



UNIVERSITAS INDONESIA

PENGARUH DESAIN AUDITORIUM TERHADAP
WAKTU DENGUNG

TESIS

INDRADJAJA MAKAINAS
6405050091

FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN ARSITEKTUR
DEPOK
DESEMBER 2008



UNIVERSITAS INDONESIA

PENGARUH DESAIN AUDITORIUM TERHADAP
WAKTU DENGUNG

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Arsitektur

INDRADJAJA MAKAINAS
6405050091

FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN ARSITEKTUR
DEPOK
DESEMBER 2008

..

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
Dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
Telah saya nyatakan benar.

Nama : Indradjaja Makainas
NPM. : 6405050091
Tanda tangan :
Tanggal : 11 Desember 2008



HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Indradjaja Makainas
NPM : 6405050091
Program Studi : Magister Arsitektur
Judul Tesis : Pengaruh Desain Auditorium terhadap Waktu
Dengung

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Arsitektur pada Program Studi Magister, Arsitektur Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Finarya Legoh, Ph.D.
Pembimbing : Ir. Siti Handjarinto, M.Sc.
Penguji : Dr.Ir. Emirhadi Suganda, M.Sc.
Penguji : Ir. Sadili Somaatmadja, M.Si.
Penguji : Wied W. Winaktoe, M.Sc.

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 11 Desember 2008

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yesus Kristus karena kehendak dan KasihNya saya masih bertahan, dikuatkan dan dimampukan untuk menyelesaikan Penelitian Tesis dengan judul “*Pengaruh Desain Auditorium Terhadap Waktu Dengung*”.

Dalam penelitian yang dilanjutkan dengan penulisan Tesis ini banyak hambatan yang dialami bahkan selama masa studi, baik itu dalam kesehatan, waktu serta kesiapan dalam proses perkuliahan. Namun semua kendala itu dihadapi dengan rasa bersyukur atas pengalaman hidup, yang akhirnya Tesis ini dapat disetujui untuk diajukan pada Sidang Magister Arsitektur di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Pada lembaran ini saya dari hati yang paling dalam mengucapkan Terima Kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kemas Ridwan Kurniawan, ST.MSc.PhD, selaku Ketua Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
2. Herlily MUD. Ph.D. Cand. Sebagai sebagai Sekretaris Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
3. Prof.Ir.Triatno Yudhohardjoko,PhD,MSc. yang telah menerima dalam wawancara penerimaan mahasiswa Program studi Magister Arsitektur FTUI juga yang mendorong semangat belajar saya.
4. Prof. Ir. Gunawan Tjahjono, M.Arch.PhD. yang telah mengajarkan Metode Perancangan dan Penelitian Lanjutan.
5. Prof.DR.Ir.Abimanyu Takdir Alamsyah, MS yang banyak memberi masukan dan saran untuk penyelesaian penulisan Tesis ini.
6. Ir.Finarya Legoh, PhD. selaku Pembimbing kesatu yang telah memberikan arahan dan petunjuk dalam penulisan Tesis ini.
7. Ir.Siti Handjarinto, MSc. selaku Pembimbing kedua juga telah banyak membantu untuk selesainya penulisan Tesis ini.

8. Ir.I.B.Ardhana Putra, PhD. sebagai kepala Laboratorium Akustik Departemen Teknik Fisika ITB yang banyak membantu memberi informasi untuk program CATT dan seminar Akustik.
9. Dr.Ir. R.Sugeng Joko Sarwono MT. Kepala Laboratorium Komputer Departemen Fisika Teknik ITB. Yang memberikan informasi dan referensi kepada kami untuk meneliti dengan program CATT bersama Ir.Iwan Prasetyo.MT dan Venanda Icha, ST.MT.
10. Achmad Suwandi, ST. Selaku Kepala Laboratorium Akustik LIPI Serpong banyak memberi masukan juga melaksanakan pengukuran di TIM. bersama Denny Hermawanto, ST
11. Marusya N.F..Nainggolan MA.dan staf di GKJ. Yang mengizinkan untuk mengambil data, dan pengukuran.
12. Iwan Prasetyo, ST. Selaku Pimpinan Pengelola Teater Kecil TIM bersama staf yang telah membantu dalam mendapatkan data, pengukuran, pengamatan, kuisisioner serta pengukuran on site.
13. Zulfi Siregar, SE. Selaku kepala HRD di Gedung Plenary JCC yang banyak membantu dalam pengukuran dan memberikan kuisisioner.
14. Dosen-dosen Departemen Arsitektur, Ir.Hendrajaya Isnaeni, M.Sc. Ph.D, Dr.Ir.Laksmi G. Siregar, MS, Ir.Azrar Hadi,Ph.D, Ir.A.Hery Fuad, M.Eng, Dianne Wildsmith, AIA.RIBA. M.Sc, Ir.Sukisno, M.Si, dosen dari Departemen Sipil, Departemen Metalurgi, Departemen Mesin FTUI yang sudah menambahkan ilmu kepada saya.
15. Seluruh pegawai di Departemen Arsitektur FTUI.
16. Devy dan kawan-kawan di Perpustakaan FTUI yang telah banyak membantu sejak mulai hingga selesainya perkuliahan saya di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.
17. Rekan-rekan kuliah di Program Pascasarjana Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
18. Rekan-rekan dosen tugas belajar yang berada di asrama pemda Sulawesi Utara di jalan Banda 2. Bandung yang membantu selama penelitian di Departemen Teknik Fisika ITB.

19. Seluruh Dosen di Jurusan Arsitektur, Sipil, Elektro dan Mesin Fatek Universitas Sam Ratulangi Manado.

20. Iga Debra Maharani Makainas yang tercinta bersama kakak, adik serta saudara-saudara yang dikasihi yang selalu menjadi inspirasi dan pendorong semangat juang dan mendoakan dalam penyelesaian studi.

21. Leidy M. Rompas, ST. yang memberi semangat maju terus untuk perubahan dalam melanjutkan studi di program Magister Arsitektur di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Indonesia Depok.

Disadari tesis ini masih belum sempurna namun diharapkan dapat memberi masukan maupun mendorong kemauan untuk meneliti tentang bidang arsitektural akustik.

Depok, 11 Desember 2008

Indradjaja Makainas

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indradjaja Makainas
NPM : 6405050091
Program Studi : Magister Arsitektur
Departemen : Arsitektur
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pengaruh Desain Auditorium terhadap Waktu Dengung

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 11 Desember 2008

Yang menyatakan

(Indradjaja Makainas)

ABSTRAK

Nama : Indradjaja Makainas
Program Studi : Magister Arsitektur
Judul : Pengaruh Desain Auditorium terhadap Waktu Dengung

Waktu Dengung (*Reverberation Time*) ialah bunyi yang terdengar setelah sumbernya dihentikan. Waktu Dengung (RT) terjadi akibat pantulan bunyi pada permukaan bidang-bidang disekelilingnya.

RT dipengaruhi oleh volume ruangan, luas bidang lingkup serta koefisien serap (α) bahan di dalam ruangan. Satuan RT ialah dalam detik yang disini dihitung dengan rumus Sabine secara empiris, pengukuran on site, dan simulasi komputer.

RT pada penggunaannya akan berbeda bagi bermacam ruangan sesuai dengan fungsinya. Misalnya pada ruang musik akan memerlukan RT yang lebih lama untuk memperindah suara penyanyi dan musik dibandingkan dengan RT pada ruangan untuk pembicaraan seperti pidato, konferensi dan kuliah.

Penelitian mengenai RT perlu dilihat dari desain auditorium yang berbeda-beda. Oleh sebab itu diambil studi kasus penelitian pada empat auditorium di Jakarta.

Untuk menentukan kriteria RT yang sesuai bagi konser musik pada auditorium adalah dengan mengacu pada kriteria volume dan kekerasan dengung.

Opini audiens diminta untuk menilai kenyamanan dengung dan memberi usulan serta alasannya pada setiap pertunjukan di keempat auditorium tersebut.

Penelitian ini akan menghasilkan suatu hipotesis desain auditorium mengenai pengaruhnya terhadap RT sekaligus dengan bahan elemen ruangnya, juga RT yang sesuai pada tiap auditorium.

Dari hasil penelitian ini diharapkan akan dapat memberikan sumbangan terhadap bidang desain arsitektural akustik khususnya di bidang desain auditorium.

Kata kunci : Desain Auditorium, Waktu Dengung

ABSTRACT

*Name : Indradjaja Makainas
Study Program: Magister Arsitektur
Title : The Influence of Auditorium Design regarding Reverberation Time*

Reverberation Time is the sound that will be heard after its source stopped. RT is created by reflections of sound on plane area surround in a room.

RT is influenced by volume of room, surrounding surface area and absorption coefficient (α) of material in a room. RT is expressed in seconds and is calculated by Sabine empirical formula, on site experiment and computer simulation.

Actually RT values are different among some auditoriums regarding their function. For instance, a music room needs longer RT to support the sound of singer and music when compared with room for speech such as oration, conference and lecture.

RT value needs to be evaluated in different auditorium design. That is why the case studies of research took place at four auditoriums in Jakarta.

To establish the appropriate RT criteria for music concert auditorium refers to volume criteria and loudness of reverberant sound.

Audience opinions were asked to value reverberant comfort, also their suggestion and their reason at every show in the four auditoriums.

The Result of research should give auditorium design hypothesis about its influence regarding RT value, with respect to room elements materials, and also the appropriate RT for every auditorium.

It is hoped the result can contribute to architectural acoustic design especially in stage of design.

Key words : Auditorium Design, Reverberation Time

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	viii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR SKEMA	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR RUMUS	xix
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR GRAFIK	xxi
BABI. PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Permasalahan	3
I.3. Pertanyaan Penelitian	4
I.4. Tujuan Penelitian	4
I.5. Batasan Penelitian	4
I.6. Hipotesis	5
I.7. Sistematika Penulisan	6
I.6. Kerangka Penelitian	7
BAB II. TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN TEORI	8
II.1. Waktu Dengung (RT)	9
II.1.1. RT dan Apresiasi Musik	15
II.1.2. Frekwensi Bunyi dan RT	17
II.1.3. Metode Perhitungan Akustik	20
II.1.4. Mengukur RT	20
II.1.5. Menilai Kenyamanan Bunyi	21
II.2. Sifat-sifat Bunyi	22
II.2.1. Perambatan Bunyi	22
II.3. Desain Auditorium	29
II.3.1. Sejarah Bentuk Denah Auditorium	30
II.3.2. Desain Auditorium berdasarkan Mitos	32
II.3.3. Desain Auditorium Konser berdasarkan Preseden	33
II.3.4. Desain Auditorium berdasarkan Sains	37
II.4. Pengaruh Desain	38
II.4.1. Geometri Auditorium dan RT	38
II.4.2. Pengaruh Arsitektural Akustik pada Desain Auditorium	42
BAB III. METODE PENELITIAN	47

BAB IV. STUDI KASUS	50
IV.1. Gedung Plenary JCC	50
IV.1.1. Perhitungan RT dengan Rumus Sabine dan Loudness di GPJCC ..	53
IV.1.2. Opini Audiens di GPJCC	55
IV.1.3. Analisis dan Evaluasi di GPJCC	56
IV.1.3.1. RT dan Bahan Akustik di GPJCC	56
IV.1.3.2. Kekerasan Dengung (L) di GPJCC	58
IV.1.3.3. Opini Audiens	59.
IV.1.3.4. Sistem Elektroakustik di GPJCC	60
IV.1.3.5. Lintasan Bunyi di GPJCC	61
IV.1.4. Kesimpulan Desain Akustik di GPJCC	62
IV.2. Erasmus Huis	63
IV.2.1. Perhitungan RT dengan Rumus Sabine dan Loudness di EH	68
IV.2.2. Opini Audiens di Erasmus Huis	70
IV.2.3. Analisis dan Evaluasi di Erasmus Huis	71
IV.2.3.1. RT dan Bahan Akustik di Erasmus Huis	71
IV.2.3.2. Kekerasan Dengung (L) di Erasmus Huis	72
IV.2.3.3. Opini Audiens	73
IV.2.3.4. Sistem Elektroakustik di Erasmus Huis	74
IV.2.3.5. Lintasan Bunyi di Erasmus Huis	74
IV.2.4. Kesimpulan Desain Akustik di Erasmus Huis	76
IV.3. Gedung Kesenian Jakarta	77
IV.3.1. Perhitungan RT dengan Rumus Sabine dan Loudness di GKJ	80
IV.3.2. Opini Audiens di GKJ	82
IV.3.3. Analisis dan Evaluasi di GKJ	83
IV.3.3.1. RT dan Bahan Akustik di Gedung Kesenian Jakarta	83
IV.3.3.2. Kekerasan Dengung (L) di GKJ	84
IV.3.3.3. Opini Audiens	86
IV.3.3.3. Sistem Elektroakustik di GKJ	87
IV.3.3.4. Lintasan Bunyi di GKJ	87
IV.3.4. Kesimpulan Desain Akustik di GKJ	89
IV.4. Teater Kecil Taman Ismail Marzuki (TKTIM)	91
IV.4.1. Perhitungan RT dengan Rumus Sabine dan Loudness di TKTIM ..	96
IV.4.2. Opini Audiens di TKTIM	97
IV.4.3. Perhitungan RT dengan program CATT v7.2 di TKTIM	98
IV.4.4. Pengukuran RT On-site di TKTIM	102
IV.4.5. Analisis dan Evaluasi di TKTIM	106
IV.4.5.1. RT dan Bahan Akustik di TKTIM	106
IV.4.5.2. Kekerasan Dengung (L) di TKTIM	108
IV.4.5.3. Opini Audiens	109
IV.4.5.4. Sistem Elektroakustik di TKTIM	110
IV.4.5.5. Lintasan Bunyi di TKTIM	110
IV.4.5.6. Simulasi CATT v7.2 di TKTIM	111
IV.4.5.7. Pengukuran On-site di TKTIM	113
IV.4.6. Kesimpulan Desain Akustik di TKTIM	113
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	116
V.1. Pengaruh Desain Auditorium terhadap RT	116

V.2.	Kesimpulan	119
V.3.	Saran	120
DAFTAR REFERENSI		121

LAMPIRAN

- Lampiran I Daftar Koefisien Absorpsi
- Lampiran II Kuisisioner untuk 4 Auditorium
- Lampiran III CATT v7.2
- Lampiran IV Pengukuran On-Site



DAFTAR SKEMA

Skema I-1. Kerangka Penelitian 7



DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1.	Kurva Peluruhan Idealis (Parkin,1969)	10
Gambar II-2.	Gema (Egan, 1972)	11
Gambar II-3.	Gema Flutter (Egan,1972)	12
Gambar II-4.	Bunyi Fokus (Mehta,1999)	12
Gambar II-5.	RT Optimum pada`500/1000 Hz di Auditorium dan fasilitas sejenis (Egan,1972)	13
Gambar II-6.	Rekomendasi RT pada 500 Hz sesuai Volume (Parkin,1969)	14
Gambar II-7.	RT Auditorium hasil Pengukuran pada 500 Hz (Parkin,1969)	14
Gambar II-8.	Penurunan Intensitas Bunyi dalam Ruangan (Parkin,1969)	15
Gambar II-9.	RT terhadap Tipe Program (Beranek & Newman)	16
Gambar II-10.	Tingkat Frekwensi Nada (Yang Zhang, 2005)	17
Gambar II-11.	Penambahan RT pada Frekwensi Rendah (Parkin,1969)	18
Gambar II-12.	Skala Tingkat Kekerasan Bunyi Dengung (Beranek,1962)	19
Gambar II-13.	Mengukur RT dengan cara <i>Interupedt Noise Method</i>	21
Gambar II-14.	Lintasan Bunyi Langsung dan Pantulan (Beranek,1962)	23
Gambar II-15.	Ilustrasi Pemantulan Bunyi oleh Athanisius Kircher (Forsyth,1985)	23
Gambar II-16.	Analogi Energi Gelombang Air laut pada Tanggul Beton	24
Gambar II-17.	Pemantulan, Penyerapan dan Transmisi Bunyi (Egan,1972)	24
Gambar II-18a.	Karakteristik Penyerapan dari Penyerap Berpori (Parkin,1969)	25
Gambar II-18b.	Karakteristik Penyerapan dari Penyerap Membran (Panel)	25
Gambar II-18c.	Karakteristik Penyerapan dari Penyerap Resonator Tunggal dan Multipel Helmholtz	26
Gambar II-19.	Difraksi Bunyi pada Plafond (Egan,1972)	27
Gambar II-20.	Difusor pada Plafond (Egan,1972)	27
Gambar II-21.	Material Difusor	28
Gambar II-22.	Pemantulan Bunyi pada Difusor dan Bidang Datar	28
Gambar II-23.	Kronologis Bentuk Auditorium/Theater (Izenour,1977)	31
Gambar II-24.	Markgraffliches Opernhaus, Bayreuth (Forsyth,1985)	33
Gambar II-25.	Auditorium Neus Gewandhaus, Leipzig	34
Gambar II-26.	Boston Symphony Hall (Beranek,1962)	35

Gambar II-27. Interior Neus Gewandhaus, Leipzig (Yan Zhang,2005)	35
Gambar II-28. Interior Boston Symphony Hall (Beranek,1962)	36
Gambar II-29. Denah Tipikal Auditorium (Yan Zhang,2005)	39
Gambar II-30. Philharmonie, Berlin, Konsultan Akustik Lothar Cremer dan Joachim Nutsch (Mehta, 1999)	40
Gambar II-31. Segerstrom Hall of the Orange County Performing Arts Center, Costa Mesa, California	40
Gambar II-32. Bentuk Auditorium dan Bunyi Lateral (M.Mehta,1999)	41
Gambar II-33. Denah Concert Hall Sydney Opera House Australia	41
Gambar II-34. Walt Disney Concert Hall, FRANK O. GEHRY, California USA (Steele,1996)	43
Gambar II-35. San Jose Repertory Theater, HOLTH H. JONES, California USA (Steele,1996)	44
Gambar II-36. The Hult Center For The Performing Arts, HARDY HOLZMAN PFEIFFER, Oregon USA (Steele,1996)	45
Gambar IV-1. Denah Gedung Plenary JCC	51
Gambar IV-2. Gedung Plenary Jakarta Convention Center	52
Gambar IV-3. Pemakaian Bahan di GPJCC	52
Gambar IV-4. Potongan GPJCC kearah Depan Panggung	53
Gambar IV-5. Potongan GPJCC kearah Kiri Panggung	53
Gambar IV-6. L (Kekerasan Dengung) pada Gedung Plenary JCC	55
Gambar IV-7. Band Duran Duran	55
Gambar IV-8. L hasil Penataan pada Gedung Plenary JCC	59
Gambar IV-9. Penempatan Loudspeaker untuk Panggung di Tengah	60
Gambar IV-10.Lay-out Loudspeaker untuk Panggung disisi Auditorium	61
Gambar IV-11.Lintasan Bunyi Pantul Penyebab Dengung	62
Gambar IV-12. Denah Erasmus Huis	63
Gambar IV-13.Tampak Auditorium kearah Pintu Utama	64
Gambar IV-14.Potongan Auditorium kearah Panggung	64
Gambar IV-15.Tampak Interior Auditorium kearah Panggung	65
Gambar IV-16.Potongan kearah Kiri Panggung	65

