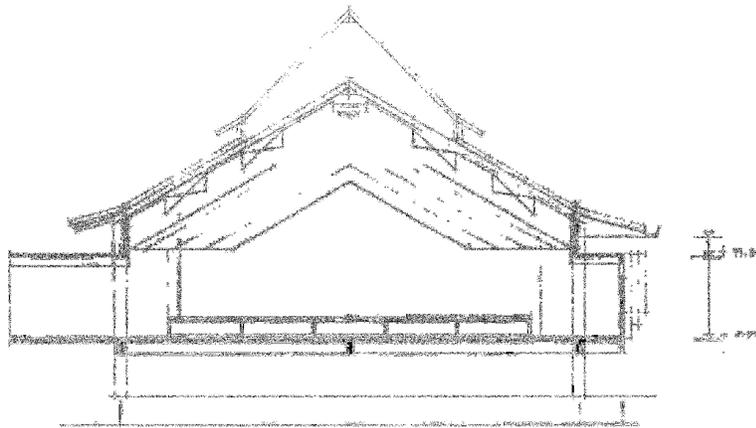
3.1. AUDITORIUM KAMPUS THOMAS AQUINAS

Auditorium Kampus Thomas Aquinas adalah salah satu dari 2 (dua) ruang pertemuan besar yang terletak di Kampus Thomas Aquinas Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang terletak di Jl. Babarsari 44. Ruangan ini terletak di lantai 3 Kampus Thomas Aquinas dan mampu menampung maksimal sampai 750 orang (normal, di dalam auditorium) dan 1.000 orang (+hall di depan auditorium). Auditorium ini dapat dikatakan sebagai ruang terpenting di UAJY mengingat upacara wisuda mahasiswa selalu dilaksanakan di ruangan ini. Dalam satu tahunnya, UAJY menyelenggarakan 4 (empat) kali wisuda, dan pada setiap wisuda, ruang auditorium menampung lebih dari 1.000 orang, sehingga para tamu terpaksa ada yang ditempatkan di ruang serba guna yang terletak persis di depan ruang auditorium. Adapun ruang auditorium ini merupakan auditorium berlantai datar tanpa kursi (kursi diletakkan dan ditata sesuai keperluan saja; biasanya dengan menyewa dari tempat lain), dengan satu buah

panggung pada bagian depan yang posisinya lebih tinggi dari lantai penonton. Selain wisuda, ruangan ini juga digunakan untuk aktivitas penting lain di UAJY, seperti pelantikan (pisah-sambut) pejabat struktural di UAJY, perayaan ekaristi, dll. Sebenarnya dengan desain lantai penonton yang mendatar dan tanpa perabotan tetap serta volume ruangan yang cukup besar, ruangan ini dapat pula digunakan untuk aktivitas seni yang berkaitan dengan musik, namun sampai saat ini pemanfaatan untuk aktivitas semacam belumlah signifikan.



Gambar 3.1. Denah Auditorium Kampus Thomas Aquinas



Gambar 3.2. Potongan melintang Auditorium Kampus Thomas Aquinas

Dari aspek tata cahaya, auditorium ini memiliki pencahayaan alami yang cukup baik, dikarenakan dinding bagian timurnya hampir secara keseluruhan dipenuhi oleh jendela. Sementara itu dinding bagian baratnya yang berbatasan dengan selasar, sebagian ditutup oleh pintu lipat terbuat dari kaca patri. Namun demikian, mengingat volume ruangan yang demikian besar, keberadaan jendela kaca bening dan pintu kaca patri ini tidak dapat memberikan sinar yang cukup pada siang hari, sehingga baik pagi, siang, sore atau malam, saat auditorium digunakan, penggunaan pencahayaan buatan diperlukan.

Dari aspek tata udara, keberadaan jendela-jendela di sisi timur serta dinding dan pintu lipat yang cukup besar pada sisi barat dan selatan tidak mencukupi untuk mensuplai aliran udara alami, terutama saat auditorium digunakan pada kapasitas maksimal. Oleh karenanya pada auditorium dipasang sistem pengudaraan buatan dengan menggunakan air conditioner (AC). Namun demikian, karena diffuser AC diletakkan jauh diatas ketinggian manusia, maka pada saat digunakan (*audiens* pada kapasitas maksimal) kesejukan udara yang mengalir tidak dapat dirasakan oleh pengguna ruangan. Pemasangan diffuser AC idealnya pada ketinggian badan manusia

atau diatas badan manusia tetapi mengarah ke bawah. Sebagai catatan, ruang Auditorium menggunakan AC berkekuatan 4PK pada bagian panggung dan 10PK pada bagian penonton yang bekerja secara sentral dan dialirkan melalui diffuser-diffuser.

Dari aspek tata suara, pengujian *reverberation time* menjadi faktor yang penting mengingat besarnya volume ruangan dan ketinggian plafon yang idealnya memakai sistem pemasangan speaker secara terpusat, namun demikian pada kenyataannya dipasang secara menyebar tanpa adanya *time delay* yang kemungkinan justru menimbulkan ketidakjelasan bunyi. Sedangkan mengingat kapasitas maksimal ruangan dan desain elemen pemantul dalam ruang, penggunaan tata suara secara alamiah dipastikan tidak menimbulkan kepuasan pada pengguna ruangan. Sebab penggunaan tata suara buatan idealnya diterapkan pada ruangan dengan kapasitas pemakai antara 500 –1000 orang (dengan catatan kualitas akustik elemen pembentuk ruang dalam kondisi sangat baik) atau pemakai diatas 1000 orang (wajib digunakan tata suara buatan).

3.1.1. KONDISI ELEMEN PEMBENTUK RUANG

Dengan kapasitas pemakai mencapai 750 orang (normal) dan 1000 orang (luar biasa), maka Auditorium Th. Aquinas adalah ruang cukup besar dengan ketinggian plafon mencukupi untuk menciptakan kesan lapang dan agung. Kesan ini sangat terdukung dengan model rancangan plafon mengerucut. Plafon terbuat dari bahan multipleks dengan beberapa ornamen berbentuk segitiga yang diantaranya diisi dengan kaca buram yang sengaja dipasang untuk memendarkan lampu agar cahaya lebih merata.

Lantai auditorium, merupakan lantai mendatar yang dilapis karpet tebal. Peninggian lantai secara permanen terjadi pada area panggung yang juga dilapis karpet tebal. Sementara itu dinding auditorium pada bagian depan adalah bata diplester. Bagian sisi timur adalah dinding plester dengan sejumlah jendela yang dapat dibuka/tutup. Dinding sisi barat sebagian bata plester, sebagian berupa pintu kayu lipat dengan kaca patri. Begitu pula dinding sisi selatan merupakan sebagian bata plester dan sebagian pintu kayu lipat dengan kaca patri

3.1.2. SISTEM TATA SUARA BUATAN

Sistem tata suara buatan diperlukan pada ruangan yang tidak memiliki kualitas akustik elemen pembentuk ruangan berkualitas tinggi atau ruangan dengan kualitas akustik tinggi namun digunakan oleh lebih dari 1000 orang. Rangkaian peralatan sistem tata suara buatan terdiri dari input, control dan output. Peralatan input dapat berupa player (untuk radio, kaset, CD, DVD, dll) atau input untuk menangkap bunyi langsung berupa mikrofon. Dari input suara kemudian diolah dalam peralatan kontrol untuk menambahkan atau mengurangi elemen-elemen suara sehingga menghasilkan bunyi sebagaimana dikehendaki. Misalnya dibuat lebih mantap (untuk bunyi-bunyi yang kurus), dibuat lebih bergema, dll. Selanjutnya hasil olahan suara dikeluarkan melalui output atau yang lebih dikenal dengan sebutan *loudspeaker*. Pada Auditorium Th. Aquinas juga dipasang sistem tata suara buatan yang dikontrol dari ruang operator disamping panggung. *Loudspeaker* dipasang secara menyebar pada bagian dinding atas dan plafon. Mengingat kapasitas ruangan, maka keberadaan sistem tata suara buatan memang sangat penting pada ruang ini.