Gambar IV-17.Plafond Kayulapis	66
Gambar IV-18.Pemakaian Bahan pada Auditorium	66
Gambar IV-19.Tampak Interior dari Sisi Kiri Belakang	67
Gambar IV-20.Bentuk Plafond Kayulapis	67
Gambar IV-21.Tampak Interior dari arah Panggung	68
Gambar IV-22.L (Kekerasan Dengung) pada Erasmus Huis	69
Gambar IV-23.Wyneke dan Leo, Pianist Duo dari Belanda	70
Gambar IV-24.L. hasil Penataan pada Erasmus Huis	72
Gambar IV-25.Lintasan Bunyi Pantul kearah Audiens	75
Gambar IV-26.Pantulan Bunyi di EH	76
Gambar IV-27. Gedung Kesenian Jakarta (GKJ)	77
Gambar IV-28.Pemakaian Bahan dan Interior di GKJ	78
Gambar IV-29.Pintu Masuk Auditorium dilihat dari Balkon	79
Gambar IV-30.Tampak Interior GKJ dari arah Panggung	79
Gambar IV-31.Tampak Auditorium dari arah Depan Kanan	80
Gambar IV-32.L. (Kekerasan Dengung) pada GKJ	82
Gambar IV-33.Immanuel Church Choir	82
Gambar IV-34.L.(Kekerasan Dengung) hasil Penataan pada GKJ	85
Gambar IV-35.L hasil Penataan Kedua pada GKJ	86
Gambar IV-36.Pantulan Bunyi di Plafond Lengkung (Vault)	88
Gambar IV-37.Lintasan Bunyi di GKJ	88
Gambar IV-38.Penempatan Bahan Difusor Piramid dan Plafond Datar di GKJ	90
Gambar IV-39.Lantai Kayu dan Dinding Difusor Piramid di GKJ	90
Gambar IV-40. Theater Taman Ismail Marzuki, Cikini, Jakarta	91
Gambar IV-41.Tampak dari Panggung	92
Gambar IV-42.Difusor Kayu	92
Gambar IV-43.Panel Difusor Kayu 41x41cm	92
Gambar IV-44.Tampak kearah Sudut Auditorium	92
Gambar IV-45.Pemakaian Bahan Akustik di Auditorium TKTIM	93
Gambar IV-46.Potongan Memanjang Teater Kecil TIM	94

Gambar IV-47.Potongan Melintang Teater Kecil TIM	94
Gambar IV-48.Tampak Eksterior Teater TIM, Cikini, Jakarta	94
Gambar IV-49.Tampak dari Kiri Panggung	95
Gambar IV-50.Tampak dari Kanan Panggung	95
Gambar IV-51.L.(Kekerasan Dengung) pada Teater Kecil TIM	97
Gambar IV-52.Chanchiki Tornade dari Jepang	97
Gambar IV-53.Letak Titik Penerima dan Sumber Bunyi (A_0)	99
Gambar IV-54.Bidang Lantai Audiens dengan Luasannya	100
Gambar IV-55.Zona RT pada Frekwensi 500 Hz	101
Gambar IV-56.RT Hasil Simulasi CATT v7.2 di Auditorium TKTIM	102
Gambar IV-57.Alat Dual Chanel Real-Time Frequency Analyzer	103
Gambar IV-58.L.(Kekerasan Dengung) hasil Penataan pada TKTIM	108
Gambar IV-59.L Hasil Penataan Kedua pada Teater Kecil TIM	109
Gambar IV-60.Lintasan Bunyi di Teater Kecil TIM	110
Gambar IV-61.Zona RT_{500Hz} jika Keliling Lantai 2 Tertutup	112

DAFTAR RUMUS

Rumus II-1. RT Sabine	11
Rumus II-2. L (Loudness of Reverberant Sound) Lothar Cremer	19



DAFTAR TABEL

Tabel IV-1. RT Existing Gedung Plenary JCC	54
Tabel IV-2. RT GPJCC dipenuhi Audiens	54
Tabel IV-3. Hasil Kuisisioner di Gedung Plenary JCC	56
Tabel IV-4. RT Penataan Akustik pada Gedung Plenary JCC	58
Tabel IV-5. RT Existing Erasmus Huis	68
Tabel IV-6. RT Existing EH dipenuhi Audiens	69
Tabel IV-7. Hasil Kuisisioner di Gedung Erasmus Huis	70
Tabel IV-8. RT Hasil Penataan Akustik di Erasmus Huis	72
Tabel IV-9. RT Existing Gedung Kesenian Jakarta	80
Tabel IV-10. RT Existing GKJ dipenuhi Audiens	81
Tabel IV-11. Hasil Kuisisioner di Gedung Kesenian Jakarta	83
Tabel IV-12. RT Hasil Penataan Akustik di GKJ	84
Tabel IV-13. RT Hasil Penataan Kedua di GKJ	86
Tabel IV-14. RT Existing di Teater Kecil TIM	96
Tabel IV-15. RT Existing dipenuhi Audiens di TKTIM	96
Tabel IV-16. Hasil Kuisisioner pada Teater Kecil TIM Jakarta	98
Tabel IV-17. Hasil Pengukuran On-site di Teater Kecil TIM	105
Tabel IV-18. Hasil RT Real-time di TKTIM	106
Tabel IV-19. RT Hasil Penataan Akustik di TKTIM	107
Tabel IV-20. RT Hasil Penataan Akustik Kedua di TKTIM	108
Tabel IV-21. RT Global di TKTIM	114
Tabel IV-22. Kesimpulan Studi Kasus	115

DAFTAR GRAFIK

Grafik IV.1. **RT Global Teater Kecil Taman Ismail Marzuki** 113



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Animo masyarakat Indonesia untuk menikmati pertunjukan secara langsung di auditorium semakin bertambah, ini dapat dilihat dari acara-acara yang telah diadakan oleh para artis dan musisi serta penceramah baik dari dalam maupun luar negeri. Apresiasi terhadap keindahan bunyi dari pertunjukan musik maupun pagelaran lainnya juga ceramah, seminar semakin tinggi. Ini mengakibatkan kebutuhan akan auditorium meningkat pula. Selama ini pertunjukan maupun acara dilaksanakan pada auditorium-auditorium yang sudah ada dengan beraneka ragam desain.

Karena auditorium yang ada mempunyai desain geometri yang berbeda satu sama lainnya dan semuanya menerima penyelenggaraan acara yang bersifat ceramah (*speech*) maupun musik (*multipurpose*), maka perlu diteliti bagaimana sistem penataan akustik pada setiap auditorium tersebut ditinjau dari segi teknologi bangunan. Dengan bermacam bentuk geometri auditorium itu pula perlu diteliti seberapa jauh pengaruhnya terhadap kenyamanan akustik menyangkut waktu dengung (*reverberation time*).

Dalam menikmati keindahan suguhan pertunjukan secara langsung (*live*) dapat ditentukan oleh beberapa cara.

Menurut Wallace Clement Sabine bahwa ada dua cara yang nyata untuk menyelesaikan secara tepat yang menyangkut penelitian masalah arsitektural akustik (*architectural acoustics*). Pertama, adalah menentukan nilai kondisi fisiknya yang meliputi kekerasan (*loudness*), reverberation time (RT), resonansi dan ketergantungan pada bermacam-macam fenomena. Kedua, ialah persoalan pendapat dan cita rasa penonton yang proporsional dalam bobot dan kebulatan suara untuk memberi pengakuan pada sumber yang ditemukan.¹

RT pada awalnya ditentukan oleh volume, bentuk ruang serta permukaan bahan. Namun kemudian berkembang lagi dimana geometri bangunan serta

¹ George C. Izenour, *THEATER DESIGN*, Architectural Acoustics, hlm.601

konsep akustik seperti *loudness*, kejernihan bunyi, intimasi serta keterbungkusan (*envelopment*) sangat diperhitungkan.²

Pantulan-pantulan bunyi yang menimbulkan RT dapat digambarkan dengan lintasan bunyi. RT buatan juga dapat diciptakan melalui sistem elektroakustik (*electroacoustic system*).

Akustik adalah sains termuda jika dibandingkan dengan disiplin ilmu sains lainnya. Lord Rayleigh, seorang ahli fisika Inggris, mencatat dasar teoritikal sains (*Theory of Sound*) pada tahun 1877. Awal perkembangan dari penerapan akustik dalam arsitektur ialah oleh Wallace Clement Sabine pada periode 1898 dan 1905.³ Sabine “pertama” menerapkan rumusnya itu pada auditorium Symphony Hall, Concert Hall, Boston, Massachusetts (1900), Amerika Serikat. konsultan akustiknya ialah Wallace C. Sabine sendiri, arsiteknya Charles Follen McKim. Disana ia juga membuat model gedung tersebut pada skala yang lebih kecil dan membuat simulasinya untuk mendapatkan RT yang diinginkan.

Desain akustik bangunan termasuk auditorium tidak hanya ditangani oleh konsultan akustik saja tetapi juga bekerjasama dengan arsitek bahkan dengan bidang teknik lainnya. Seperti pada beberapa contoh auditorium berikut ini.

Auditorium gedung konser (*concert hall*) sudah dibangun sejak abad 19 yang kemudian diberi penataan akustik oleh para konsultan akustik di abad 20. Contohnya, gedung Multiple-use Opera House-Concert Hall, Academic of Music, Philadelphia dibangun pada tahun 1857, nanti diterapkan penataan akustiknya oleh Paul S.Veneklasen pada tahun 1962. Royal Albert Hall, London dibangun pada tahun 1871 dengan arsitek Captain Francis Fowke, General Gilbert Scot, juga nanti diberi penataan akustik oleh konsultan akustik Kenneth Shearer bersama arsitek restorasi Ronald Ward pada tahun 1971.

Di Jakarta bahkan di Indonesia hingga saat ini sudah banyak dibangun auditorium namun pembahasan secara khusus mengenai pengaruh desain auditorium terhadap RT masih kurang. Untuk itu perlu diteliti RT pada beberapa desain auditorium yang bermacam-macam bentuknya. Pertunjukan seperti konser

² James Steele, THEATRE BUILDERS, Acoustic Performance, hlm.6

³ Leo L.Beranek, MUSIC, ACOUSTICS & ARCHITECTURE, hlm.4

musik dan acara lainnya sering diadakan pada Gedung Kesenian Jakarta, Teater Kecil Taman Ismail Marzuki, Erasmus Huis, Balai Sidang Senayan (*Plenary Hall*) Jakarta Convention Center, auditorium Usmar Ismail, lapangan *tennis indoor* Gelora Bung Karno, hall-hall di hotel dan gedung olahraga.

Auditorium yang akan diteliti nanti akan diadakan pada beberapa auditorium untuk dibandingkan dari segi bentuk, RT, *loudness*, volume, serta bahan. Opini audiens akan diminta sebagai data penunjang dalam penilaian terhadap kenyamanan akustik.

I.2. Permasalahan

Akustik auditorium tergantung pada geometri interior dan parameter seperti RT, kejernihan (*clarity*), kejelasan (*intelligibility*), *intimacy*, *loudness* dan *noise reduction* (NR). RT ialah unsur yang dapat mewakili sebagai perhitungan awal untuk melangkah kepada perhitungan selanjutnya seperti *loudness*. Parameter lainnya pada penelitian ini hanya sebagai data penunjang.

Sebagaimana diketahui bahwa desain akustik untuk ceramah dan musik adalah berbeda. Yang paling besar pengaruhnya ialah pada nilai RT. RT untuk ceramah (*speech*) lebih singkat dibandingkan dengan RT untuk musik. Pembahasan mengenai RT perlu diutamakan dalam penelitian ini, lalu dicek *loudness*nya.

Desain auditorium seperti geometri, elemen ruang berupa dinding, plafond serta lantai merupakan pemantul atau penyerap bunyi yang sangat mempengaruhi lamanya RT.

Auditorium yang akan diteliti mempunyai bentuk geometri yang berbeda tidak ada yang persis sama dan semuanya adalah auditorium *multipurpose*.

Jadi permasalahan yang perlu diteliti mengenai pengaruh desain auditorium terhadap RT dalam berbagai geometri bentuk ialah: .

- Bagaimana penataan akustik antara auditorium untuk *speech* dan untuk musik jika ditinjau dari fungsinya yang berbeda
- Bagaimana perhitungan akustik untuk RT, *loudness* dan meninjau bentuknya sebagai unsur interior.

I.3. Pertanyaan Penelitian

RT didalam suatu auditorium sangat diperlukan untuk memperindah pembicaraan dan musik. RT ditentukan oleh variabel volume serta luas bidang lingkup dan koefisien absorpsi bahan. Untuk itu yang menjadi pertanyaan penelitian adalah sebagai berikut :

- o Bagaimana pengaruh desain auditorium seperti penataan bahan elemen akustik, geometri ruangan serta volumenya. terhadap RT ?
- o Berapa nilai RT auditorium yang diteliti apa sesuai dengan fungsinya.

I.4. Tujuan Penelitian

Penentuan nilai RT untuk musik pada penelitian ini diharapkan akan dapat memberi patokan terhadap kenyamanan akustik pada bangunan auditorium.

Ditengah pesatnya penemuan bahan akustik serta pembangunan auditorium sekarang ini, diharapkan juga agar ini dapat dijadikan sebagai masukan atau arah dalam bidang desain arsitektural akustik.

Konsep pengembangan dalam menentukan RT ini diharapkan akan dapat menambah referensi pemilihan alternatif dalam menentukan RT bagi acara ceramah dan pertunjukan musik di auditorium.

Konsep tersebut nantinya akan dikembangkan sebagai konsep untuk menyelesaikan masalah akustik di auditorium.

Diharapkan juga cara menentukan RT ini dapat digunakan sebagai salah satu pilihan dalam menentukan RT pada desain auditorium sebelum itu dibangun.

Penelitian ini juga ditujukan kepada masyarakat khususnya mereka yang ingin mempelajari bidang arsitektural akustik dalam rangka mendapatkan RT yang nyaman untuk konser musik.

I.5. Batasan Penelitian

Penelitian yang mengkaji tentang kenyamanan akustik serta konsep pengembangannya dengan menekankan pada RT untuk fungsi auditorium yang berbeda bentuknya.

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis RT yang menggunakan rumus Sabine, *loudness* serta opini audiens, sistem elektroakustiknya, lintasan bunyi sebagai data pendukung

Sesuai dengan waktu yang tersedia untuk penelitian maka dipilih salah satu auditorium yang akan dihitung RTnya dengan simulasi komputer di instansi yang mempunyai fasilitas resmi yakni di laboratorium Akustik Departemen Teknik Fisika ITB, juga akan diukur secara *real-time on-site* dengan menggunakan peralatan dari LIPI.

Konsep pengembangan ini didasarkan pada perhitungan RT yang tepat durasi waktunya serta mempunyai *loudness* yang memenuhi ratingnya.

Batasan yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Memberi penekanan pada pengaruh desain auditorium terhadap RT.
2. Akan meneliti RT auditorium untuk fungsi tertentu.
3. Menghitung RT pada tiap auditorium mulai dari RT existing tanpa audiens selanjutnya jika auditorium terisi penuh oleh audiens.
4. Salah satu auditorium akan dihitung RTnya dengan simulasi komputer serta diukur secara *real-time on-site*.

I.6. Hipotesis

Karakter akustik auditorium dipengaruhi oleh bentuk dan fungsinya, dimana bentuk merupakan salah satu unsur desain yang menunjang berbagai fungsi. Fungsi auditorium yang bermacam-macam itu mempunyai karakter akustik berbeda pula, dan yang paling dikenal adalah RT.

- o Bentuk *shoebox* mempunyai karakter akustik yang sangat baik untuk musik, sesuai hasil survei Beranek dan Haan.
- o Bentuk kipas dan pengembangannya mempunyai karakter akustik yang baik untuk ceramah (*speech*).
- o Bentuk lingkaran mempunyai karakter akustik yang menimbulkan gema fokus.

I.7. Sistematika Penulisan

Pembahasan penelitian Tesis ditulis dalam lima bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang hal-hal yang melatarbelakangi penelitian, terdiri dari latar belakang, alasan pemilihan judul, perumusan masalah, tujuan penelitian serta lingkup penelitian

BAB II TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN TEORI

Bab ini menjabarkan secara jelas arti judul, sejarah, definisi, dan semua teori serta hasil-hasil desain yang berkaitan langsung dengan substansi penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini akan menguraikan secara sistematis dan terperinci metode dan prosedur penelitian. Yang dibahas adalah tahapan penelitian, sarana penelitian serta langkah-langkah penelitian.