3.2. AUDIOVISUAL KAMPUS THOMAS AQUINAS

Ruang Audiovisual terletak di basement Kampus Th. Aquinas. Sejak pembangunannya yang pertama, ruang ini telah mengalami renovasi signifikan berupa peninggian lantai pada bagian depan (antara panggung dan penonton). Ruang ini memiliki penataan lantai penonton secara bertingkat (*trap/inclined*) dan telah sekaligus dilengkapi dengan meja dan kursi secara permanen. Adapun jumlah audiens yang mampu ditampung maksimum adalah 100 orang. Posisi ruang audiovisual yang berada di pojok basement dan tertutup parkir kendaraan kampus menjadikan ruangan ini sebenarnya tidak layak pakai untuk aktivitas penting. Meski demikian, sebenarnya ruang ini termasuk memiliki desain interior yang mendukung tata akustik yang cukup baik. Dengan sistem penataan meja dan kursi sedemikian rupa, maka ruangan ini lebih dikhususkan untuk fungsi percakapan/*speech*, seperti untuk seminar, kuliah umum, atau aktivitas-aktivitas lain yang bukan berupa sajian musik atau aktivitas seni lainnya yang menggunakan musik. Pada kenyataannya, memang ruangan ini umumnya dipergunakan untuk aktivitas *speech*.

Karena letak ruang yang berada di basement, dan tanpa didukung dengan perencanaan pencahayaan yang baik, maka ruangan ini sangat bergantung pada tata cahaya buatan. Pada saat aliran listrik terputus, ruang audiovisual menjadi gelap gulita. Satu-satunya jendela yang mampu memasukkan sinar hanya terdapat pada ruang operator/petugas yang terletak di bagian belakang dan dibatasi dinding, sehingga tetap tidak mampu mengalirkan cahaya ke ruang audiovisualnya sendiri.

Demikian pula, sirkulasi udara dalam ruangan ini sangat tergantung pada sistem pengudaraan buatan, sehingga saat aliran listrik terputus akan terasa sangat pengap. Disamping itu, meski ruangan ini berkapasitas 100 orang, namun nampaknya penempatan dan kapasitas AC terpasang tidak sepenuhnya mendukung, sebab saat

ruangan full-house, AC terasa kurang sejuk bercampur bau keringat. Model AC yang digunakan adalah split dengan indoor unit model keset yang dipasang pada bagian atas, jauh diatas ketinggian pengguna (persis dibawah plafon). Kapasitas AC adalah @ 2,5 PK sejumlah empat buah.

3.2.1. KONDISI ELEMEN PEMBENTUK RUANG

Elemen pembatas dinding audiovisual berupa dinding bata dengan ketebalan setengah bata yang difinishing dengan plester dengan model caprut/kasar. Pada bagian samping area penonton, dinding sengaja diselesaikan dengan sistem gerigi dan ditambah panil kayu berjajar. Melihat jenis finishing yang digunakan pada kayu, maka fungsi dari panil ini adalah sebagai pemantul.

Lantai panggung dan penonton adalah plat beton yang dilapis karpet tebal. Lantai penonton dirancang dengan sistem trap (*inclined*). Sementara itu plafon diselesaikan dengan rancangan non-datar tetapi juga non-gerigi meskipun merupakan bentuk relung-relung. Dari model rancangannya, nampaknya hendak ditunjukan untuk pantulan, namun finishing caprut kasar pada semua permukaan plafon yang lebih bersifat menyerap menjadikan fungsi pantul menuju arah tertentu tidak tercapai.



Gambar 3.3. Plafon ruang audiovisual yang membentuk relung-relung, sekaligus untuk penempatan lampu



Gambar 3.4. Pelapis panil kayu batangan pada dinding audiovisual yang bergerigi

3.2.2. SISTEM TATA SUARA BUATAN

Meski secara teoritis ruang dengan kapasitas penonton sampai 100 orang masih belum memerlukan penggunaan tata suara buatan bila elemen pembentuk ruangnya mendukung akustik yang baik, namun ruang audiovisual dilengkapi pula dengan sistem ini. Dengan elemen pembentuk ruang yang mampu meminimalkan pantulan namun sekaligus mendistribusikan suara dengan baik, sebenarnya keberadaan sistem tata suara buatan tidak terlalu diperlukan pada ruang ini. Namun demikian, pada beberapa aktivitas *speech* yang melibatkan suara sumber (narasumber) yang kurang dapat bersuara keras, maka sistem tata suara buatan akan sangat membantu.

Sistem tata suara buatan di ruang audiovisual terdiri dari pemakaian mikrofon wired pada bagian panggung yang terhubung dengan meja kontrol di ruang operator bagian belakang, untuk selanjutnya disalurkan ke *loudspeaker* yang diletakkan secara sentral terpisah pada dua titik di bagian depan atas menghadap ke penonton.



Gambar 3.5. Tampak penataan ruang Audiovisual



Gambar 3.6. Pandangan ke arah panggung dari bagian belakang Audivisual

3.3. AUDITORIUM KAMPUS BONAVENTURA

Selain auditorium dan audiovisual di Kampus Th.Aquinas, UAJY juga memiliki sebuah ruang pertemuan yang cukup representatif di Kampus Bonaventura, yaitu sebuah auditorium dengan kapasitas pemakaian normal 400 orang. Ruang ini terletak di Lantai 4 Kampus Bonaventura pada bagian sudut, dilengkapi teras tertutup pada bagian depan yang dapat difungsikan sebagai area makan, ruang penerimaan, dll.

Meski pada rencana awalnya, tata ruang dalam dan bahan pelapis elemen pembatas ruangnya direncanakan untuk mencapai persyaratan akustik yang mencukupi, namun sampai saat ini, kondisi ideal ini belum diwujudkan. Auditorium ini digunakan dalam kondisi sebagaimana layaknya sebuah ruang serbaguna pada umumnya, tanpa panggung permanen dan dengan lantai penonton mendatar polos.

Secara umum ruang ini memang lebih banyak digunakan untuk aktivitas *speech*, termasuk seminar-seminar penting yang diselenggarakan oleh pihak

universitas. Hal ini disebabkan karena ketersediaan ruang pendukung (teras penerima dan area makan) serta kemudahan akses oleh keberadaan *elevator*. Kondisi ini tentunya akan menampilkan citra UAJY yang lebih baik saat ruang auditorium digunakan untuk aktivitas yang melibatkan pihak luar. Namun sayangnya, banyak keluhan muncul terhadap kualitas akustik ruangan ini, yaitu bahwa suara yang disampaikan narasumber tidak dapat ditangkap dengan jelas oleh penonton. Keluhan ini umumnya disampaikan secara lisan oleh rekan-rekan penulis sendiri, namun ada pula yang disampaikan secara tertulis oleh pengguna ruang yang berasal dari luar UAJY (lihat Lampiran). Menurut hipotesa sementara penulis, hal ini terjadi karena adanya pantulan yang berlebihan oleh elemen-elemen pembentuk ruang, terutama yang paling kasat mata adalah dari lantai yang berlapis keramik. Dengan kondisi elemen pembatas yang sangat memantul semacam ini, sebenarnya keberadaan tata suara buatan tidak diperlukan, sebab justru akan menimbulkan pantulan yang makin berlebihan. Namun sebagaimana umumnya penataan yang latah, maka kondisi pantul ini tidak dimanfaatkan secara maksimal dan justru dipasang peralatan tata suara buatan.

Letak ruang auditorium pada lantai teratas dari bangunan Kampus Bonaventura menyebabkan ruangan ini berkesempatan memperoleh cahaya alami yang mencukupi dari jendela yang dipasang pada tiga sisi dindingnya. Jendela ini juga dilengkapi dengan tirai yang memudahkan penggunaan saat dibutuhkan tingkat pencahayaan alami yang tidak terlampau tinggi.

Sementara untuk pengudaraan, meski jendela dapat dibuka untuk sirkulasi udara alami, namun karena volume ruang dan kapasitas pengguna, maka sangat dimungkinkan aliran udara tidak mencapai titik tengah ruangan, sehingga untuk kenyamanan, dipasang AC *split* dengan indoor unit model almari, sebanyak 6 buah,

dengan kapasitas rata-rata 5,5 PK (jadi total 33 PK). Posisi diffuser AC yang berada pada ketinggian pengguna dan kapasitas AC yang cukup besar menyebabkan udara di dalam ruangan terasa sejuk meskipun digunakan dengan jumlah audiens maksimal. Kelemahannya justru pada saat tidak dalam kondisi audiens tidak maksimal, udara di dalam ruangan menjadi terlalu dingin.

3.3.1. KONDISI ELEMEN PEMBATAS RUANG

Auditorium Kampus Bonaventura memiliki bentuk empat persegi panjang. Lantai auditorium dibiarkan dalam kondisi mendatar polos dilapis keramik berwarna abu-abu. Panggung permanen tidak terdapat pada ruang auditorium ini. Peninggian lantai untuk keperluan posisi narasumber pada aktivitas *speech* diperoleh dari panggung kayu, yang pada saat digunakan dapat dibiarkan dalam kondisi aslinya atau dibalut karpet. Pada lantai tidak dijumpai elemen lain, selain lantai keramik dan panggung kayu. Penambahan elemen yang kemungkinan menutupi lantai adalah kursi yang dipergunakan untuk mendukung aktivitas.

Sementara itu, elemen dinding diselesaikan apa adanya dengan bahan utama dinding bata diplester dengan sejumlah jendela dari bahan kaca. Dinding semacam ini terletak sebagai pembatas ruang pada sisi selatan, barat dan timur. Sedangkan pembatas utara berupa dinding bata plester dengan sejumlah pintu lipat berbahan kayu dan kaca. Pada kesemua dinding pembatas ini tidak dijumpai perlakuan finishing yang khusus untuk mencapai suatu kualitas akustik tertentu.

Penyelesaian bidang batas atas atau plafon juga tidak dibuat secara khusus untuk mendistribusikan suara secara merata dalam tingkatan yang cukup, namun hanya berupa plafon mendatar dengan beberapa ornamen yang tidak cukup signifikan

untuk mencapai persyaratan akustik tertentu. Plafon terbuat dari bahan dasar multipleks yang diberi lis sebagai ornamen dan dicat putih.

Dengan kondisi elemen bidang batas yang amat bersahaja semacam ini, terutama area lantai yang sangat memantul, maka melalui analisis sederhana, penyebab terjadinya ketidakjelasan bunyi dari narasumber telah terprediksi.



Gambar 3.7. Pandangan ke arah panggung non-permanen pada ruang Auditorium Bonaventura



Gambar 3.8. Dinding Barat Auditorium Bonaventura



Gambar 3.9. Plafon Auditorium Bonaventura dengan perletakan *loudspeaker* menyebar.

3.3.2. SISTEM TATA SUARA BUATAN

Sebagaimana umumnya model sistem tata suara yang digunakan di UAJY, maka auditorium ini juga menggunakan *wired*-mikrofon, meja kontrol yang

diletakkan dalam ruang operator pada sudut belakang auditorium serta *loudspeaker* yang diletakkan dalam posisi tersebar. Untuk keperluan mikrofon yang lebih dinamis, digunakan *wireless* mikrofon dengan *loudspeaker portable*.

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN DISKUSI

Sebagaimana beberapa keluhan yang muncul secara lisan maupun tercatat, atau mungkin yang tidak terungkap, ruang-ruang pertemuan di UAJY, dalam hal ini Auditorium Kampus Th. Aquinas, Audiovisual dan Auditorium Bonaventura, dianggap memiliki kualitas akustik yang kurang baik. Beberapa indikator ruang dapat ditetapkan untuk menentukan kualitas akustik suatu ruangan, namun satu indikator yang paling signifikan dalam menentukan kualitas akustik adalah waktu dengung atau *reverberation time* (RT). Oleh karenanya faktor ini diuji pada ruang-ruang dimaksud untuk mengetahui nilainya, apakah telah sesuai standar yang berlaku atau diluar standar. Adapun proses pengujian atau penghitungan RT pada ruang-ruang dimaksud dilakukan secara *computerised* dengan menggunakan *software* ECOTECH. Sedangkan data-data lapangan, seperti volume ruang, bentuk ruang, material pelapis dan dimensinya, diambil langsung dari ruang-ruang tersebut.

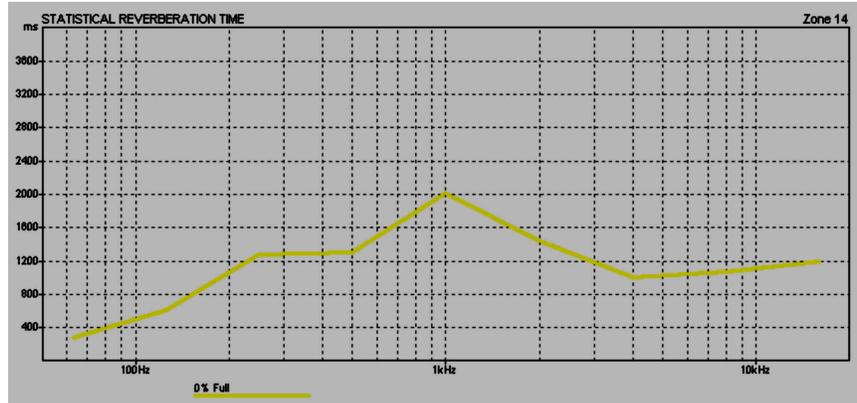
4.1. Reverberation Time pada Auditorium Thomas Aquinas.

Penghitungan dengan menggunakan Ecotect pada ruang Auditorium Th. Aquinas, dilakukan dengan menggunakan beberapa variasi tingkat kepenuhan ruang. Hal ini sengaja dilakukan, karena RT suatu ruangan juga sangat dipengaruhi jumlah *audiens* yang ada di dalamnya. Adapun variasi jumlah *audiens* yang dihitung adalah:

- Kosong (tanpa *audiens* – dapat diidentikkan dengan *audiens* dibawah 100 orang)
- Terisi 100 orang
- Terisi 250 orang
- Terisi 750 orang (maksimal dalam kondisi normal, tanpa meluber ke ruang luar).

Adapun hasil penghitungan dengan simulasi Ecotect memberikan hasil sebagai berikut:

a. Kosong

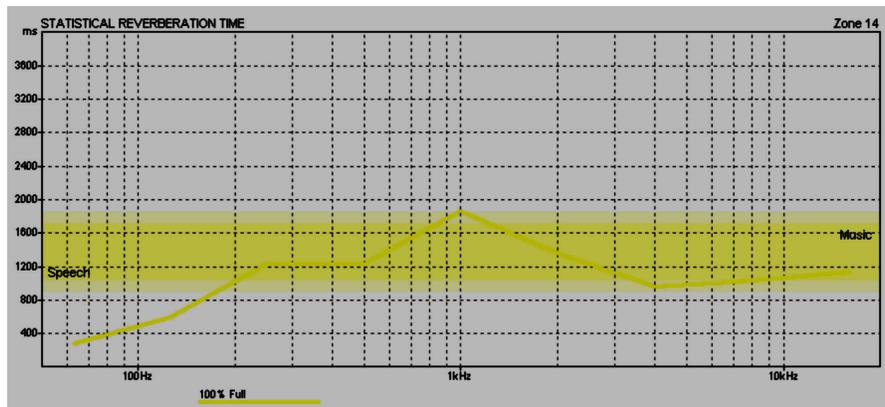


Gambar 4.1. Grafik RT pada keadaan kosong

Tabel 4.1. Nilai RT pada keadaan kosong

Volume:	5859.490 m ³		
Surface Area:	9197.766 m ²		
Occupancy:	0 (0 x 0%)		
	TOT.	EMPTY 50%	FULL
FREQ.	ABS.	RT(60)	RT(60)
63Hz:	3403.178	0.28	0.28 sec
125Hz:	1563.629	0.60	0.60 sec
250Hz:	735.822	1.28	1.28 sec
500Hz:	721.721	1.30	1.30 sec
1kHz:	459.894	2.02	2.02 sec
2kHz:	643.853	1.44	1.44 sec
4kHz:	919.787	1.01	1.01 sec
8kHz:	827.810	1.08	1.08 sec
16kHz:	735.822	1.19	1.19 sec