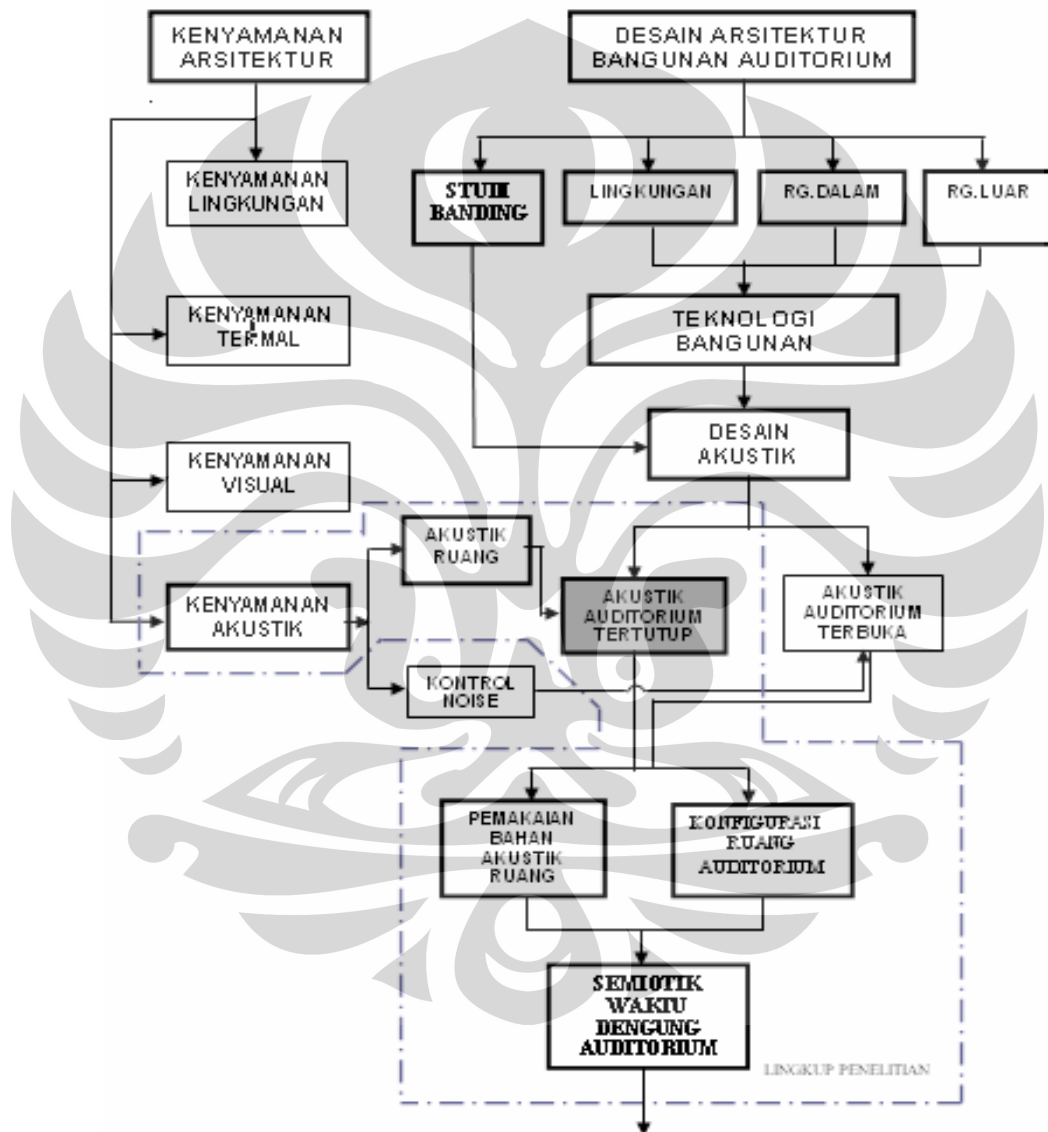
BAB IV STUDI KASUS

Pada bab ini menguraikan langkah-langkah penelitian yang dilakukan, penggambaran, perhitungan, kuisisioner serta analisis dan evaluasi terhadap hasil penelitian .

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memaparkan kesimpulan serta saran dari hasil analisis dan evaluasi, yang nantinya dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya. Semiotiknya adalah kontribusi untuk dunia arsitektur yakni berupa dasar serta pertimbangan bagi perancangan akustik pada auditorium.

I.8. Kerangka Penelitian



Skema I-1. Kerangka Penelitian

BAB II

TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN TEORI

Penelitian sejenis yang membahas tentang pengaruh desain auditorium masih kurang. Ada penelitian yang sudah ada sebelumnya ialah :

- Finarya Legoh, Nyala Nirmana, 72 Tahun Dipl. Ing. Han Awal, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, 2002. "Estetika Bunyi pada Akustik Auditorium".

Hasil penelitian:

1. Bentuk persegi panjang mempunyai kelebihan dalam menghasilkan pantulan silang yang berguna untuk *fullness* dan *envelopment* yang diperlukan untuk musik. Dinding sejajar dapat menimbulkan resiko resonansi dan *flutter echo*.
2. Bentuk kipas dapat memperpendek jarak penonton dan pemain. Dinding samping menghasilkan sedikit pantulan awal ke penonton ditengah, serta menghasilkan *time-delay-gap* yang panjang yang menyebabkan *echo*.

- A.Takatsu, Y.Mori, Y.Ando, The architectural and acoustic design of a circular event hall in Kobe Fashion Plaza, 1997.

Hasil penelitian:

Untuk desain akustik pada auditorium lingkaran ada dua kategori kontrol yaitu:

1. Kontrol kriteria spasial ialah dengan menambah panel difusi pada plafond di pusat ruang. Desain akustik untuk konser yang baik adalah pada ruang diatas lantai.
 2. Kontrol kriteria temporal ialah dengan mengontrol RT sebagai salah satu elemen temporal secara arsitektural dan *electrical acoustics*. RT orisinal dari *hall* ini didesain untuk *speech* yakni 0,6 detik dalam keadaan dipenuhi audiens.
- Leo L. Beranek, Determination of categories of acoustical quality in concert halls using the interview method, 1997.

Hasil penelitian:

1. Interview dengan pos pada konduktor, musisi dan pengeritik musik, konsultan akustik dengan mengajak mereka mendengar orkestra simfoni ke beberapa negara seperti Inggris, *Continental Europe*, Jepang, Cina, Australia, Selandia Baru dan terakhir Amerika.
2. Membandingkan auditorium sesuai ingatan mereka seperti Herbert von Karajan membandingkan antara Boston Symphony Hall dengan Vienna's Grosser Musikvereinsaal, dikatakan bahwa Boston S.H. mempunyai akustik yang hebat (*superb*) bahkan untuk musik ia lebih baik dari Vienna's G.M. sebab mempunyai RT agak lebih rendah. George Szell mengamati bahwa kedua auditorium tersebut mempunyai akustik yang luar biasa (*exellent*), RTnya cukup baik.
3. Menurut pengalamannya bahwa pengumpulan pendapat melalui kuisisioner memperoleh hasil kurang karena kesibukan responden memberi waktu untuk melengkapi dan mengembalikan lembaran kuisisioner.
 - o Yan Zhang, In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the College of Architecture, Georgia Institute of Technology, December 2005. "A Method to Predict Reverberation Time in Concert Hall Preliminary Design Stage".

Hasil penelitian:

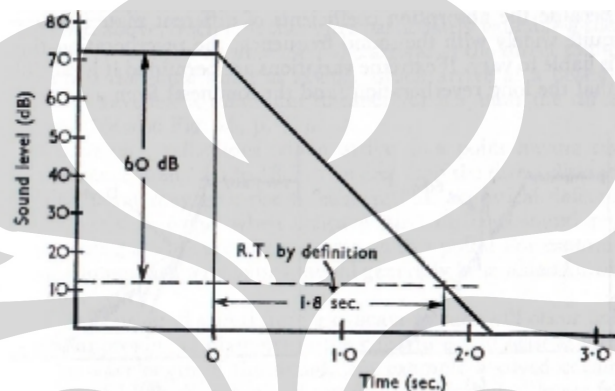
Studi analitikal akan membantu pengembangan lebih jauh pengertian hubungan antara RT dan karakteristik geometrikal. Studi analitikal dapat dibuat dengan algoritma simulasi komputer.

II.1. Waktu Dengung (RT)

Definisi: RT ialah waktu yang diperlukan bunyi meluruh dalam satuan detik, dari bunyi yang jelas, hingga tidak kedengaran sesudah sumber bunyi berhenti. (artinya, kekuatan bunyi dalam waktu detik pada frekwensi khusus akan

berkurang sebesar 60 dB sesudah sumber bunyi itu berhenti).¹ Jelasnya dapat dilihat pada Gambar II -1 di halaman berikut ini.

RT terjadi akibat perambatan bunyi yang menimpa dinding, plafond, lantai ruangan, jadi jika bidang-bidang ruangan itu merupakan pemantul bunyi dan tidak ditutup dengan bahan penyerap bunyi atau bahan berpori, maka bunyi akan memantul bukan hanya sekali tetapi akan memantul berkali-kali dari dinding ke dinding melewati telinga penonton.²



Gambar II-1. Kurva Peluruhan Idealis (Parkin 1969)

Sejak mulai dibangunnya auditorium pada pertama kali, kriteria untuk pendengaran yang baik didalam ruang belum ada patokan. Hingga pada saat Wallace Clement Sabine sebagai pioner menghitung RT pada tahun 1895. Pada saat itu ia telah mengetahui masalah kondisi pendengaran pada gedung kuliah baru Fogg Art Museum Harvard University dengan dengung yang berlangsung selama 5½ detik dimana dengan waktu selama itu kebanyakan orang mampu mengucapkan sekitar 15 suku-kata. Akibatnya pembicaraan yang jelas nyaris tidak mungkin didengar didalam gedung kuliah tersebut.

Kemudian Sabine membuat percobaan didalam gedung tersebut dengan menggunakan organ pipa dengan level intensitas bunyi awal 60 dB diatas level noise pada frekwensi 512 Hz. Menurutnya waktu yang berlaku hingga level intensitas bunyi meluruh sebesar 60 dB ini diukur dengan *stopwatch* itu didefinisikan oleh Sabine sebagai RT.³

¹ William J Cavanaugh. ARCHITECTURAL ACOUSTICS, hlm. 324

² Leo L.Beranek, MUSIC ACOUSTIC & ARCHITECTURE, hlm, 29

³ M. David Egan, CONCEPT IN ARCHITECTURAL ACOUSTICS, Reverberation Time, hlm. 39

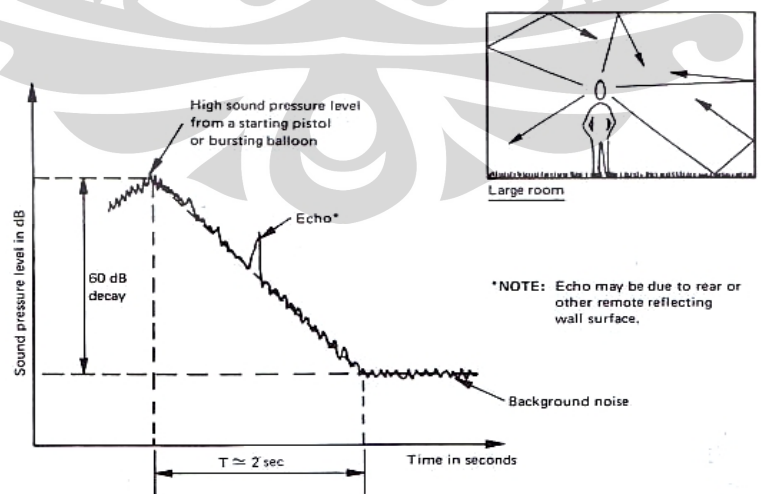
Konsep RT dikembangkan sejak abad 20 oleh Wallace C. Sabine. Perkembangan ini adalah suatu pengakuan awal arsitektur akustik sebagai sains, sekarang ini RT adalah suatu parameter desain fundamental. Bila seseorang mengacu pada satu nilai RT, itu biasanya adalah pada waktu dengan frekwensi 500 Hz.⁴

RT didalam ruangan dapat dihitung dengan memakai rumus Sabine di bawah ini :

$$RT = 0,161 \frac{V}{A} \text{ detik,} \dots\dots\dots (II-1)$$

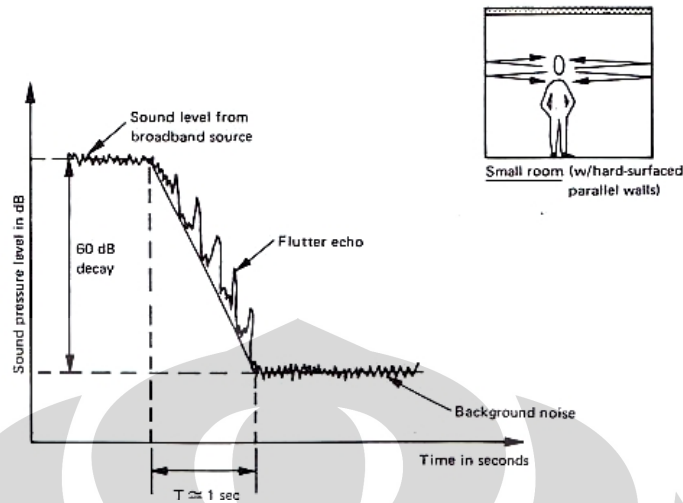
- dimana
- RT = Waktu dengung (detik)
 - V = Volume ruangan (m³)
 - A = S.α (Absorpsi total) dalam sabins
 - S = Luas permukaan bidang ruangan (m²)
 - α = Koefisien serapan

Selama bertahun-tahun untuk mencapai RT yang pantas, ditentukan dengan mempertimbangkan tujuan utama dari desain gedung konser, gedung opera, teater, dan ruang-ruang ibadah, dengan persoalan penting yaitu harus bebas dari gema, *flutter*, efek fokus, dan *noise* yang tidak diinginkan, hal-hal itu bisa dilihat pada Gambar II-2, II-3 dan II-4 di bawah ini.



Gambar II-2. Gema (Egan)

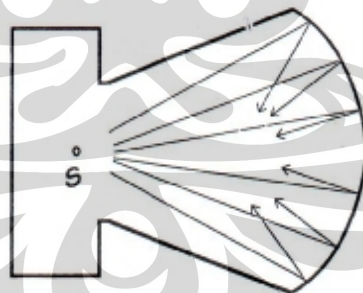
⁴ William J Cavanaugh. ARCHITECTURAL ACOUSTICS, Glossary, hlm. 324



Gambar II-3. Gema Flutter (Egan 1972)



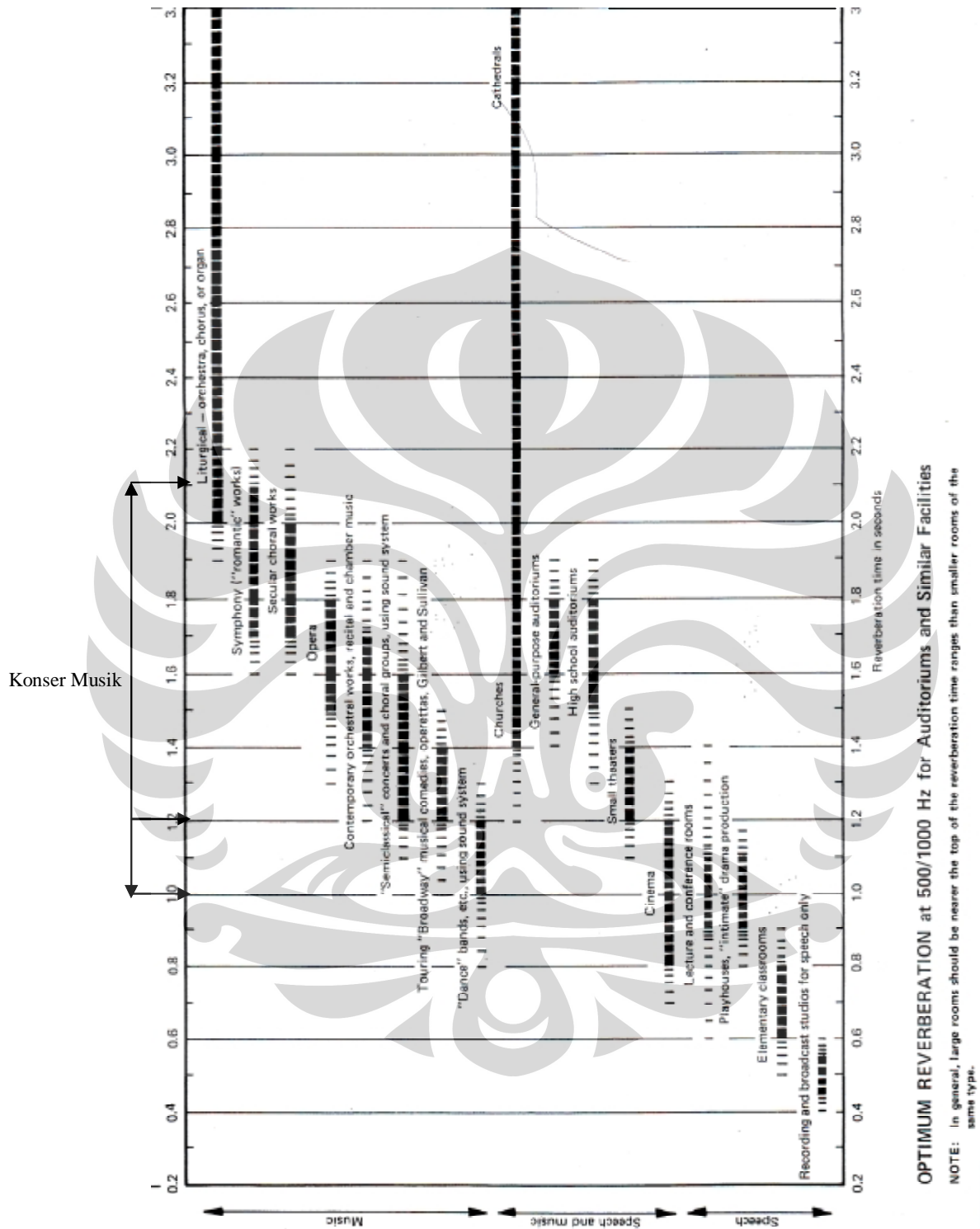
(a) SECTION THROUGH A HALL WITH VAULTED OR DOMICAL CEILING



(b) PLAN OF A HALL WITH CURVED REAR WALL

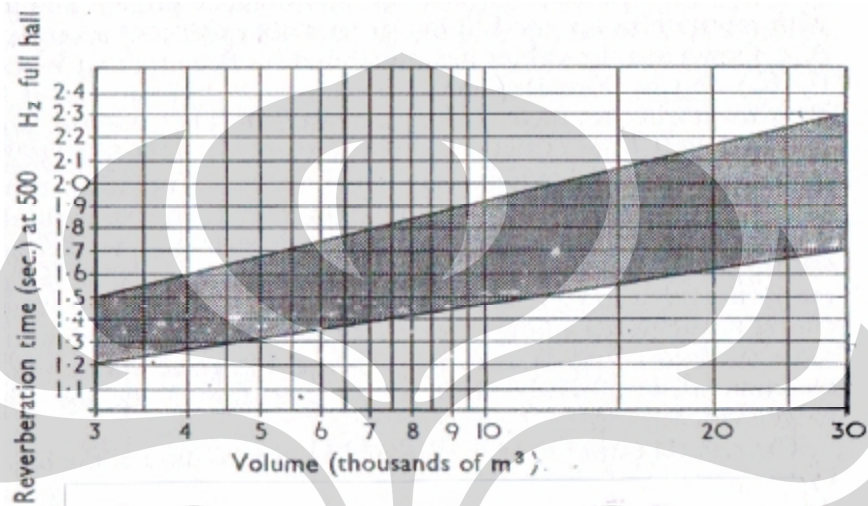
Gambar II-4. Bunyi Fokus (Mehta,1999)

Nilai RT yang ideal biasanya didasarkan pada fungsi bangunan, dan akan dapat ditentukan seperti yang awalnya dikembangkan oleh Beranek dan Newman pada Gambar II-5 di halaman berikut, durasi RT yang ideal adalah dari 0,4 hingga 3 detik.