b. Terisi 100 orang



Gambar 4.2. Grafik RT pada keadaan terisi 100 orang

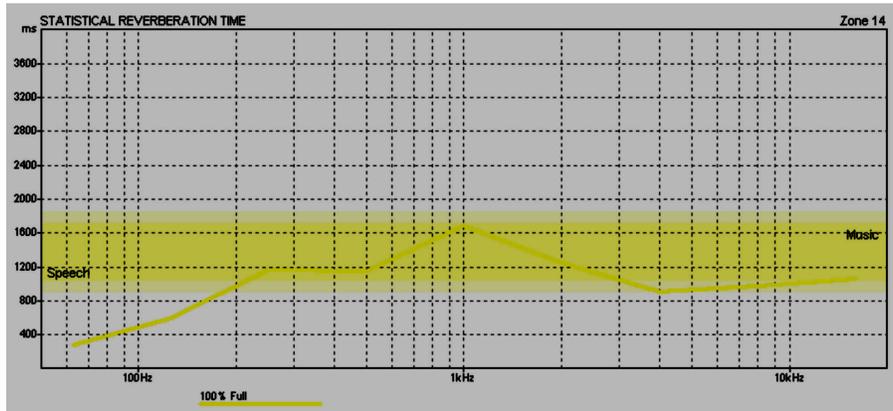
Tabel 4.2. Nilai RT pada keadaan terisi 100 orang

Volume: 5859.490 m³
 Surface Area: 9197.766 m²
 Occupancy: 100 (100 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 1.03s
 Optimum RT (500Hz - Music): 1.72s

Volume per Seat: 58.595 m³
 Minimum (Speech): 4.55 m³
 Minimum (Music): 8.50 m³

	TOT.	EMPTY	50%	FULL
FREQ.	ABS.	RT(60)	RT(60)	RT(60)
63Hz:	3403.178	0.28	0.28	0.28 sec
125Hz:	1563.629	0.60	0.60	0.60 sec
250Hz:	735.822	1.25	1.23	1.21 sec
500Hz:	721.721	1.26	1.24	1.23 sec
1kHz:	459.894	1.90	1.87	1.84 sec
2kHz:	643.853	1.37	1.35	1.34 sec
4kHz:	919.787	0.97	0.97	0.96 sec
8kHz:	827.810	1.04	1.03	1.03 sec
16kHz:	735.822	1.14	1.14	1.13 sec

c. Terisi 250 orang



Gambar 4.3. Grafik RT pada keadaan terisi 250 orang

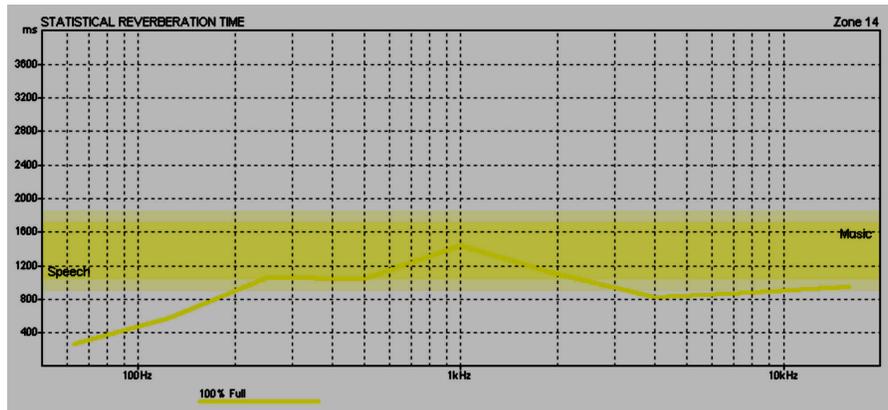
Tabel 4.3. Nilai RT pada keadaan terisi 250 orang

Volume: 5859.490 m³
 Surface Area: 9197.766 m²
 Occupancy: 250 (250 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 1.03s
 Optimum RT (500Hz - Music): 1.72s

Volume per Seat: 23.438 m³
 Minimum (Speech): 4.80 m³
 Minimum (Music): 8.77 m³

	TOT.	EMPTY	50%	FULL
FREQ.	ABS.	RT(60)	RT(60)	RT(60)
63Hz:	3403.178	0.28	0.27	0.27 sec
125Hz:	1563.629	0.59	0.59	0.59 sec
250Hz:	735.822	1.20	1.16	1.13 sec
500Hz:	721.721	1.19	1.16	1.13 sec
1kHz:	459.894	1.74	1.68	1.63 sec
2kHz:	643.853	1.28	1.24	1.21 sec
4kHz:	919.787	0.92	0.91	0.90 sec
8kHz:	827.810	0.98	0.97	0.96 sec
16kHz:	735.822	1.07	1.06	1.05 sec

d. Terisi 500 orang



Gambar 4.4. Grafik RT pada keadaan terisi 500 orang

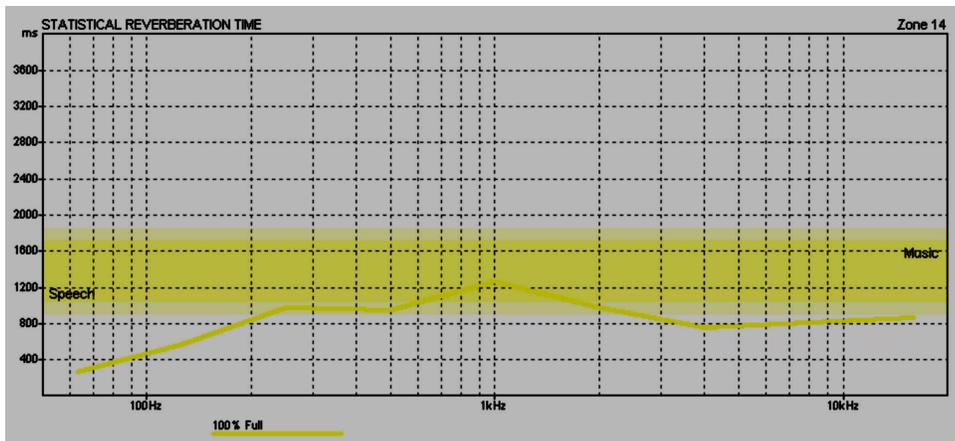
Tabel 4.4. Nilai RT pada keadaan terisi 500 orang

Volume: 5859.490 m³
 Surface Area: 9197.766 m²
 Occupancy: 500 (500 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 1.03s
 Optimum RT (500Hz - Music): 1.72s

Volume per Seat: 11.719 m³
 Minimum (Speech): 5.10 m³
 Minimum (Music): 8.97 m³

FREQ.	TOT. ABS.	EMPTY 50% RT(60)	FULL RT(60)	FULL RT(60)
63Hz:	3403.178	0.27	0.27	0.27 sec
125Hz:	1563.629	0.58	0.58	0.57 sec
250Hz:	735.822	1.13	1.06	1.01 sec
500Hz:	721.721	1.09	1.04	0.99 sec
1kHz:	459.894	1.53	1.44	1.36 sec
2kHz:	643.853	1.16	1.10	1.04 sec
4kHz:	919.787	0.85	0.83	0.81 sec
8kHz:	827.810	0.90	0.89	0.87 sec
16kHz:	735.822	0.96	0.95	0.94 sec

e. Terisi 750 orang



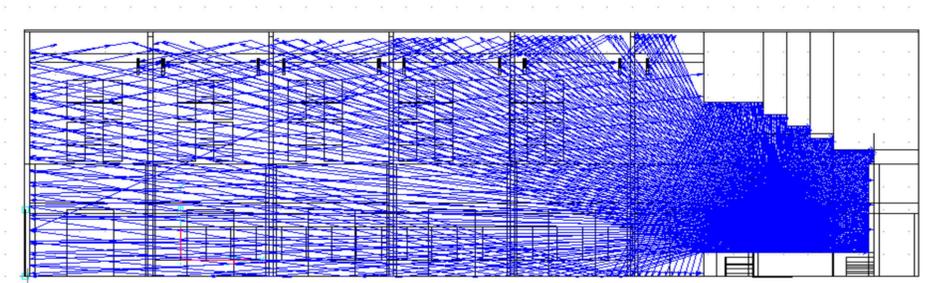
Gambar 4.5. Grafik RT pada keadaan terisi 750 orang

Tabel 4.5. Nilai RT pada keadaan terisi 750 orang

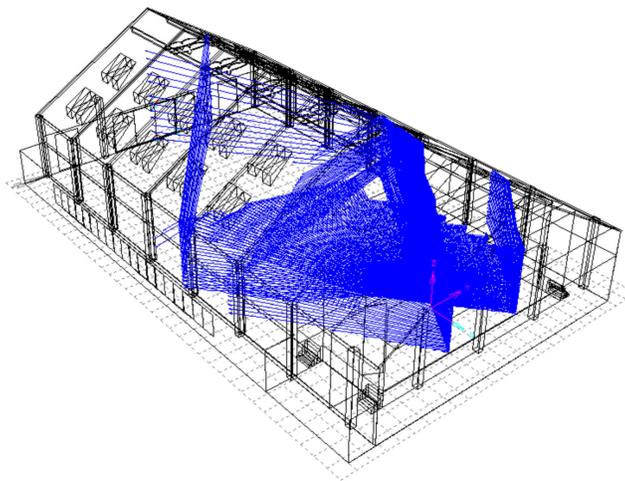
Volume: 5859.490 m³
 Surface Area: 9197.766 m²
 Occupancy: 750 (750 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 1.03s
 Optimum RT (500Hz - Music): 1.72s

Volume per Seat: 7.813 m³
 Minimum (Speech): 5.27 m³
 Minimum (Music): 9.09 m³

FREQ.	TOT. ABS.	EMPTY RT(60)	50% RT(60)	FULL RT(60)
63Hz:	3403.178	0.27	0.27	0.27 sec
125Hz:	1563.629	0.57	0.56	0.56 sec
250Hz:	735.822	1.06	0.98	0.91 sec
500Hz:	721.721	1.01	0.94	0.88 sec
1kHz:	459.894	1.37	1.26	1.17 sec
2kHz:	643.853	1.06	0.98	0.91 sec
4kHz:	919.787	0.79	0.76	0.74 sec
8kHz:	827.810	0.83	0.81	0.79 sec
16kHz:	735.822	0.88	0.86	0.84 sec



Gambar 4.6. Tampak samping simulasi penyebaran suara dari sumber pada panggung ke arah audiens pada Auditorium Th. Aquinas



Gambar 4.7. Perspektif simulasi penyebaran suara dari sumber pada panggung ke arah audiens pada Auditorium Th. Aquinas

4.2. Diskusi Hasil Pengujian Auditorium Th. Aquinas

Sebagaimana tampil dalam grafik dan tabel hasil penghitungan dengan Ecotect seperti tersebut diatas, terlihat bahwa sesuai standar ideal untuk keperluan speech, yaitu antara 0-1 detik dengan angka ideal 0,5 detik, maka Auditorium ini memiliki kualitas akustik yang rendah saat jumlah audiens dibawah 500 orang. Nampaknya elemen pelapis ruangan sengaja dirancang menghasilkan kualitas akustik yang baik untuk kapasitas audiens hampir penuh atau terisi setidaknya $2/3$ kapasitas maksimal. Dengan jumlah audiens 500 orang, Auditorium ini memiliki RT 0,99 detik. Angka ini diperoleh dari frekuensi 500 Hz, sebagai frekuensi tengah yang umumnya diambil untuk mewakili frekuensi-frekuensi suara yang muncul dalam ruangan. Pemakaian angka rata-rata tidak pernah digunakan untuk menghasilkan suatu nilai secara akustik, karena justru menjadikan penghitungan menjadi tidak valid. Bila diketahui secara pasti frekuensi suara yang muncul, maka dapat secara langsung dihitung RT untuk frekuensi tersebut. Namun bila terdiri dari beberapa *range* frekuensi, maka frekuensi 500 Hz biasanya digunakan sebagai frekuensi tengah yang dapat mewakili semua frekuensi.

Meski setelah ruangan terisi minimal $2/3$, auditorium telah memiliki RT sesuai standar, namun dari hasil penghitungan nampak bahwa saat terisi penuh pun, RT ruangan belum mencapai yang paling ideal. Saat terisi penuh 750 orang, RT auditorium baru mencapai 0,88 detik. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan elemen pelapis ruangan belum dapat mendukung tercapainya RT ideal. Nilai RT yang terlalu tinggi saat ruangan terisi kurang dari $2/3$ kapasitas akan menyebabkan munculnya ketidakjelasan bunyi sehingga membuat *audiens* tidak nyaman.

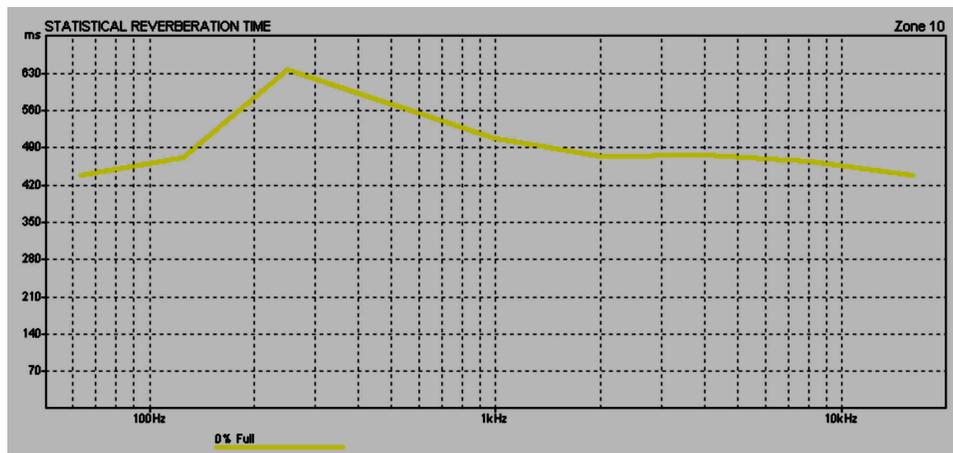
4.3. Reverberation Time pada Audiovisual Thomas Aquinas.

Seperti halnya pada Auditorium Th. Aquinas, penghitungan pada ruang Audiovisual Th. Aquinas juga dilakukan dengan menggunakan beberapa variasi tingkat kepenuhan ruang. Adapun variasi jumlah *audiens* yang dihitung adalah:

- Kosong (tanpa *audiens* – dapat diidentikkan dengan audiens dibawah 50 orang)
- Terisi 50 orang
- Terisi 100 orang (maksimal dalam kondisi normal)

Adapun hasil penghitungan dengan simulasi Ecotect memberikan hasil sebagai berikut:

a. Kosong

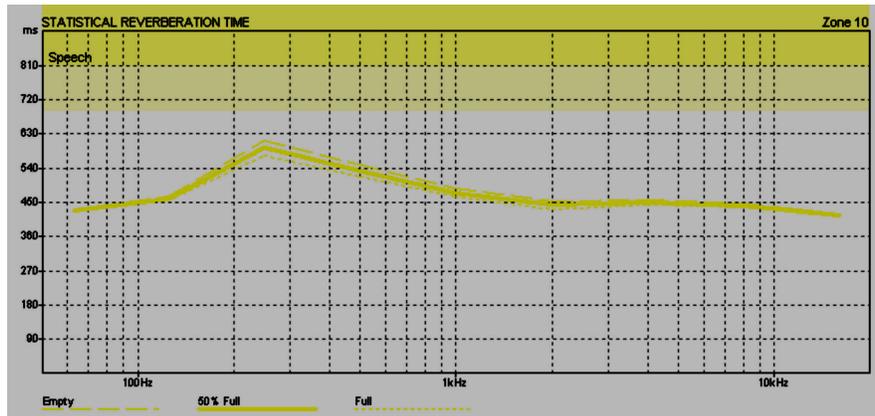


Gambar 4.8. Grafik RT pada keadaan kosong

Tabel 4.6. Nilai RT pada keadaan kosong

Volume:	1088.960 m ³		
Surface Area:	1471.144 m ²		
Occupancy:	0 (0 x 0%)		
	TOT.	EMPTY	50% FULL
FREQ.	ABS.	RT(60)	RT(60) RT(60)
63Hz:	400.487	0.44	0.44 0.44 sec
125Hz:	371.579	0.47	0.47 0.47 sec
250Hz:	274.776	0.64	0.64 0.64 sec
500Hz:	305.304	0.57	0.57 0.57 sec
1kHz:	344.283	0.51	0.51 0.51 sec
2kHz:	366.576	0.47	0.47 0.47 sec
4kHz:	359.787	0.48	0.48 0.48 sec
8kHz:	356.118	0.47	0.47 0.47 sec
16kHz:	379.411	0.44	0.44 0.44 sec