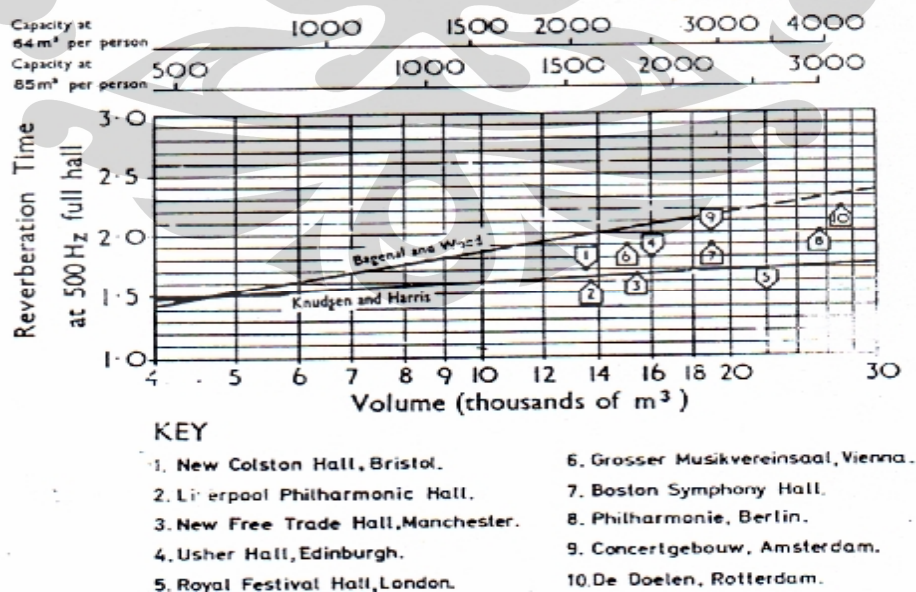
Gambar II-5. RT Optimum pada 500/1000 Hz di Auditorium dan Fasilitas Sejenis (Egan 1972)

Dengan melihat volume ruangan auditorium kita dapat menentukan berapa lama RT yang cocok seperti pada Gambar II-6 dibawah ini, dimana pada ruang dengan volume 3.000 m³ untuk teater kecil direkomendasi pada RT dari 1,2 hingga 1,5 detik, volume ruangan 10.000 m³, RT adalah 1,48 hingga 1,93 detik dan jika volume ruangan 30.000 m³, RT adalah dari 1,7 hingga 2,3 detik.



Gambar II-6. Rekomendasi RT pada 500 Hz sesuai Volume (Parkin 1969)

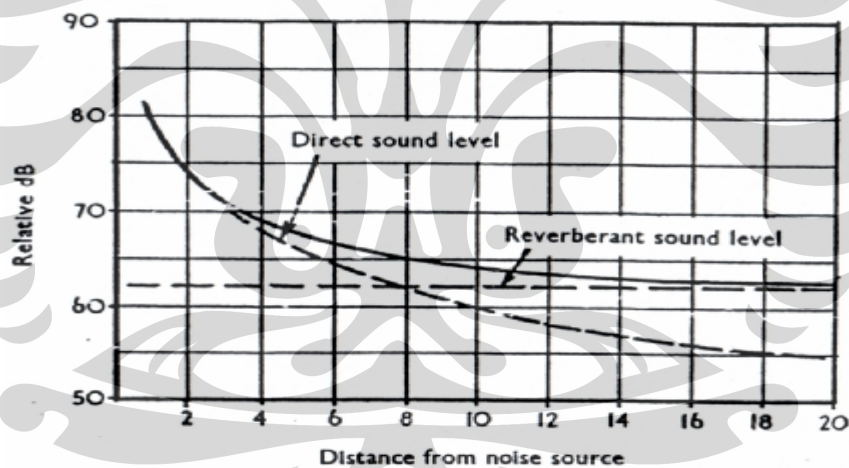
Berdasarkan penelitian pada beberapa auditorium terkenal dimana RT dihubungkan dengan volume ruangan auditorium hasilnya dapat dilihat pada Gambar II-7 berikut ini



Gambar II-7. RT Auditorium hasil Pengukuran pada 500 Hz (Parkin 1969)

Auditorium 1. New Colston Hall, Bristol, kapasitas 1.600 orang ($64 \text{ m}^3 / \text{orang}$) dengan volume sekitar 13.500 m^3 , RTnya 1,7 detik. Auditorium 5. Royal Festival Hall, London, kapasitas 3800 orang , volume 22.000 m^3 , RTnya 1,5 detik. Auditorium 10. De Doelen, Rotterdam, kapasitas 4200 orang, volume 27.000 m^3 , RTnya 2,4 detik.

Noise latar didalam ruangan yang berasal dari bunyi dengung (*reverberant sound*) dari suatu sumber bunyi dapat menambah level intensitas bunyi langsung. Intensitas bunyi langsung akan bertambah bahkan menjadi makin jelas jika intensitas dengung semakin besar karena hanya berbeda 3 dB dari noise latar pada jarak 8 m dari sumber. Ini dapat kita lihat pada Gambar II-8. Semakin jauh posisi pendengar dari sumber bunyi (*noise*) maka bunyi langsung cenderung akan menjadi sama keras dengan dengung latar mulai dari jarak 8 m hingga jarak 20 m..



Gambar II-8. Penurunan Intesitas Bunyi dalam Ruangan (Parkin 1969)

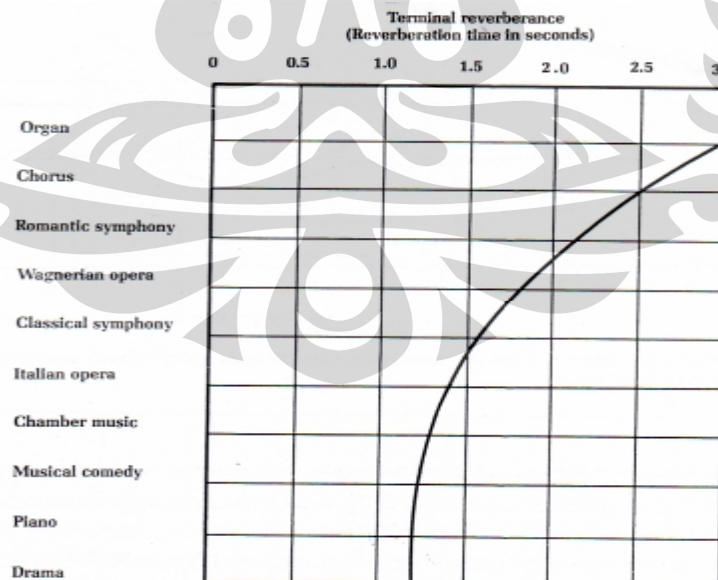
II.1.1. RT dan Apresiasi Musik

Seperti yang dikutip Yan Zhang dari Isaac Stern bahwa: "Dengung sangat membantu bagi seorang pemain biola. Ketika ia pindah dari satu nada ke nada lain, nada sebelumnya ditahan dan ia merasakan bahwa setiap nada dikelilingi oleh kekuatan, bila ini terjadi maka pemain biola tidak akan

merasa bahwa apa yang dimainkannya adalah kosong atau telanjang – ada suatu aura keakraban mengelilingi tiap nada.”⁵

Alat musik yang mengandalkan dengung adalah organ dimana ketika nada dimainkan maka dengung akan terdengar dan tak berhenti kecuali kita pindah ke nada yang lain atau dihentikan (*off*). Organ adalah alat musik yang menggunakan hembusan angin untuk membunyikan nada dan dapat menghasilkan dengung yang panjang. Seperti yang dikatakan oleh E.Power Biggs ” Seorang organist akan mengambil seluruh RT yang diberikan kepadanya, dan kemudian memintanya lebih, dengung yang lama adalah bagian musik organ itu sendiri. Banyak organ Bach didesain untuk eksploitasi dengung.⁶

RT adalah penting walaupun tidak krusial. Auditorium musik seharusnya mempunyai RT yang sesuai dengan kurva pada Gambar II-9 dibawah ini. Namun pada banyak kasus, sangat sulit memperoleh nilai RT yang sesuai untuk tiap program pada auditorium, untuk mengatasi masalah ini dapat diusulkan dengan menggunakan gambar bagan dibawah ini untuk tipe program pertunjukan musik.



Gambar II-9. RT terhadap Tipe Program (Beranek&Newman)

⁵ Yan Zhang, A Method to Predict RT in Concert Hall Preliminary Design Stage, hlm24

⁶ Yan Zhang, A Method to Predict RT in Concert Hall Preliminary Design Stage, hlm25

II.1.2. Frekwensi Bunyi dan RT

Dalam menikmati bunyi dengan dengungnya akan dibedakan pada frekwensi masing-masing nada. Frekwensi adalah jumlah getaran yang terjadi dalam satu detik, dikenal dengan tanda cps atau Hertz (Hz). Semakin tinggi frekwensi semakin tinggi nada bunyi.⁷ Dalam musik dikenal dengan penggolongan frekwensi rendah (LF) 63-250 Hz, frekwensi tengah (MF) 250-2000 Hz dan frekwensi tinggi (HF) 2000-16000 Hz. Untuk frekwensi pada alat musik piano grand dapat dilihat pada Gambar II-10 berikut ini. Nada C terendah mempunyai frekwensi 32,70 Hz naik 1 oktaf menjadi 65,41 Hz dan seterusnya hingga $C_8 = 4.186$ Hz.



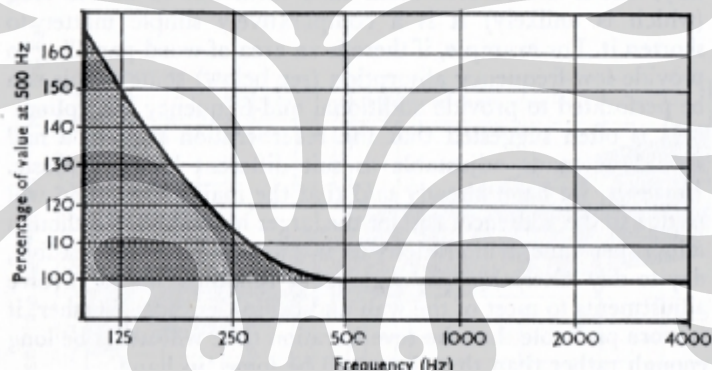
Gambar II-10. Tingkat Frekwensi Nada (Yan Zhang 2005)

Disamping nilai frekwensi itu sendiri, frekwensi saling berkaitan dengan RT. Ada persepsi yang saling mempengaruhi antara keduanya yaitu persepsi kehangatan (*warmth*) dan kecemerlangan (*brilliance*). Persepsi kehangatan diasosiasikan dengan dengung yang kuat dari bunyi frekwensi rendah seperti bass, ini juga dikatakan sebagai rasio antara LF dan MF, dan disebut juga sebagai *woofer*. Sedangkan persepsi kecemerlangan diasosiasikan dengan dengung yang kuat dari frekwensi tinggi dari alat

⁷ Prasasto Satwiko, FISIKA BANGUNAN 1, hlm. 125

yang memakai senar, ini sebagai rasio antara MF dan HF, ini disebut sebagai *twitter*.

Sejauh ini kita bahas adalah RT pada 500 Hz. Pada frekwensi yang lebih tinggi penyerapan oleh udara harus mulai diperhitungkan. Penyerapan oleh penonton sangat dipertimbangkan pada frekwensi tinggi, dan yang menjadi masalah ialah bagaimana mempertahankan RT supaya cukup lama bertahan sesuai dengan yang dikehendaki. Pada frekwensi lebih rendah dari 500 Hz, RT dapat ditambah lama, seperti untuk RT pada 125 Hz dapat ditambah hingga 50%, sehingga menjadi 150%. Seperti kita lihat pada Gambar II-11, menunjukkan tingkat nilai persentase LF dibandingkan dengan nilai pada 500 Hz.



Gambar II -11. Penambahan RT pada Frekwensi Rendah (Parkin 1969)

Kekerasan bunyi musik seperti musik hard rock di auditorium jika tidak ditata dengan baik akan mengganggu bahkan bisa membuat tuli dan jantung berdebar atau gangguan fisik dan psikologis.

Begitu pula dengan kekerasan dengung yang dikenal dengan L pada rumus Cremer sangat diperlukan untuk memberi kenyamanan musik yang indah dengan RT yang jelas untuk dinikmati. Menurut Leo L. Beranek dengung yang terlalu keras ialah jika pendengarannya terganggu oleh kekerasan bunyi (*fortissimo*). Musik (dengung) terlalu pelan bila itu tidak sanggup menarik perhatiannya yang itu tidak melebihi noise penonton.⁸

⁸ Leo L. Beranek, MUSIC, ACOUSTICS & ARCHITECTURE, Hlm.441.

Kekerasan dengung (*reverberation*) yang umumnya dikehendaki, dapat dihitung dengan memakai rumus dari Lothar Cremer dibawah ini.

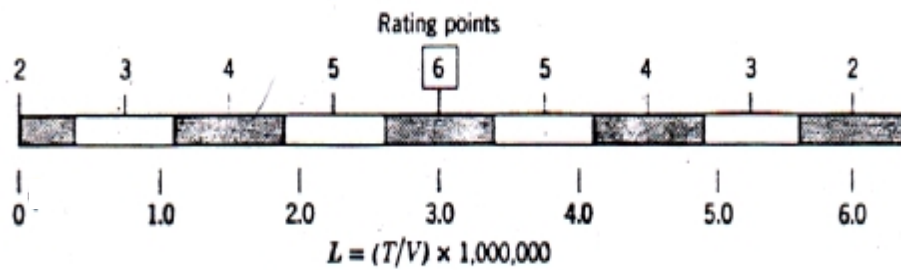
$$L = (T/V) \times 1.000.000 \dots\dots\dots (II-2)$$

- dimana L = Kekerasan (Loudness) RT
- T = RT frekwensi tengah (detik)
- V = Isi ruangan dalam ft^3 (feet kubik)
- $Ft^3 = 0,02831685 m^3$

L adalah skala tanpa satuan, yaitu hasil dari perbandingan RT dan volume (RT/V). $L = 0$ berarti volume ruangan sangat besar, mendekati tak terhingga (∞) sehingga L menjadi sangat kecil yang dibulatkan menjadi 0 (nol). Semakin besar L itu berarti volume ruangan semakin kecil.

Dengan melihat standar kepuasan pada auditorium konser Boston, Philadelphia, Bristol, Bonn, Stuttgart, Glasgow, Liverpool, Amsterdam, Brussels, dan Buenos Aires, didapat nilai optimal L adalah antara 2,6 dan 3,4 dan tertinggi adalah 6 . Ini dapat ditentukan dengan memakai skala pada Gambar II-12 di halaman berikut ini,

Rating point tertinggi yaitu yang terbaik ialah 6, yang itu bisa dicapai jika L adalah 3. Misalnya jika auditorium mempunyai L yang sangat kecil maka itu bisa baik tetapi tidak luar biasa karena dengan $L = 0$ maka poin ratingnya hanya 2, begitu pula jika L lebih besar yaitu berkisar 5,6 dan 6, maka didapat poin ratingnya hanya 2,5 dan 2 juga.



Gambar II -12. Skala Tingkat Kekerasan Bunyi Dengung (Beranek 1962)

II.1.3. Metode Perhitungan Akustik

Dalam menghitung faktor-faktor akustik ada banyak metode atau cara yang dapat diterapkan seperti :

Empiris atau yang obyektif

Pembuatan model 3 dimensi (3D)

Simulasi komputer

Pengukuran *on-site*

Pada penelitian RT ini ialah dengan memakai cara empiris dengan rumus Sabine, simulasi komputer dengan program CATT serta pengukuran *on-site* dengan metode *interrupted noise*.

Dengan perkembangan teknologi yang pesat disaat ini metode perhitungan dengan cara simulasi komputer telah banyak ditemukan untuk menjadi pilihan dalam membantu desain akustik di auditorium dan bangunan lainnya.

Untuk menghitung RT dengan cara ini, selain yang sudah diutarakan sebelumnya, sudah ada bermacam-macam program komputer seperti CATT, ODEON, CARA, RAYNOISE, AURORA, RAMSETE⁹ juga program yang menghitung Pencahayaan dan Akustik yaitu ECOTECT.

Proses perhitungannya adalah dengan cara mengimport data ruangan dari gambar 3D pada program *AutoCad* kemudian memasukan data material akustik dan selanjutnya akan diketahui RTnya serta hasil perhitungan akustik lainnya.

II.1.4. Mengukur RT

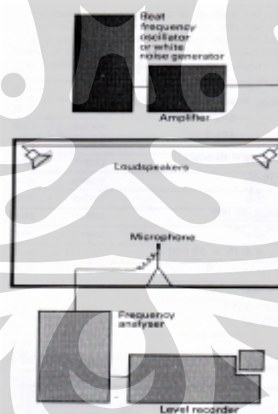
Cara pengukuran RT ada bermacam-macam, yang dipakai untuk penelitian tesis ini ialah dengan cara perhitungan dengan menggunakan rumus Sabine, serta meminta pendapat audiens. Kedua metode perhitungan ini dipakai untuk menghitung RT pada keempat auditorium yang sudah disetujui yakni Gedung Plenary JCC, Erasmus Huis, Gedung Kesenian Jakarta dan Teater Kecil TIM. Khusus untuk Teater Kecil TIM ini RTnya

⁹ Yan Zhang, A Method to Predict RT in Concert Hall PDS, Hlm.52

akan dihitung juga dengan simulasi komputer yang menggunakan program CATT v7.2 di Laboratorium Akustik ITB serta pengukuran secara *real-time on site* yang dibantu oleh tenaga dan alat dari Laboratorium Akustik LIPI Serpong.