b. Terisi 50 orang



Gambar 4.9. Grafik RT pada keadaan terisi 50 orang

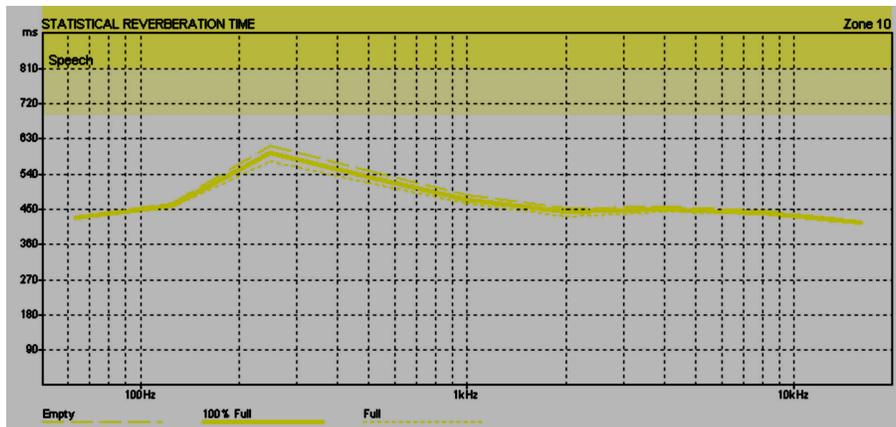
Tabel 4.7. Nilai RT pada keadaan terisi 50 orang

Volume: 1088.960 m³
 Surface Area: 1471.144 m²
 Occupancy: 50 (100 x 50%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 0.81s
 Optimum RT (500Hz - Music): 1.42s

Volume per Seat: 10.890 m³
 Minimum (Speech): 4.55 m³
 Minimum (Music): 8.50 m³

FREQ.	ABS.	FULL		
		TOT. RT(60)	EMPTY RT(60)	50% RT(60)
63Hz:	400.487	0.43	0.43	0.42 sec
125Hz:	371.579	0.46	0.46	0.46 sec
250Hz:	274.776	0.61	0.59	0.57 sec
500Hz:	305.304	0.55	0.53	0.52 sec
1kHz:	344.283	0.49	0.48	0.47 sec
2kHz:	366.576	0.45	0.44	0.43 sec
4kHz:	359.787	0.46	0.45	0.44 sec
8kHz:	356.118	0.45	0.44	0.44 sec
16kHz:	379.411	0.42	0.42	0.41 sec

c. Terisi 100 orang



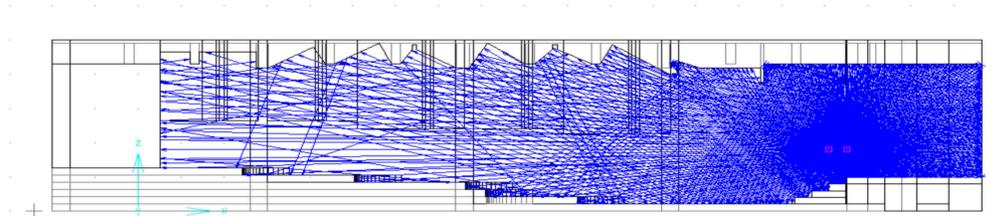
Gambar 4.10. Grafik RT pada keadaan terisi 100 orang

Tabel 4.8. Nilai RT pada keadaan terisi 100 orang

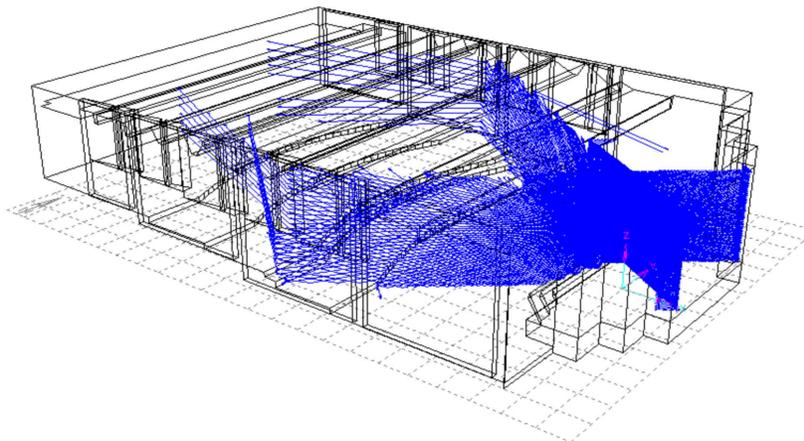
Volume: 1088.960 m³
 Surface Area: 1471.144 m²
 Occupancy: 100 (100 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 0.81s
 Optimum RT (500Hz - Music): 1.42s

Volume per Seat: 10.890 m³
 Minimum (Speech): 4.55 m³
 Minimum (Music): 8.50 m³

	TOT.	EMPTY 50%		FULL
FREQ.	ABS.	RT(60)	RT(60)	RT(60)
63Hz:	400.487	0.43	0.43	0.42 sec
125Hz:	371.579	0.46	0.46	0.46 sec
250Hz:	274.776	0.61	0.59	0.57 sec
500Hz:	305.304	0.55	0.53	0.52 sec
1kHz:	344.283	0.49	0.48	0.47 sec
2kHz:	366.576	0.45	0.44	0.43 sec
4kHz:	359.787	0.46	0.45	0.44 sec
8kHz:	356.118	0.45	0.44	0.44 sec
16kHz:	379.411	0.42	0.42	0.41 sec



Gambar 4.11. Tampak samping simulasi penyebaran suara dari arah panggung Audiovisual Th. Aquinas



Gambar 4.12. Perspektif simulasi penyebaran suara dari arah panggung Audiovisual Th. Aquinas

4.4. Diskusi Hasil Pengujian Audiovisual Th. Aquinas

Hasil penghitungan RT pada ruang Audiovisual baik saat ruangan kosong (terisi minimal) maupun saat terisi penuh ternyata menunjukkan angka yang mendekati ideal, yaitu berkisar pada 0,52-0,57 detik pada frekuensi 500 Hz. Hal ini menunjukkan bahwa ruangan memiliki kualitas akustik yang baik, baik pada saat digunakan dengan audiens minimal maupun saat terisi penuh. Suara-suara yang muncul dari sumber di atas panggung akan didengar dengan jelas dan pada kekuatan yang cukup oleh audiens yang duduk di bagian paling belakang sekalipun.

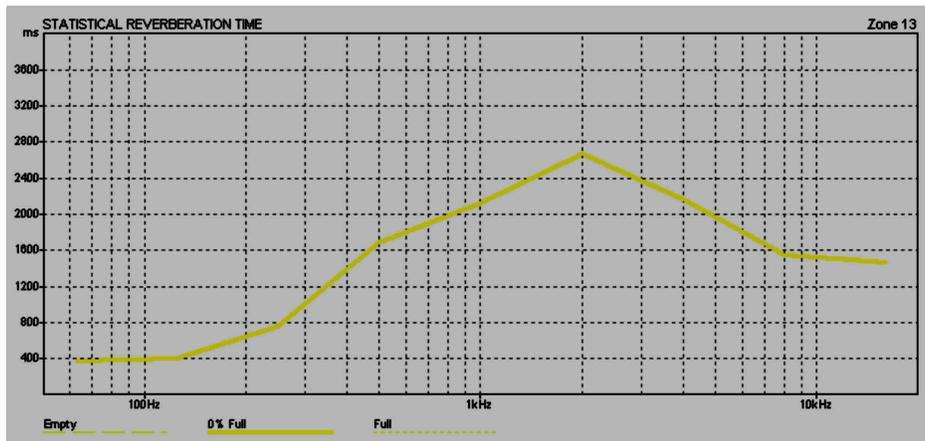
4.5. Reverberation Time pada Auditorium Bonaventura.