Mengukur RT seperti awalnya oleh Sabine sangat sederhana karena hanya menggunakan pipa organ, *stop watch* dan pendengarannya sendiri. Tanki yang berisi udara kompresi digunakan untuk meniup pipa organ yang terletak di atasnya

Cara mengukur RT dari Sabine yang dipakai dalam pengukuran *on site* di Teater Kecil TIM ialah metode "*Interrupted Noise Method*" seperti pada gambar berikut ini. Mengukur waktu adalah cukup sulit. Apalagi mengukur nilai RT yang sangat pendek mulai dari 0,5 detik ke atas, idealnya sumber bunyi adalah nada kicauan (*warble*) yang dihasilkan oleh oskilator frekwensi-gerakan (*beat*), atau noise acak dari generator *white-noise*, melalui *amplifier* ke penguat suara seperti pada Gambar II-13. Pengukuran RT di TIM menggunakan sumber bunyi *pink noise*.



Gambar II -13. Mengukur RT dengan cara *Interrupted Noise Method*

II.I.5. Menilai Kenyamanan Bunyi.

Dengan menggunakan kombinasi ketiga jenis material yaitu penyerap (*absorption*), pemantul (*reflection*) dan pemancar (*diffuse*), akan dapat diwujudkan kondisi mendengar yang diinginkan sesuai dengan fungsinya.

Parameter akustik yang biasanya digunakan dalam ruangan tertutup adalah secara obyektif dan subyektif.

Kesimpulan:

Untuk menghitung RT di auditorium dalam penelitian ini dipakai rumus Sabine. Setelah RT diketahui maka Loudnessnya perlu dicari supaya mencapai rating yang memenuhi kriteria pada skala Cremer (Gambar II-12).

RT dihitung menurut frekwensi yang berbeda dari 125 Hz hingga 4000 Hz karena suara penyanyi, pembicara dan nada-nada dari alat musik terdiri dari bermacam-macam frekwensi tersebut.

RT hasil perhitungan ini akan dilihat apakah sesuai dengan kriteria sesuai fungsinya untuk ceramah dan pertunjukan musik (Gambar II-5) serta kriteria yang sesuai dengan besar volumenya (Gambar II-6). Bila ternyata RT masih belum sesuai, maka perlu diadakan penataan akustik dengan mengganti bahan yang ada.

Jika RT sudah memenuhi kriteria untuk musik dan volumenya maka kembali ditinjau *loudness*nya apakah sudah memenuhi kriteria *rating*nya.

Setelah RT sudah memenuhi semua kriteria tersebut diatas maka perlu kita membuat simulasi dengan komputer.

Untuk menghitung RT *real-time* ialah dengan cara pengukuran *on-site* dengan cara *Interupted Noise*.

Untuk simulasi komputer dan pengukuran *on-site* akan dilaksanakan sesuai waktu yang tersedia selama penelitian.

II. 2. Sifat-sifat Bunyi

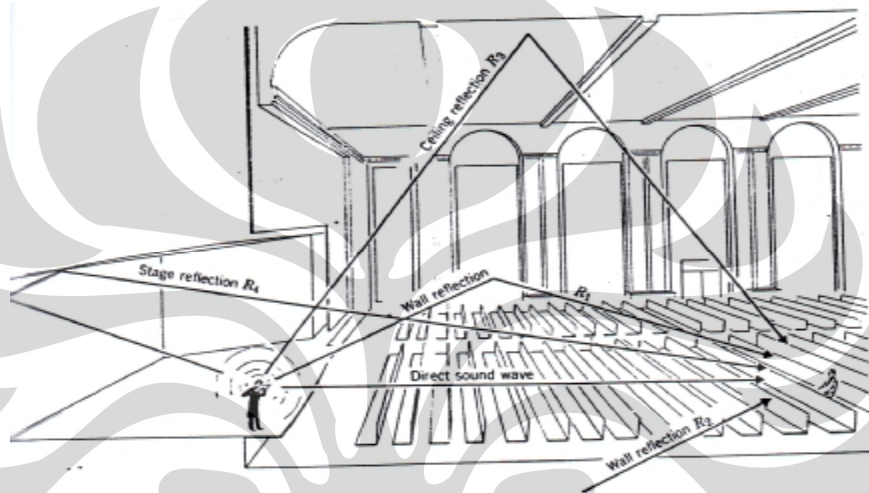
II.2.1. Perambatan Bunyi

Sebelum kita membahas tentang metode-metode perhitungan RT ada baiknya kita mengenali dulu dasar dari mekanisme perambatan bunyi didalam auditorium.

Ada empat fenomena yang ada pada **proses perambatan (*propagation*) bunyi yaitu: pemantulan (*reflection*), penyerapan (*absorption*), difraksi (*diffraction*), perpencaran (*diffusion*).**

Perambatan bunyi terdiri dari dua jenis yaitu yang menimpa secara tegak lurus pada bidang yang dituju (*vertical propagation*) dan yang

membuat sudut terhadap bidang pemantul (*oblique propagation*). Jika disekitar sumber bunyi dan pendengar terdapat bidang pemantul maka pendengar akan mendengar bunyi langsung dan bunyi pantulan seperti pada Gambar II-14 dimana didalam sebuah auditorium konser ada empat lintasan bunyi pantulan yaitu dari dua sisi dinding (R_1 dan R_2), plafond (R_3) dan dari belakang panggung (R_4). Namun pemantulan bisa juga terjadi dari balkon, dinding belakang, dan bidang pemantul lainnya.



Gambar II -14. Lintasan Bunyi Langsung dan Pantulan (Beranek, 1962)

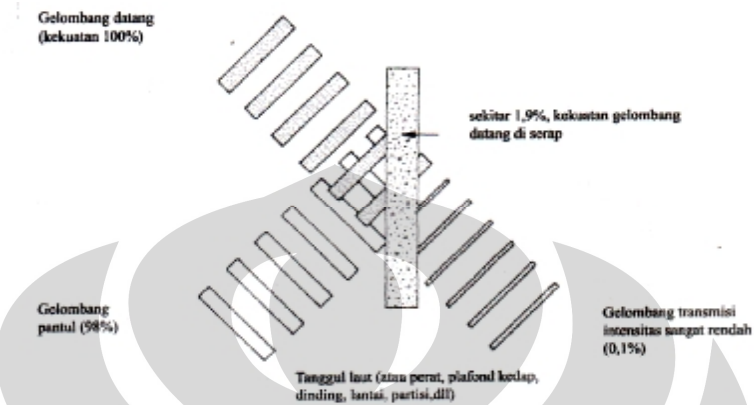
Pelambangan bunyi dengan arah panah mulanya dipakai pada awal abad 17 oleh Athanisius Kircher dari bukunya *Phonugia Nova* (Gambar II-15) bahwa dengan pemantulan bunyi memungkinkan orang berkomunikasi walaupun tidak saling melihat (Forsyth, 1985)¹⁰



GambarII -15. Ilustrasi Pemantulan Bunyi oleh Athanisius Kircher (Forsyth. 1985)

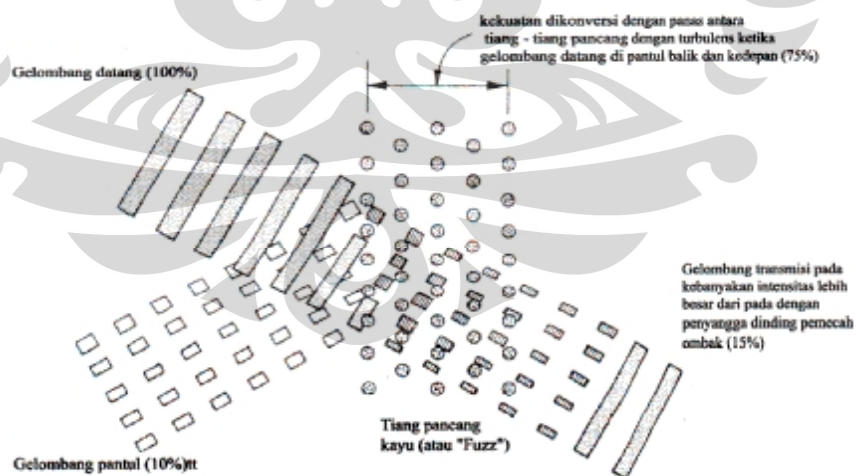
¹⁰ Yan Zhang, A Method to Predict RT in Concert Hall Preliminary Design Stage, Hlm.40

Pemantulan bunyi terjadi jika gelombang bunyi menimpa salah satu pembatas ruangan, maka sebagian energinya akan dipantulkan dari permukaannya, sebagian diserap dan bagian lainnya ditransmisi. Semakin



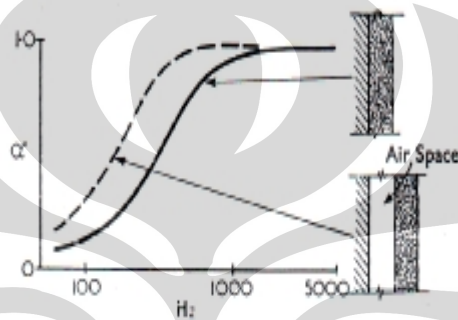
Gambar II-16. Analogi Energi Gelombang Air Laut pada Tanggul Beton

masif permukaan bidang maka semakin tinggi bagian energi bunyi yang terpantul, konsekwensinya energi bunyi yang terserap dan ditransmisi menjadi lebih kurang. Ini dapat dilihat pada Gambar II-16 diatas dan II-17 berikut ini yang sifatnya sama dengan terjadi pada energi gelombang air laut.



Gambar II -17. Pemantulan, Penyerapan dan Transmisi Bunyi (Egan,1972)

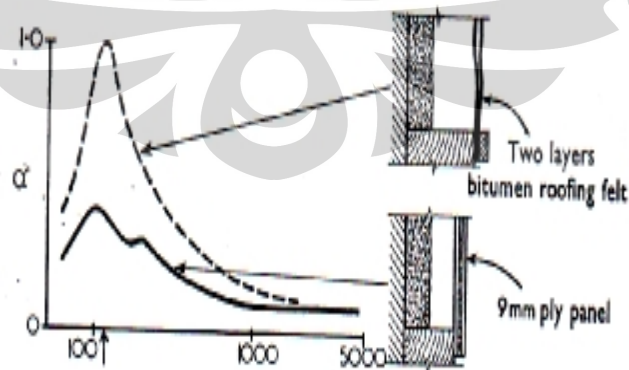
Penyerapan bunyi terjadi jika permukaan bidang adalah lembut berpori yang mana sangat banyak menyerap getaran bunyi tetapi ini sangat buruk untuk pemantul bunyi. Penyerapan bunyi didalam ruangan adalah ketika energi bunyi hilang disaat menimpa permukaan bidang pembatas ruangan. Ada tiga tipe utama dari penyerap bunyi yaitu: bahan berpori, Penyerap membran (panel) dan resonator Helmholtz.¹¹ Lihat Gambar II-18a, II-18b, II-18c.



Gambar II -18a. Karakteristik Penyerapan dari Penyerap Berpori (Parkin, 1969)

Besarnya penyerapan dapat diketahui dengan mengetahui koefisien penyerapan bunyi yang diberi lambang α dengan nilai dari 0 hingga 1. $\alpha = 0$ berarti tidak ada penyerapan suara sedangkan jika $\alpha = 1$ berarti seluruh (100%) bunyi terserap, itu adalah pada lubang dinding (bukaan).

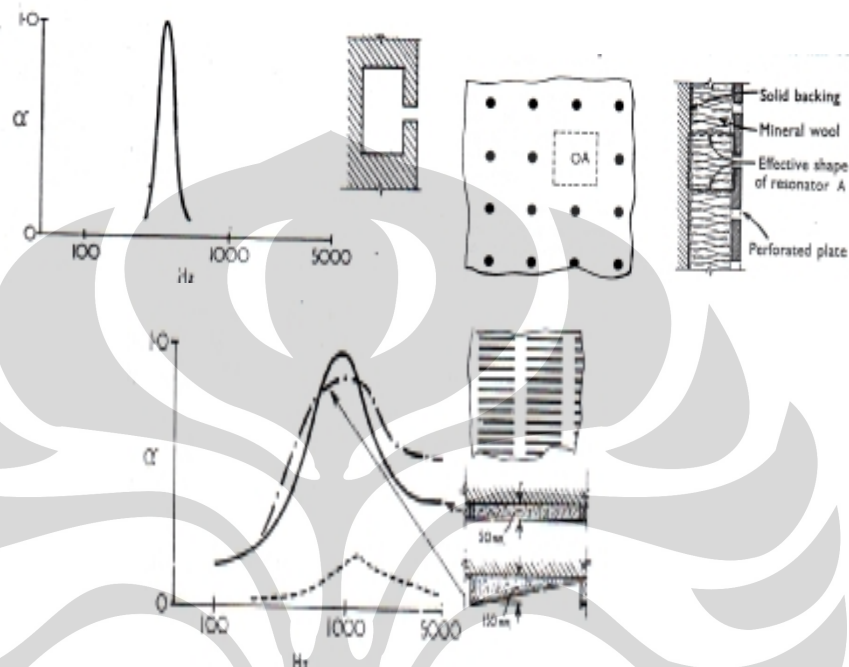
Bahan yang dipakai pada tipe penyerap berpori ini adalah papan *fiber*, *wool*, blanket insulasi dan sebagainya.



Gambar II -18b. Karakteristik Penyerapan dari Penyerap Membran (Panel)

¹¹ B.J.Smith.cs, Acoustics and Noise Control, Hlm. 44

Untuk tipe penyerap bunyi panel ini biasanya memakai bahan seperti panel plafond gantung yang biasanya menggunakan pegas (agar ikut beresonansi), jendela ganda, dan sebagainya.



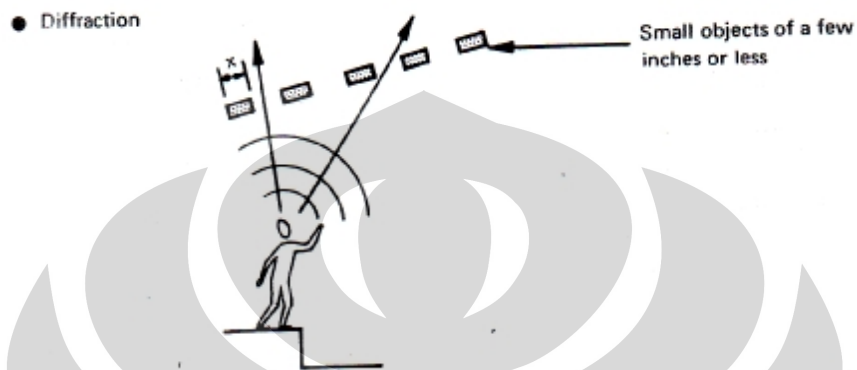
Gambar II -18c. Karakteristik Penyerapan dari Penyerap Resonator Tunggal dan Multipel Helmholtz

Resonator ini mengambil sistim seperti pada botol kosong yang mempunyai sifat sebagai resonator rongga yang siap mendemonstrasikan hembusan melalui lehernya. Bahan yang biasa dipakai adalah plat kedap udara, panel yang dibor atau dipukul untuk membuat lubang atau celah sebagai leher dari resonator dipasang di depan elemen padat dengan ruang udara diantaranya.

Diffraksi ialah belokan atau aliran (*flowing*) gelombang bunyi yang mengelilingi atau melalui bukaan suatu obyek,¹² atau ketika bunyi terhalang pada ukuran kecil dibandingkan dengan panjang gelombangnya, akan terpantul, melewati penghalang kemudian mengalir lagi tanpa penghalang

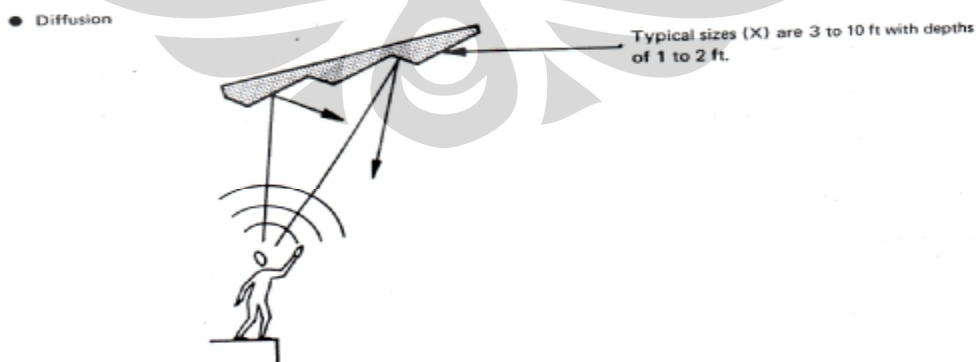
¹² David Egan, CONCEPTS IN ARCHITECTURAL ACOUSTICS, Hlm.143

(Barron.1993).¹³ Dengan kata lain penghalang tidak dapat menciptakan bayangan akustik dengan sempurna. Ini disebabkan oleh difraksi yang menyebabkan bunyi membelok dari sudut penghalang seperti pada Gambar II-19.¹⁴



Gambar II -19. Difraksi Bunyi pada Plafond (Egan,1972)

Perpencaran bunyi atau yang lebih dikenal sebagai difusi bunyi (*sound diffusion*) ialah distribusi gelombang suara acak dari permukaan bidang. Ini terjadi bila ukuran permukaan sama dengan panjang gelombang suara. Lihat Gambar II-20. Efek perpencaran bunyi adalah penting untuk apresiasi musik sebab itu dapat menambah 'envelopment' pendengar yang dikenal sebagai bunyi yang didengar dari semua arah. Bentuk-bentuk yang umumnya dipakai untuk efek difus ini adalah piramida, silinder dan segitiga. Yang populer dipakai ialah difusor *Schroeder*.

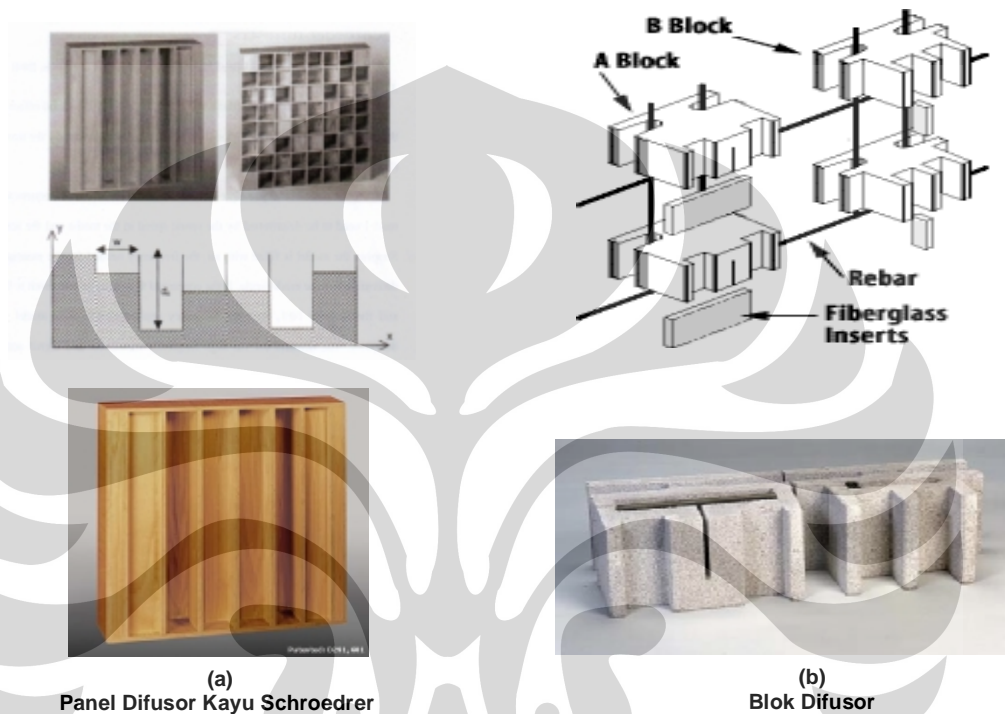


Gambar II -20. Difusor pada Plafond (Egan 1972)

¹³ Yan Zhang, A Method to Predict RT in Concert Hall PDS, Hlm 44

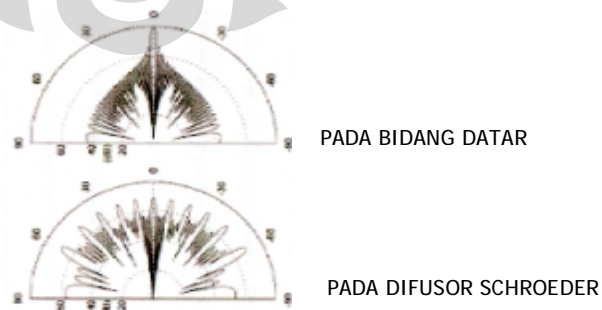
¹⁴ P.H.Parkin cs, Acoustics Noise and Buildings, Hlm.45

Kedalaman dan lebar dari kisi difusor Schroeder harus berbeda serta bervariasi agar supaya tidak memantulkan nada tunggal, dan tidak menimbulkan distorsi nada yang aneh seperti pada contoh di Gambar II-21 berikut ini.



Gambar II -21. Material Difusor¹⁵

Pemencaran bunyi oleh difusor dapat dilihat pada Gambar II-22, yaitu perbandingan pantulan bunyi pada bidang datar dan pada difusor dengan arah bunyi tegak lurus.



Gambar II -22. Pemantulan Bunyi pada Difusor dan Bidang Datar

¹⁵ Ardhana Putra, BAHAN PRESENTASI AKUSTIK, 2008

Kesimpulan:

RT yang tercipta didalam auditorium adalah karena adanya perambatan bunyi. Lamanya RT ialah tergantung pada pemantulan bunyi (*reflection*) dari bidang ke bidang didalam ruang hingga energinya habis.

Untuk mendapatkan RT yang lama maka permukaan bidang-bidang didalam ruang harus terbuat dari bahan pemantul. Sedangkan jika menginginkan RT yang pendek maka bidang-bidang tersebut harus dibuat dari bahan penyerap (absorpsi).

Karena bunyi yang menerpa suatu bidang mengakibatkan getaran maka dibuat bahan resonator agar supaya absorpsi bunyi lebih baik.

Pada kondisi tertentu perlu dipertimbangkan efek bunyi yang dibelokkan (difraksi) begitu pula bunyi yang dipencarkan (difusi) agar pantulan bunyi tidak memusat pada satu arah tetapi merata ke sekelilingnya.

II.3. Desain Auditorium

Pengertian

Desain ialah:

Pada Middle English disebut *designen*, berasal dari bahasa Latin *designre, to designate; see designate* yang berarti menandakan, menunjuk.

Design - the act of working out the form of something (as by making a sketch or outline or plan), (The free Dictionary Google)

(Process) Design - The approach that engineering (and some other) disciplines use to specify how to create or do something (www.foldoc.org)

Auditorium ialah:

*The seating accomodation in the theatre (<http://www.google.co.id>)
Large room used to lectures; performances and other events.
(<http://www.english test.net/toEIC/vocabulary/words>)*

Auditorium berasal dari bahasa Latin *audire* artinya mendengar (*to hear*). Teater berasal dari bahasa Yunani yang berarti tempat untuk pertunjukan opera, konser pada abad 19.

Jadi arti dari **desain auditorium** adalah :

Suatu ruangan besar yang menampung kursi untuk pendengar pada teater untuk pertunjukan opera, konser, perkuliahan, pertunjukan dan event lainnya, yang dibangun dari hasil kreatifitas dalam disiplin ilmu Teknik.

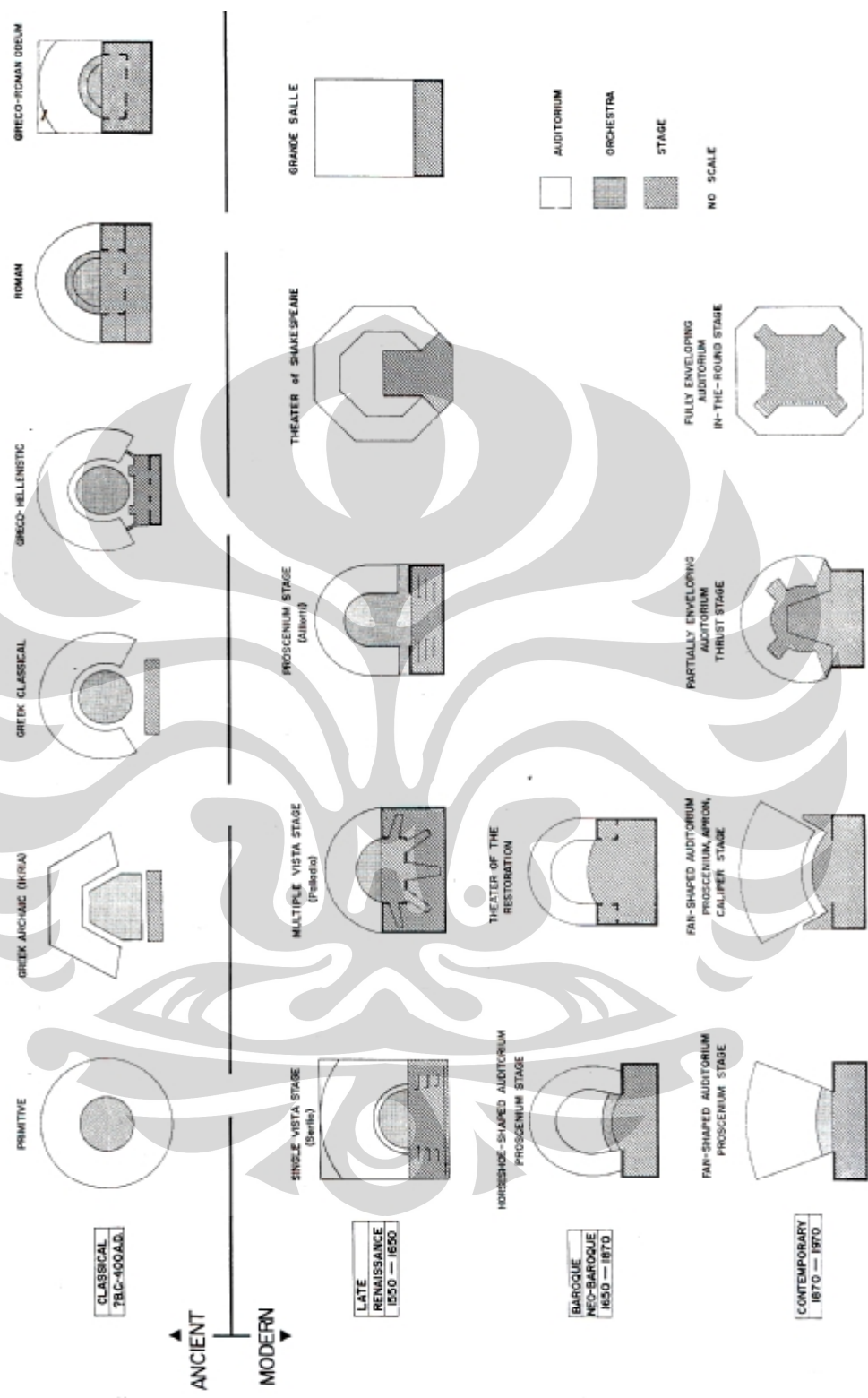
II.3.1. Sejarah Bentuk Denah Auditorium

Bentuk denah teater barat sudah ada sejak zaman primitif di abad 1 SM masa Vitruvius hingga abad 3 (400 AD) yang disebut bentuk klasik. Bahkan sebelumnya pada tahun 550-500 SM di zaman kemerdekaan Republik Romawi tahun 525 SM telah dibangun teater Archaic di Thorikos Athena.

Teater dibangun oleh bangsa Yunani dan Roma. Kemudian beralih ke zaman modern yaitu masa Renaissance tahun 1550-1650 dengan bentuk Single Vista Stage, Theater of Shakespeare hingga Grande Salle. Pada tahun 1650-1870 di zaman Baroque hingga Neo Baroque dibangun auditorium yang berbentuk tapal kuda (*horseshoe*).

Tahun 1870-1970, masa kontemporer dengan auditorium bentuk kipas (Gambar II-23).

PRINCIPAL WESTERN THEATER FORM OUTLINE PLANS & CHRONOLOGY



Gambar II-23. Kronologis Bentuk Auditorium/Theater (Izenour, 1977)

II.3.2. Desain Auditorium berdasarkan Mitos

Sebelum ditemukannya teori bunyi oleh ahli fisika Inggris yang bernama Lord Raleigh pada tahun 1877 dan rumus RT oleh W.C.Sabine pada periode antara tahun 1898 hingga 1905, desain auditorium hanya didasarkan pada mitos yang berkembang dari waktu ke waktu.

Para pelajar sains pada waktu itu tidak tahu bagaimana cara menghasilkan dan mengukur bunyi. Para desainer auditorium pada waktu itu juga hanya mempelajari dari hasil pengamatan akustik pada gedung yang sudah ada dan berspekulasi untuk mendapatkan bunyi yang merdu.

Beribu-ribu tahun yang lalu, beberapa mitos mengenai masalah ini berkembang secara misterius agar supaya mereka mematuhi dan mempercayainya, seperti mitos-mitos :

- Cat warna emas di dinding dan patung itu dipercaya akan membuat akustik auditorium menjadi bagus (ekselen).
- Balok-balok kayu pada plafond (*attic*) baik untuk tata bunyi auditorium
- Pecahan botol yang diletakan dibawah panggung adalah merupakan bahan sistem akustik yang baik.
- Efek *pin-drop* yang dipercaya, bahwa jika sebuah pin jatuh di permukaan keras dan dapat didengar diseluruh bagian ruangan itu adalah tanda akustik yang sempurna. Dan inilah yang disebut sebagai *whispering gallery*.
- Auditorium cocok dibangun di lereng bukit, dengan bentuk semi lingkaran dengan dinding pemantul dibelakang panggung.
- Sumur kering dari pasangan bata dibawah lantai kayu auditorium baik untuk penataan akustik.
- Auditorium harus mempunyai lis kayu pada setiap dinding bagian dalamnya karena biola juga terbuat dari kayu.
- Auditorium besar dapat memberikan efek yang merusak bagi bermacam jenis musik

- Mengurangi ukuran lebar auditorium adalah cara untuk mendapatkan sistem akustik yang baik.
- Pemakaian bahan baja, kaca, kayu tipis, dan mungkin juga beton yang berlebihan sebaiknya dihindari .
- Auditorium akan bertahan dari masa ke masa diantara yang baru dan yang terbaik ¹⁶

Sebagai contoh dapat dilihat sebuah auditorium tua Markgräfliches Opernhaus, Bayreuth yang dibangun pada tahun 1744 - 1748 oleh Giuseppe dan Carlo Galli – Bibiena pada Gambar II-24 di bawah ini.



Gambar II-24. Markgräfliches Opernhaus, Bayreuth (Forsyth. 1985)

II.3.3. Desain Auditorium Konser berdasarkan Preseden

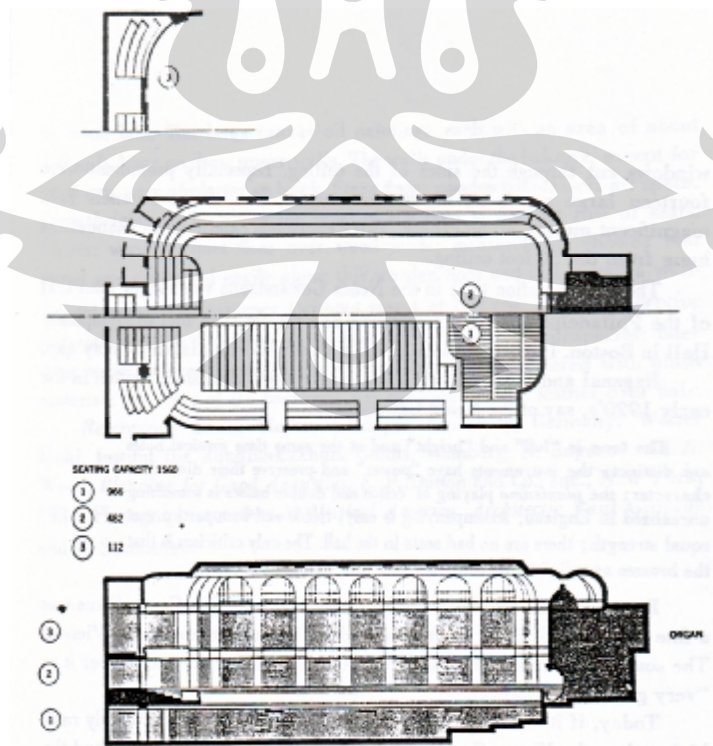
Auditorium yang dibangun pada abad 17 dan 18 selain percaya kepada mitos, juga dibangun dengan cara meniru dari bangunan auditorium terkenal yang dianggap baik sistem akustiknya. Boston Symphony Hall (1900) adalah salah satu contoh, dimana mereka meniru auditorium Neus

¹⁶ Leo L. Beranek, MUSIC, ACOUSTICS & ARCHITECTURE, hlm. 9

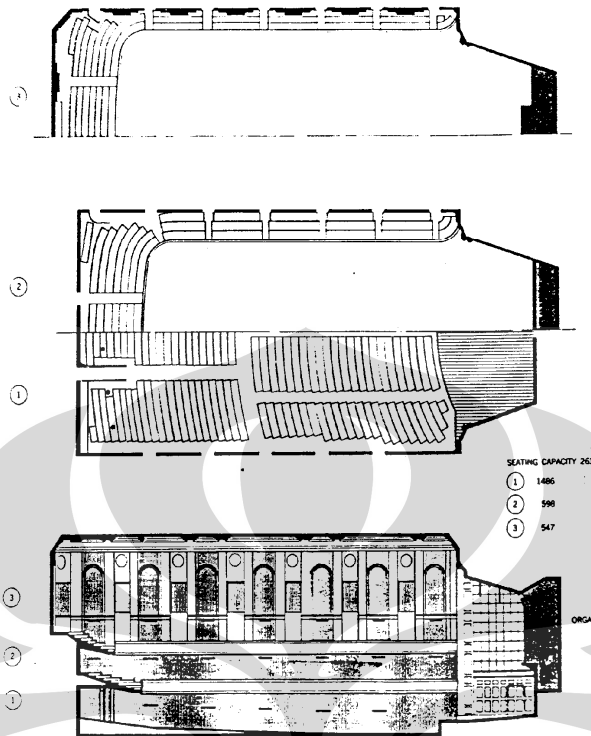
Gewandhaus, Leipzig tahun 1886 sesudah dibom pada Perang Dunia II. Sebelumnya auditorium ini sangat terkenal dan pertama dibangun pada tahun 1780 – 1894. (Forsyth, 1985). Bentuk denah keduanya adalah **kotak sepatu**. Ada banyak auditorium yang sejenis dengan ini seperti Grosser Musikvereinssaal, Vienna (1870), Herkulesaal, Munich (1953), St. Andrew's Hall, Glasgow (1877), Concertgebouw, Amsterdam (1899), Gambar II-25, II-26, II-27, II-28 menunjukkan preseden desain Boston Symphony Hall dengan Neus Gewandhaus Leipzig.

Dengan melihat pada gambar potongan kedua auditorium ini, sangat jelas kesamaannya walau geometri keduanya berbeda Boston Symphony Hall lebih kecil ukurannya. Pola dinding keduanya sama dengan lengkungan diatas balkon seperti dapat dilihat pada gambar interior yaitu Gambar II-27 dan Gambar II-28 di halaman berikut

Preseden terjadi karena auditorium yang dianggap bahkan diakui baik, maka hampir semua auditorium yang dibangun pada masa itu akan meniru dan mengadaptasikan yang sesuai dengan kapasitas dan kemauan pemilik.



Gambar II-25. Auditorium Neus Gewandhaus, Leipzig

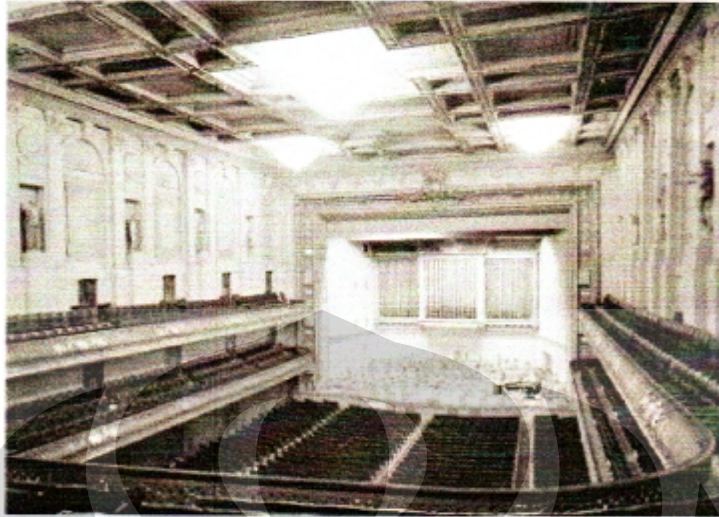


Gambar II-26. Boston Symphony Hall (Beranek, 1962)

Kemiripan antara kedua auditorium ini membuktikan bahwa pola pemikiran desain auditorium di saat itu adalah bertumpu pada bentuk yang sama yaitu bentuk kotak sepatu (*shoebox*) berlantai tiga, plafond tinggi dengan balkon di lantai 2 sepanjang tepi dinding samping dan belakang. Boston Symphony Hall mempunyai balkon juga di lantai 3, seperti dapat dilihat pada gambar interior di halaman berikut ini.