Pada ruang Auditorium Bonaventura juga dilakukan penghitungan dengan menggunakan beberapa variasi tingkat kepenuhan ruang. Adapun variasi jumlah *audiens* yang dihitung adalah:

- Kosong (tanpa *audiens* – dapat diidentikkan dengan audiens dibawah 100 orang)
- Terisi 100 orang
- Terisi 400 orang (maksimal dalam kondisi normal).

Adapun hasil penghitungan dengan simulasi Ecotect memberikan hasil sebagai berikut:

a. Kosong



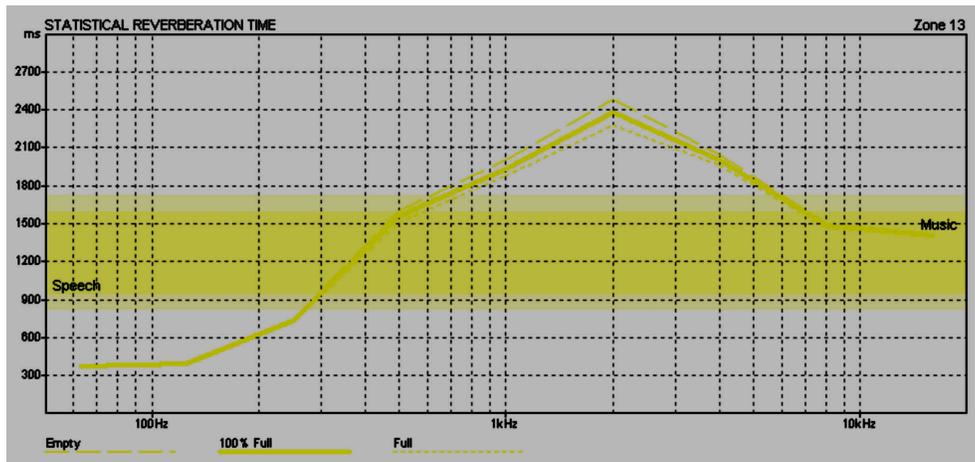
Gambar 4.13. Grafik RT pada keadaan kosong

Tabel 4.9. Nilai RT pada keadaan kosong

Volume: 2926.020 m³
 Surface Area: 4302.865 m²
 Occupancy: 0 (0 x 0%)

FREQ.	ABS.	TOT. EMPTY 50% FULL		
		RT(60)	RT(60)	RT(60)
63Hz:	1253.656	0.38	0.38	0.38 sec
125Hz:	1188.419	0.40	0.40	0.40 sec
250Hz:	625.323	0.75	0.75	0.75 sec
500Hz:	277.827	1.69	1.69	1.69 sec
1kHz:	213.677	2.13	2.13	2.13 sec
2kHz:	150.770	2.67	2.67	2.67 sec
4kHz:	170.677	2.16	2.16	2.16 sec
8kHz:	212.272	1.55	1.55	1.55 sec
16kHz:	232.719	1.47	1.47	1.47 sec

b. Terisi 100 orang



Gambar 4.14. Grafik RT pada keadaan terisi 100 orang

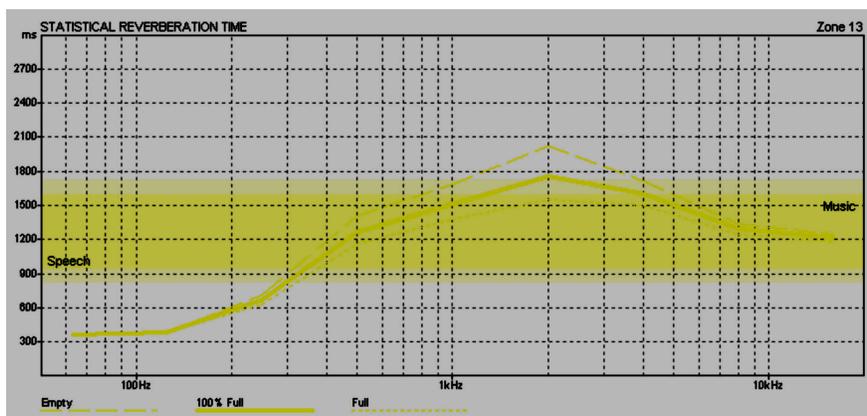
Tabel 4.10. Nilai RT pada keadaan terisi 100 orang

Volume: 2926.020 m³
 Surface Area: 4302.865 m²
 Occupancy: 100 (100 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 0.94s
 Optimum RT (500Hz - Music): 1.60s

Volume per Seat: 29.260 m³
 Minimum (Speech): 4.55 m³
 Minimum (Music): 8.50 m³

FREQ.	TOT. ABS.	EMPTY RT(60)	50% RT(60)	FULL RT(60)
63Hz:	1253.656	0.37	0.37	0.37 sec
125Hz:	1188.419	0.39	0.39	0.39 sec
250Hz:	625.323	0.74	0.73	0.72 sec
500Hz:	277.827	1.61	1.56	1.51 sec
1kHz:	213.677	2.00	1.93	1.87 sec
2kHz:	150.770	2.48	2.38	2.28 sec
4kHz:	170.677	2.04	2.00	1.96 sec
8kHz:	212.272	1.50	1.49	1.47 sec
16kHz:	232.719	1.42	1.41	1.40 sec

c. Terisi 400 orang



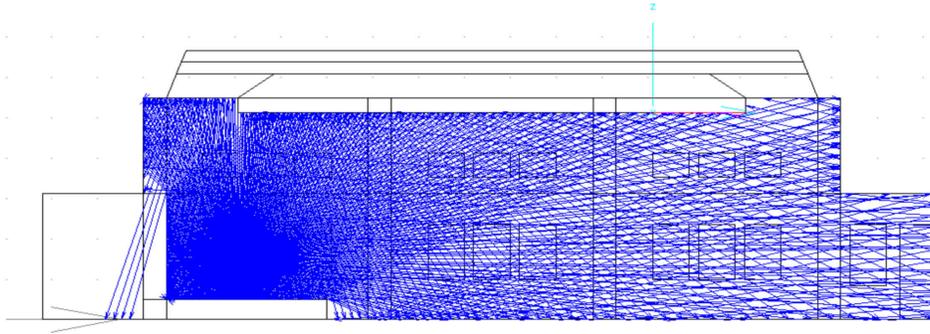
Gambar 4.15. Grafik RT pada keadaan terisi 400 orang

Tabel 4.11. Nilai RT pada keadaan terisi 400 orang

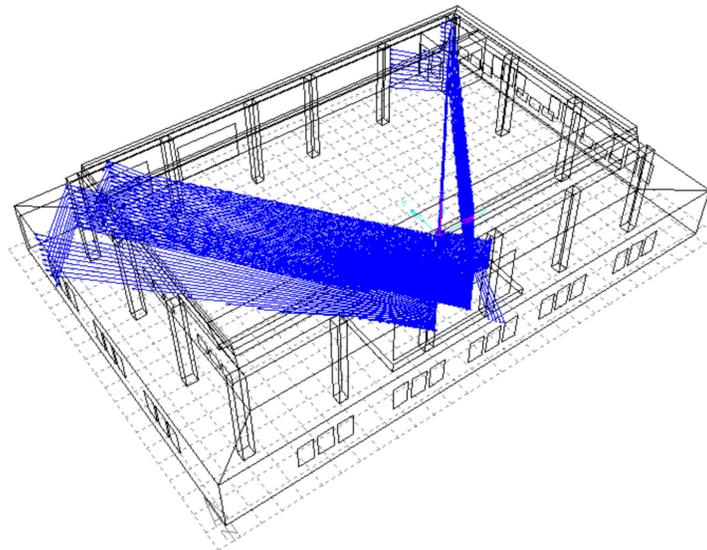
Volume: 2926.020 m³
 Surface Area: 4302.865 m²
 Occupancy: 400 (400 x 100%)
 Optimum RT (500Hz - Speech): 0.94s
 Optimum RT (500Hz - Music): 1.60s