Gambar II-27. Interior Neus Gewandhaus, Leipzig (Yan Zhang, 2005)



Gambar II-28. Interior Boston Symphony Hall (Beranek. 1962)

Preseden dari bentuk **kipas** seperti Kleinhans Music Hall Buffalo (1940), Kresge Auditorium, Cambridge (1959), Arie Crown Theatre, Chicago (1961), Henry and Edsel Ford Auditorium, Detroit (1959), Purdue University, Lafayette Indiana (1920-1935), Tanglewood Music Shed, Lenox Massachusetts (1959), Eastman Theatre, New York (1923), War`Memorial Opera House, San Francisco (1930), Neus Festspielhaus, Austria (1960), Alberta Jubilee Auditoriums, Canada (1958), Queen Elizabeth Theatre, Vancouver (1959), Radihuset Studio 1, Copenhagen (1046), Tivoli Koncertsal, Copenhagen, Kulttuuritalo, Helsinki, Festspielhaus Bayreuth, Germany (1876), Sender Freies Berlin Grosser Sendesaal, Berlin (1959), Beethovenhalle, Bonn (1959), Liederhalle Grosser Saal, Stuttgart (1956), Philharmonic Hall, Liverpool (1939), Binyanei Ha`oomah, Jerusalem (1950-1960), Fredric R. Mann Auditorium, Tel Aviv (1951), Konserthus, Gothenburg (1935), Aula Magna, Caracas Venezuela (1954).

Bentuk **tapal kuda** ialah pada Severance Hall, Cleveland USA (1930), Carnegie Hall, New York (1960), Metropolitan Opera`House, New York (1883), Academy of Music, Philadelphia (1857), Teatro Colón, Buenos Aires (1930), Staatsoper, Vienna (1869 dan 1955), Palais Des Beaux – Arts, Brussels (1929), Théâtre National De L`Opéra, Paris (1875),

Royal Opera House, London (1858), Teatro Alla Scala, Milan (1778, 1830,1946).

Bentuk **penataan Vineyard** adalah auditorium Konsentris, Turku Finland, Royal Festival Hall, London (1900-1948), Free Trade Hall, Manchester (1951) dan lainnya.

Adapula yang berbentuk **semi lingkaran** seperti auditorium Royal Albert Hall, London (1871), Benjamin Franklin Kongresshalle, Berlin (1957), Usher Hall, Edinburgh, England, (1896).

Jelas disini bahwa desain auditorium yang berdasarkan preseden sangat banyak dipakai pada abad 18 hingga 20. Sedangkan setelah itu hingga sekarang desain auditorium maju pesat dengan bentuk yang beragam dan eksotik.

II.3.4. Desain Auditorium berdasarkan Sains

Setelah kita mengetahui sejarah pembangunan auditorium yang berdasarkan mitos dan preseden maka dengan ditemukannya rumus Sabine untuk menghitung RT, desain auditorium mulai dapat diprediksi secara matematis. Disinilah awal pengaruh akustik masuk kedalam desain arsitektur. Bekerjasama dengan arsitek Charles Follen McKim, Sabine menata akustik berdasarkan rumus RT yang baru ditemukannya itu di Boston Symphony Hall. Perambatan bunyi diperhitungkan, pemantulan, penyerapan, bentuk permukaan bidang didalam ruangan apakah cekung yang dapat menimbulkan efek fokus yang harus dihindari atau permukaan cembung yang baik untuk menyebarkan bunyi.

Sesudah sains akustik dipergunakan dalam desain arsitektur maka bentuk auditorium berkembang lebih bebas pada bentuk-bentuk yang baru. Kedua bidang ilmu ini saling menunjang dalam mendesain auditorium. Walaupun seorang arsitek yang mendesain bentuknya namun sekurang-kurangnya ia harus mempertimbangkan penataan akustiknya. Konsultan akustik biasanya seperti desainer interior nanti mulai bekerja setelah ada

data dari arsitek. Namun itu tergantung dari kemampuan masing-masing apakah ia bisa menanganinya sendiri karena ketiganya saling terkait begitu pula dengan bidang pencahayaan, mekanikal dan lain sebagainya yang pada dasarnya adalah sains.

Kesimpulan:

Desain auditorium untuk konser musik memiliki perbedaan dengan desain auditorium untuk ceramah (*speech*) karena desain auditorium untuk konser musik harus menciptakan RT yang lebih lama (panjang) waktunya jika dibandingkan dengan RT untuk ceramah. Ada juga auditorium yang didesain untuk menampung kedua jenis pertunjukan tersebut dan itu disebut auditorium *multipurpose*.

Penelitian ini adalah membahas auditorium sesuai dengan fungsinya yaitu untuk ceramah dan untuk konser musik yang disebut *multipurpose*.

Auditorium berkembang sejak abad 1, dimasa Vitruvius yang dikenal sebagai auditorium klasik. Desain pada masa itu umumnya hanya berdasarkan pada mitos, kemudian mulai abad 19 hingga abad 20 desain berdasarkan pada preseden dengan meniru desain auditorium yang dianggap baik sistem akustiknya.

Nanti setelah ditemukannya teori bunyi oleh Lord Raleigh pada tahun 1877 barulah perhitungan sains diterapkan pada auditorium.

Wallace Clement Sabine menemukan rumus RT pada tahun 1877 hingga 1905, sejak saat itu RT untuk desain akustik sudah dapat dihitung.

II.4. Pengaruh Desain

II.4.1. Geometri Auditorium dan RT

Dengan volume, bahan auditorium yang cenderung sama RTnya sudah dijamin akan sama jika kita memakai rumus Sabine. Namun jika bentuk geometrinya berbeda walaupun volume serta bahannya sama akan memberi pengaruh terhadap RT.

Ada dua hal penting yang perlu diketahui tentang bentuk auditorium yaitu apa yang berbeda dari bentuk auditorium dan apa yang sangat mempengaruhi bentuk itu? Pada mulanya yaitu dari abad 18 hingga abad 20 auditorium dibangun dengan bentuk kotak sepatu (*shoebox*) yang dikenal juga sebagai bentuk rektangular. Menurut survey dari Beranek dan Haan bahwa auditorium dengan nilai ekselen adalah bentuk kotak sepatu seperti auditorium *Boston Symphony Hall* yang ukuran ruangan antara, tinggi, lebar dan panjang berbanding “mendekati” rasio 1:1:2 yaitu, tinggi 19 m, lebar 23 m dan panjang 39 m. Proporsi ini mempengaruhi auditorium klasik lainnya seperti auditorium Concertgebouw Amsterdam Belanda dan Grosser Musikvereinsaal Vienna Austria.

RT masing-masing auditorium adalah 1,8 detik untuk Boston Symphony Hall, 2,05 detik untuk Grosser Musikvereinsaal dan 2,0 detik pada Concertgebouw, semuanya diukur pada frekwensi tengah dan terisi penuh oleh audiens.

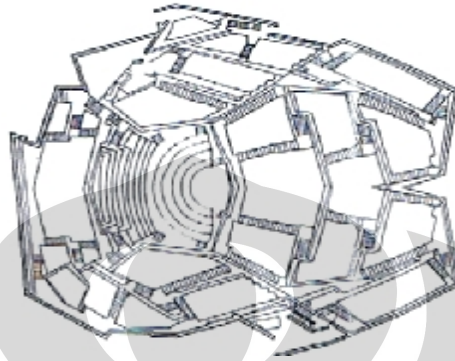
Proporsi lainnya juga yang dipakai adalah 1:1:1 pada Metropolitan Opera House New York, dengan RT 1,2 detik dan proporsi 5:5:1 untuk auditorium Serge Koussevitzky Music Shed Tanglewood dengan RT 2,05 detik.

Bentuk dasar auditorium yang umumnya dikenal yaitu, bentuk kotak sepatu (*shoebox*), kipas (*fan-shaped*), kipas terbalik (*reverse fan-shaped*), tapal kuda (*horse-shoe*) dan kebun anggur (*vineyard*) yang cenderung untuk penataan interiornya. Seperti pada Gambar II-29 berikut ini.



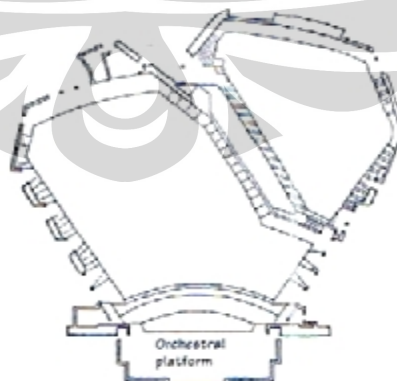
Gambar II -29. Denah Tipikal Auditorium. (Yan Zhang, 2005)

Salah satu contoh geometri auditorium hasil pengembangan dari bentuk kipas adalah seperti pada auditorium Philharmonie, Berlin, pada Gambar II-30 dibawah ini.



Gambar II -30. Philharmonie, Berlin, Konsultan Akustik Lothar Cremer dan Joachim Nutsch (Mehta,1999)

Untuk bentuk kotak sepatu tersebut diatas umumnya mempunyai RT 1,55 – 2,05 detik, bentuk kipas dengan RT dari 1,05 – 2,05 detik, bentuk tapal kuda RT dari 1,1 – 1,8 detik. Bentuk elips seperti Royal Albert Hall mempunyai RT 2,50 detik. Bentuk kebun anggur (*vineyard*) mempunyai RT dari 1,6–1,7 detik. Bentuk Vineyard ini adalah pengembangan dari bentuk Kipas (*Fan-shaped*) seperti pada St. David’s Hall di Cardiff, Wales, Philharmonie, Berlin dan Segerstrom Hall of the Orange County Performing Arts Center, Costa Mesa , California ¹⁷ dengan denah pada Gambar IV-31 berikut ini.



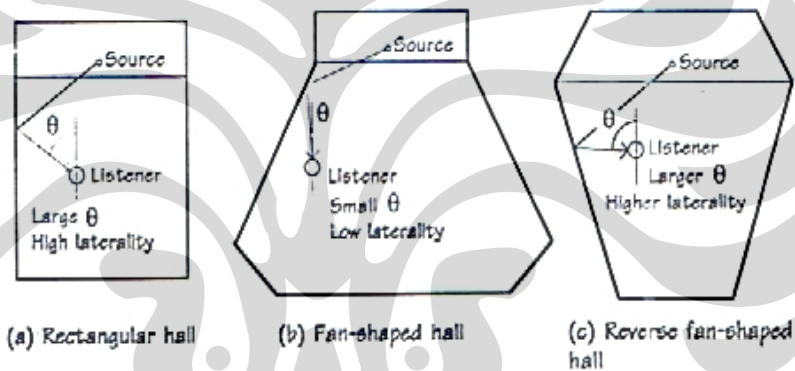
Gambar II-31. Segerstrom Hall of the Orange County Performing Arts Center, Costa Mesa , California

¹⁷ Madan Mehta, ARCHITECTURAL ACOUSTICS, hlm. 269.

Bentuk *hall* (auditorium) jika dihubungkan dengan bunyi pantul *lateral* (samping) mempunyai pengaruh yang cukup penting.

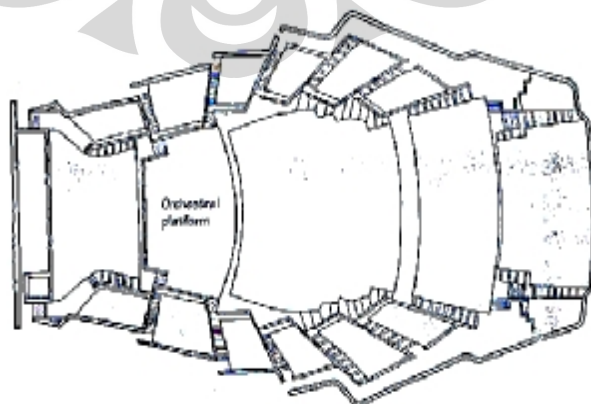
Seperti pada bentuk rektanguler (persegi panjang) yang tidak lebar adalah lebih baik sistem akustiknya dari pada bentuk kipas, karena bunyi pantul lateral yang berasal dari dinding samping pada bentuk kipas lintasannya lebih jauh dari lintasan bunyi langsung pada dinding samping bentuk *shoehorse*.

Atau artinya sudut θ yang terjadi antara lintasan bunyi pantul dengan garis tegak lurus dengan panggung lebih kecil seperti terlihat pada Gambar II-32 dibawah ini.



Gambar II-32. Bentuk Auditorium dan Bunyi Lateral (M.Mehta,1999)

Sebagai contoh, auditorium dengan bentuk kipas terbalik (*reverse fan-shaped*) ialah Concert Hall Sydney Opera House Australia seperti pada Gambar II-33 berikut ini.



Gambar II-33. Denah Concert Hall Sydney Opera House Australia

II.4.2. Pengaruh Arsitektural Akustik pada Desain Auditorium.

Menurut paradigma yang muncul mengenai arsitektural akustik ialah adanya kerja sama antara psiko-akustik dan bidang teknik. Ini sangat penting terutama dalam mendesain auditorium musik, karena selain dengan perhitungan sains, selera kepuasan penonton mayoritas yang menentukan keberhasilan arsitektural akustik. Menurut Theodore Schultz bahwa akustik desain seharusnya adalah "seni, bukan sains" (Forsyth, 1985). Ini dikuatkan pula oleh pernyataan dari Frank Gehry bahwa akustik adalah sebagai "sains ineksata".

Desain auditorium modern saat ini memerlukan suatu model untuk memprediksi desain akustiknya secara akurat, walaupun sering dengan banyaknya model yang dibuat itu dapat membingungkan. Kini berkembang dengan pesat pembuatan simulasi akustik dengan menggunakan perangkat lunak komputer, yang sangat membantu dalam membuat detail, serta dapat mempersingkat waktu sehingga cukup efektif.

Banyak inovasi dari auditorium modern dengan kualitas akustik yang sangat baik telah membuktikan bahwa sains dapat mengembangkan desain dan memuaskan penonton yang berpendengaran kritis terhadap musik serta terhadap estetika arsitek. Dapat dilihat pada Gambar II-34, II-35, II-36 di halaman berikut beberapa contoh desain auditorium modern seperti karya dari Frank O. Gehry, Holt H. Jones dan Hardy Holzman Pfeiffer seperti pada masing-masing uraian dibawah ini.

- **Walt Disney Concert Hall, Los Angeles, California USA**, karya arsitek Frank O. Gehry ini adalah pemenang desain atas saingannya Stirling-Wilford dan Barton Mayers. Auditorium ini terletak di pusat kota berdekatan dengan Music Center of Los Angeles. Bangunan dengan bentuk seperti '*flower like wrapper*' ini menampung bermacam-macam kegiatan seperti *amphiteater*, *pre concert amphiteater*, restoran dan toko cinderamata. Auditorium dengan kapasitas 2400 kursi ini dihitung dengan

sangat teliti dengan menggunakan perangkat komputer untuk parameter akustik agar mendapatkan perasaan intimasi.

Orkestra di atas panggung dikelilingi dengan blok kursi kayu dengan bahan kayu sebagai pembatas sekelilingnya, ini maksudnya adalah sebagai penunjang sistem akustik auditorium.

Auditorium ini dibuka pada tahun 2003 dengan volume sebesar 30.600 m^3 dan $RT = 2,0$ detik. Komentar yang memuji sistem akustik maupun desain auditorium ini sangat banyak mengenai desain serta sistem akustik yang ada di auditorium ini.

Gambar interior dan tampak dari maket auditorium Walt Disney Concert Hall ini dapat dilihat pada Gambar IV-34 di halaman berikut ini.



Gambar II-34. Walt Disney Concert Hall, FRANK O. GEHRY, California USA (Steele, 1996)

- **San Jose Repertory Theater, San Jose, California USA**, karya arsitek Holt Hinshaw Jones terletak dipusat kota San Jose sesuai dengan master plan dari Skidmore Owings dan Merrill. Kota yang dikelilingi oleh perbukitan ini memiliki suhu yang panas, sehingga waktu yang menyenangkan bagi penduduk setempat ialah pada malam hari.

Sang arsitek terinspirasi dari alam sekelilingnya dan mendesain auditorium ini sebagai '*magic box*' dengan bentuk kubus bagi theater yang dikelilingi oleh bangunan umum berupa menara melayang (*fly-tower*). Auditorium yang berkapasitas 625 kursi ini mempunyai panggung fleksibel dan dibagi menjadi dua bagian yakni panggung *proscenium* dan dengan tujuan untuk intimasi dengan audiens.

Auditorium ini dibuka pada tahun 2004, mempunyai RT tanpa penonton 1,6 hingga 1,7 detik dengan jarak kursi terjauh dengan jarak 16 m.



Gambar II-35. San Jose Repertory Theater, HOLT H. JONES, California USA (Steele, 1996)

- **The Hult Center For The Performing Arts, Eugene, Oregon, USA**, karya arsitek Hardy Holzman Pfeiffer adalah auditorium sebagai katalisator pertumbuhan kota, memadukan antara bangunan formal dan informal. Ia menggambarkan metafora antara hutan sekelilingnya dengan kota pedalaman. Ia membuat dua bangunan yakni yang besar untuk kelompok tradisional sedangkan yang kecil bagi kelompok percobaan (*experimental*).

Rancangan kursi yang romantis dibuat dengan menata lantai mezanin dan balkon dengan pinggiran yang berbeda, dimana balkon teratas lebih dekat ke panggung dengan maksud untuk menghindari isolasi serta memperjelas pendengaran.

Atap dan dinding menyatu guna menambah kesan intimasi. Ruang yang digambarkan sang arsitek dengan setiap ban (pengikat) pada bagian belakangnya yang dipasang bahan pemantul atau absorpsi. Auditorium ini adalah asimetri dan fleksibel.