Volume per Seat: 7.315 m³
 Minimum (Speech): 5.00 m³
 Minimum (Music): 8.91 m³

FREQ.	TOT. ABS.	EMPTY RT(60)	50% RT(60)	FULL RT(60)
63Hz:	1253.656	0.37	0.37	0.36 sec
125Hz:	1188.419	0.39	0.38	0.38 sec
250Hz:	625.323	0.71	0.67	0.63 sec
500Hz:	277.827	1.41	1.27	1.16 sec
1kHz:	213.677	1.68	1.51	1.38 sec
2kHz:	150.770	2.02	1.76	1.55 sec
4kHz:	170.677	1.72	1.61	1.50 sec
8kHz:	212.272	1.34	1.29	1.25 sec
16kHz:	232.719	1.25	1.22	1.19 sec



Gambar 4.16. Tampak samping simulasi penyebaran sumber bunyi dari arah panggung



Gambar 4.17. Perspektif simulasi penyebaran sumber bunyi dari arah panggung

4.6. Diskusi Hasil Pengujian Auditorium Bonaventura

Hasil penghitungan RT pada Auditorium Bonaventura menunjukkan angka yang menyedihkan, yaitu bahwa dari semua variasi kapasitas penonton, baik kosong/minimal sampai terisi penuh bernilai melebihi angka standar sebuah ruang untuk keperluan *speech*. Hal ini menunjukkan bahwa ruangan sebenarnya tidak layak digunakan untuk menampung aktivitas tersebut, karena memiliki nilai RT yang tidak sesuai.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Atas munculnya berbagai pendapat yang mempertanyakan kualitas ruang-ruang pertemuan di Universitas Atma Jaya Yogyakarta, baik yang disampaikan secara lisan maupun tertulis sebagaimana tercantum pada Lampiran, maka telah dilakukan pengujian *reverberation time* (RT), sebagai salah satu indikator kualitas akustik ruang. Adapun ruang-ruang yang diuji adalah Auditorium Th. Aquinas, Audiovisual Th. Aquinas dan Auditorium Bonaventura.

Hasil pengujian atau penghitungan RT menggunakan *software* Ecotect berdasarkan data-data lapangan yang ada menunjukkan bahwa dari ketiga ruang yang diuji, hanya ruang audiovisual Th. Aquinas yang memiliki nilai RT paling mendekati angka ideal sebuah ruangan yang digunakan untuk aktivitas *speech* (percakapan). Sedangkan kedua ruang lainnya, terlebih Auditorium Bonaventura memiliki nilai RT yang jauh di atas standar. Hal ini membuktikan keluhan tertulis sebagian orang yang menyatakan kualitas percakapan dalam ruang ini sangat buruk. Kondisi ini menjadi semakin buruk tatkala digunakan sistem tata suara buatan. Sementara itu untuk Auditorium Th. Aquinas, nilai RT tidak sesuai standar ketika ruangan digunakan oleh *audiens* kurang dari 2/3 kapasitas.

5.2. SARAN

Mengingat Universitas Atma Jaya secara rutin memiliki berbagai aktivitas bersifat *speech* seperti wisuda, seminar, kuliah umum dlsb, maka keberadaan ruang-ruang pertemuan yang mampu menampung aktivitas ini dengan baik sangatlah penting. Namun pada kenyataannya dari 3 buah ruang pertemuan yang ada di Kampus

Babarsari hanya 1 yang berkualitas baik. Untuk mengatasi kondisi tersebut, peneliti mengajukan saran-saran sebagai berikut.

a. Untuk Auditorium Th. Aquinas

Auditorium ini memegang peranan paling penting karena merupakan tempat terpilih untuk menyelenggarakan wisuda secara rutin. Mengingat pada saat wisuda jumlah *audiens* dapat mencapai melebihi kapasitas, maka kualitas akustik pada saat itu sudah cukup ideal. Namun demikian, secara akustik, ruang ini menjadi tidak cocok digunakan bila perkiraan audiens yang akan datang pada suatu acara kurang dari 500 orang. Bila diharapkan ruangan berfungsi baik, tanpa tergantung jumlah *audiens*, maka koefisien serap dari elemen pelapis perlu diperbaiki. Mengingat model dan adanya fungsi-fungsi lain yang telah ada pada dinding, maka perbaikan kualitas akustik lebih disarankan pada pengantian pelapis plafon. Bila sekiranya perbaikan tidak akan dilakukan, disarankan untuk mengalihkan aktivitas dengan sedikit *audiens* ke ruang dengan kapasitas lebih kecil, seperti Auditorium Bonaventura atau Audiovisual Th. Aquinas. Penggunaan tata suara buatan tetap perlu dalam ruang ini mengingat kapasitas maksimal audiens yang mencapai 750 orang. Perbaikan kualitas serap elemen pelapis plafon akan makin meningkatkan performa tata suara buatan dalam ruang ini.

b. Untuk Audiovisual Th. Aquinas

Menurut hasil pengujian, Audiovisual Th. Aquinas adalah ruang dengan kualitas akustik terbaik, oleh karenanya tidak ada saran secara akustik yang perlu disampaikan. Pemakaian tata suara buatan dapat digunakan ataupun tidak dalam ruang ini, sebab secara akustik, tanpa tata suara buatan, kualitas bunyi asli masih tetap baik. Ketika digunakan tata suara buatan-pun kualitas akustik ruangan tetap baik.

Namun demikian, peneliti ingin memberikan saran dari aspek yang lain, yaitu tata ruang, seperti penempatan toilet pada bagian depan ruang tanpa ketersediaan ruang antara. Pergantian antara posisi ruang operator di bagian belakang dengan toilet di bagian depan akan menjadikan tata ruang menjadi lebih baik. Kekurangan tata ruang yang lain dari Audiovisual adalah ketiadaan ruang yang pantas untuk ruang konsumsi. Selama ini, untuk penyelenggaraan acara besar dengan jamuan makan siang secara prasmanan, dipergunakan sebagian dari ruang parkir kendaraan, yang pengap dan terpolusi. Saran peneliti adalah penyediaan ruang konsumsi dengan memanfaatkan ruang yang saat ini digunakan oleh koperasi. Pemindahan ini akan pula menaikkan pamor koperasi yang letaknya terjepit tanpa diketahui umum sehingga konsumennya hanya terbatas karyawan UAJY saja.

c. Untuk Auditorium Bonaventura

Meski terletak pada posisi paling representatif, yaitu pada gedung yang dilengkapi *elevator*, sehingga memungkinkan akses bagi kaum difabel dan juga dilengkapi dengan teras yang sangat representatif sebagai ruang konsumsi, namun secara akustik kualitas Auditorium ini paling buruk. Bila dilihat dari rencana awal desain ruang ini, maka kondisi ruang yang ada saat ini memang belum diselesaikan sebagaimana desain awal. Desain awal sepertinya hendak mewujudkan ruang ini seperti Audiovisual dengan model lantai trap, namun kenyataannya hal ini belum diwujudkan. Buruknya nilai RT ruang dimaksud secara kasat mata dipastikan terjadi karena pelapis lantai yang amat memantul, sehingga menghasilkan nilai RT diluar standar. Berdasarkan pengalaman peneliti, perbaikan ruang dengan pelapisan karpet tebal pada lantai dipastikan memperbaiki nilai RT ruang tersebut. Bila perbaikan yang disarankan tidak akan dilakukan, untuk mengurangi distorsi bunyi, sebaiknya sistem tata suara buatan tidak perlu digunakan terlebih dahulu.

Kemampuan pantul elemen pelapis ruang akan mampu menyebarkan suara asli dari sumber kepada *audiens*.

LAMPIRAN

PUSTAKA RUJUKAN

- Egan, M. David, 1976, *Concepts in Architectural Acoustic*, Prentice-Hall Inc., New-Jersey
- McMullan, Randall, 1991, *Environmental Science in Buildings*, Edisi Ke Tiga, McMillan, London
- Templeton, D. and D. Saunders, 1987, *Acoustic Design*, The Architectural Press, London
- Mediastika, CE., *Akustika Bangunan; Prinsip dan Penerapannya di Indonesia*, Edisi 1, Penerbit Erlangga, 2006