Difusor piramida dipasang pada satu sisi samping dan belakang untuk memencarkan bunyi secara merata ke audiens. Dinding lainnya adalah untuk pemantul bunyi lateral. Itu bisa kita lihat pada Gambar II-36 dibawah.

Auditorium ini selesai dibangun pada tahun 1982 sebagai bangunan multipurpose dan didesain sebagai "*Electronic Architecture*". Desain akustiknya bisa di sesuaikan seperti RT untuk opera adalah 1,30 detik, sedangkan untuk simfoni adalah 1,8 hingga 2,2 detik.

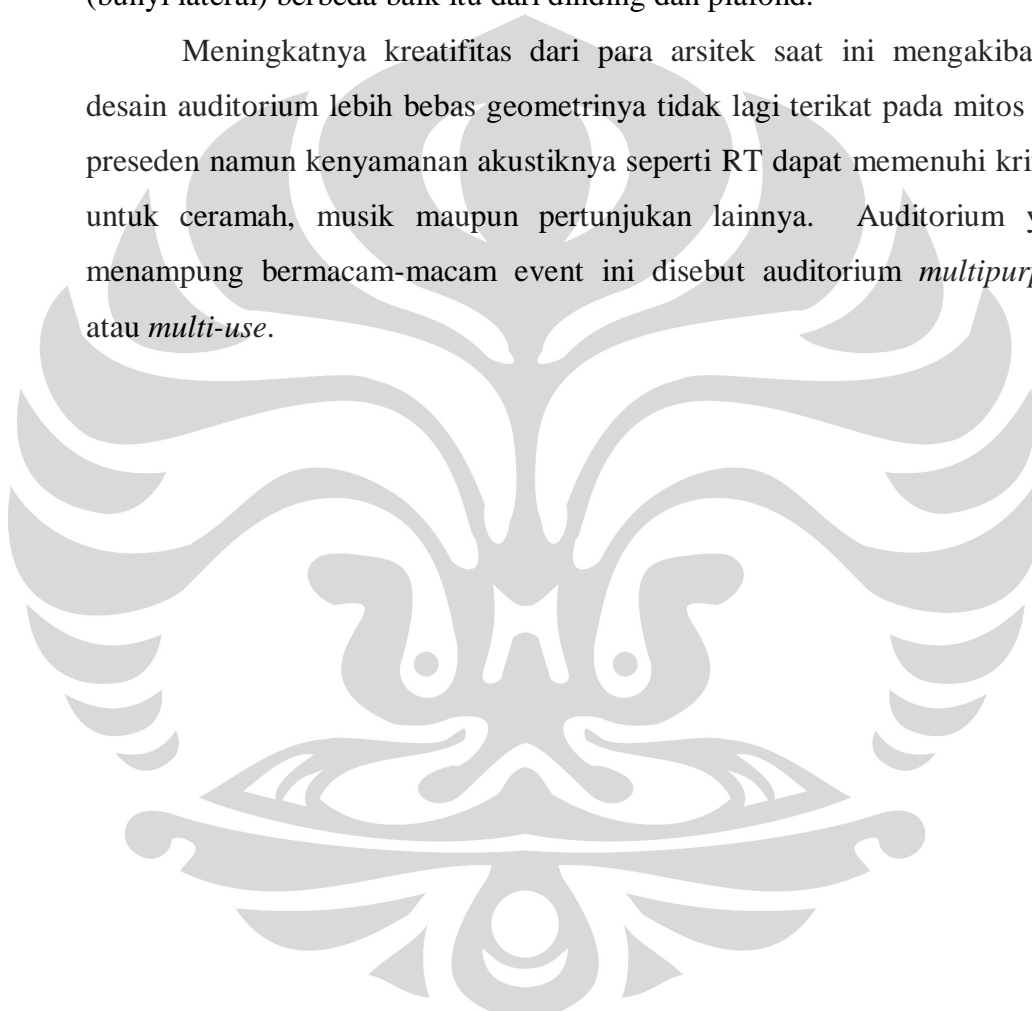


Gambar II-36. The Hult Center For The Performing Arts, HARDY HOLZMZN PFEIFER, Oregon USA. (Steele,1966)

Kesimpulan:

Pengaruh desain yang paling besar ialah geometrinya serta penataan bahan didalam auditorium. Bisa saja dua auditorium dengan volume yang sama dan luas bidang bahan akustiknya sama tetapi jika geometrinya berbeda maka RTnya bisa berbeda karena jarak sumber bunyi serta lintasan bunyinya (bunyi lateral) berbeda baik itu dari dinding dan plafond.

Meningkatnya kreatifitas dari para arsitek saat ini mengakibatkan desain auditorium lebih bebas geometrinya tidak lagi terikat pada mitos atau preseden namun kenyamanan akustiknya seperti RT dapat memenuhi kriteria untuk ceramah, musik maupun pertunjukan lainnya. Auditorium yang menampung bermacam-macam event ini disebut auditorium *multipurpose* atau *multi-use*.



BAB III

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode *Testing Out Research* dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Data berupa ukuran-ukuran denah ruangan, bahan-bahan dinding, lantai, plafond serta volume ruangan akan diambil pada masing-masing auditorium.

Teknik pengambilan data ialah dengan cara survei, wawancara, pengamatan, studi literatur, kuisioner serta uji coba. Penelitian ini meliputi perhitungan RT pada semua auditorium, dalam kasus ini adalah sebanyak 4 (empat) buah yaitu Gedung Plenary Jakarta Convention Center, Erasmus Huis, Gedung Kesenian Jakarta, Teater Kecil Taman Ismail Marzuki secara empiris dengan menggunakan rumus Sabine serta meminta penilaian audiens melalui kuisioner disaat pertunjukan dan wawancara. Salah satu auditorium akan diukur kriteria akustiknya (RT) juga dengan simulasi komputer juga program CATT v.7.2 di Laboratorium Akustik Departemen Teknik Fisika ITB, serta secara *real time on-site* dengan bantuan dari tenaga dan alat dari Laboratorium Akustik LIPI Serpong.

Langkah-langkah Penelitian :

Langkah penelitian yang dilakukan adalah dengan cara paralel dan hasilnya akan digabung untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Pertama : Penelitian dilakukan pada beberapa auditorium yang ada dan sudah dikenal sejak lama agar supaya didapat hasil yang variatif. Auditorium tersebut akan dihitung RTnya dengan rumus Sabine serta bahan akustiknya.

Kedua : Menghitung kekerasan dengung (L) dengan rumus Lothar Cremer untuk mengetahui *loudness* dari RT yang sudah didapat apakah memenuhi kriteria ratingnya.

Ketiga : Opini Audiens tentang dengung (*reverberation*) sebagai data pendukung.

Keempat : Sistem Elektroakustik dianalisis apakah dibutuhkan atau tidak dalam suatu auditorium untuk menciptakan RT yang sesuai.

Kelima : Lintasan bunyi langsung dan pantul sebagai data pendukung.

Keenam : Menghitung RT auditorium TIM dengan simulasi program komputer.

Ketujuh : Pengukuran RT *real time on-site* di auditorium TIM.

Analisis dan evaluasi terhadap perhitungan RT dengan cara rumus Sabine, opini audiens, elektro akustik serta lintasan bunyi penyebab RT.

Pada salah satu auditorium akan dihitung dengan simulasi komputer dan dievaluasi secara *real time* dengan pengukuran *on-site*.

Hasil perhitungan RT baik itu dari cara empiris, simulasi komputer, akan dibandingkan dengan hasil pengukuran *real time on-site* di salah satu auditorium untuk membandingkan hasil perhitungan RT secara lebih akurat.

Bentuk geometri auditorium yang berbeda itu akan dianalisis sesuai fungsinya yang *multipurpose* sehingga didapatkan bentuk yang terbaik sesuai fungsinya masing-masing.

Opini audiens juga diambil sebagai pelengkap hasil penelitian sesuai dengan penilaian cita rasa mereka. Ini diharapkan dapat merekomendasi hasil penelitian sebagai kontribusi dalam perancangan akustik auditorium.

Pertunjukan yang akan diteliti secara pengamatan dan wawancara yaitu pertunjukan yang diadakan sesuai waktu penelitian dan dapat diamati langsung seperti konser dan lainnya.

Simulasi RT dengan program CATT v.7.2 akan dilakukan setelah mendapat ijin dari Ketua Departemen Teknik Fisika ITB. Sebelumnya gambar 3D dari keempat auditorium sudah selesai dibuat dengan program AutoCad 2006 dan Autodesk 3.3. Pemrosesannya akan memakan waktu yang disesuaikan dengan selesainya tahapan mulai dari pengenalan program, penggambaran auditorium dengan mentransfer gambar hasil AutoCad ke CATT. Setelah itu, proses perhitungan RT dibuat dengan menggunakan program Excel Windows hingga didapatkan hasilnya.

Pengukuran *on-site* akan dilakukan pada saat auditorium sedang kosong dan kesiapan waktu dari operator alat dari LIPI Serpong.

Kesimpulan secara umum akan dibuat sebagai suatu rangkuman dari seluruh analisis dan evaluasi serta menjawab hipotesis, selanjutnya ialah saran untuk pengembangan tentang desain auditorium yang mempengaruhi RT.

Penelitian ini diharapkan dapat menyumbangkan saran dalam penataan akustik auditorium untuk dikembangkan agar mencapai pendengaran yang nyaman di auditorium. Diharapkan juga agar ini dapat memberi kontribusi bagi perancang akustik maupun arsitektur dalam mendesain auditorium atau didalam bidang arsitektural akustik.

BAB IV

STUDI KASUS

Studi kasus yang akan diambil ialah dengan pertimbangan mendasar pada pengaruh desain auditorium terhadap RT, yang memenuhi kriteria-kriteria sebagai berikut:

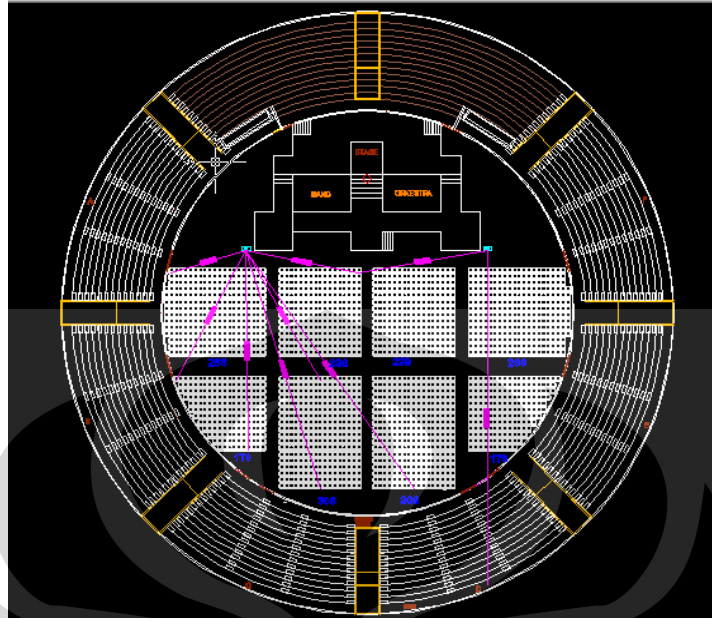
1. Geometri dan volume masing-masing auditorium yang berbeda perlu diteliti pengaruhnya terhadap sistem akustik.
2. Karakter akustik yang salah satunya adalah RT untuk auditorium *multipurpose*, perlu diketahui sesuai fungsinya.
3. Pemakaian dan penataan bahan elemen ruang sebagai penunjang sistem akustik.

Berdasarkan pada kriteria-kriteria tersebut maka dipilih empat auditorium di Jakarta yaitu: Gedung Plenary Jakarta Convention Center, Erasmus Huis, Gedung Kesenian Jakarta dan Teater Kecil Taman Ismail Marzuki.

IV.1. Gedung Plenary JCC

Auditorium Gedung Plenary JCC terletak dikawasan Senayan Jakarta. Gedung ini sering dipakai untuk pertunjukan konser yang menampung penonton dalam jumlah yang besar. Auditorium ini berfungsi untuk bermacam-macam kegiatan seperti pameran, wisuda, pernikahan, seminar, penataran serta kebaktian.

Auditorium tersebut akan dihitung RTnya dengan rumus Sabine, selain itu untuk mendapatkan opini audiens tentang penilaian dengung. Data yang menunjang penelitian ini, didapat dari hasil survei dan wawancara di lokasi. Berdasarkan pada pengukuran di lokasi, maka didapat data dan gambar seperti diuraikan pada halaman berikut :



Gambar IV-1. Denah Gedung Plenary JCC

Kapasitas :

- o Auditorium atas = 2.484 kursi
- o Lantai dasar (*removable*) = 1.000 kursi

Jumlah seluruh kursi 3.484 buah

Ini masih bisa mencapai 4.300 orang jika di lantai dasar dibuat sebagai festival tanpa kursi (berdiri)

Tinggi plafond : 11,30 m

Isi (volume) : 37.900 m³

Bentuk denah : Lingkaran (*circle*) dengan diameter lantai dasar 50 m.

Bahan lantai : Karpas padat lapis *foam* (karet busa)

Bahan dinding pada lantai dasar : Karet busa lapis kain kanvas ringan

Bahan dinding lantai atas : Aluminium perforasi

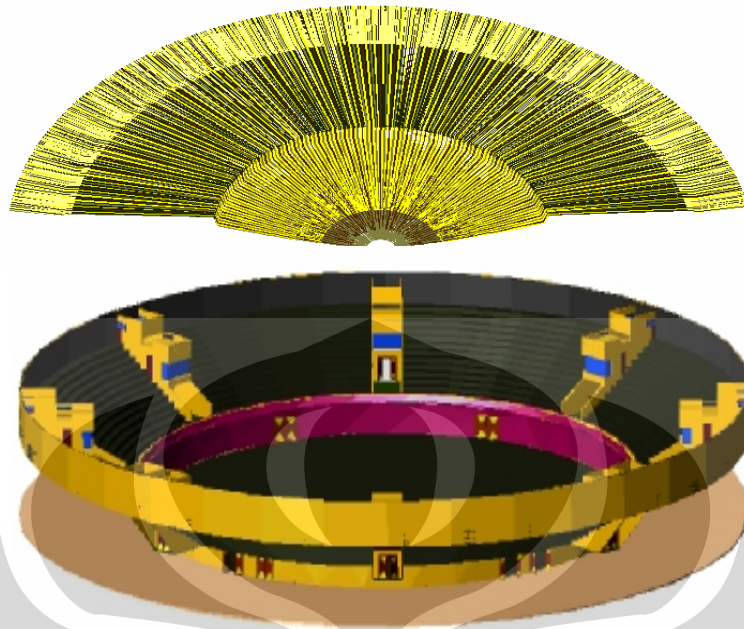
Bahan plafond : Aluminium perforasi.

Kursi (*seat*) : Kursi busa lapis kanvas (*upholstered*).

Dinding tangga : Pasangan batu bata di plester

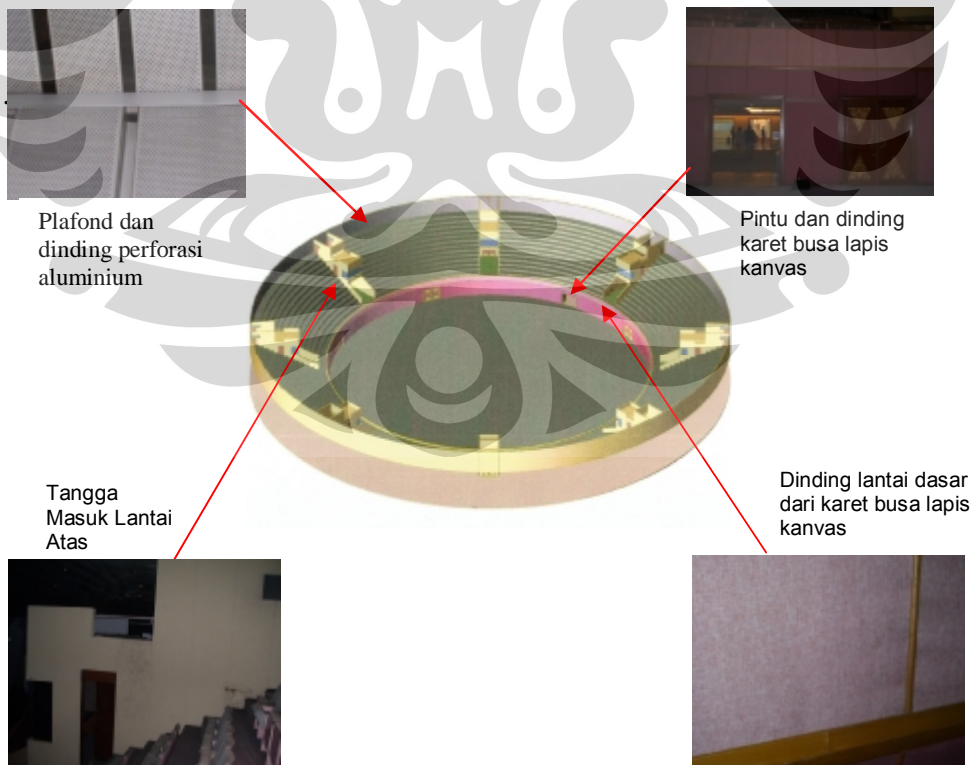
Pintu dari kayu, kaca 6 mm di ruang monitor.

Layar LCD dan layar cinema adalah bahan tambahan.



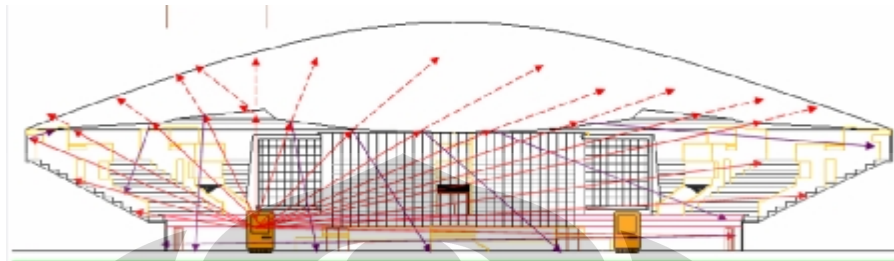
Gambar IV-2. Gedung Plenary Jakarta Convention Center

Pemakaian bahan di GPJCC adalah seperti pada Gambar IV-3 dibawah ini.

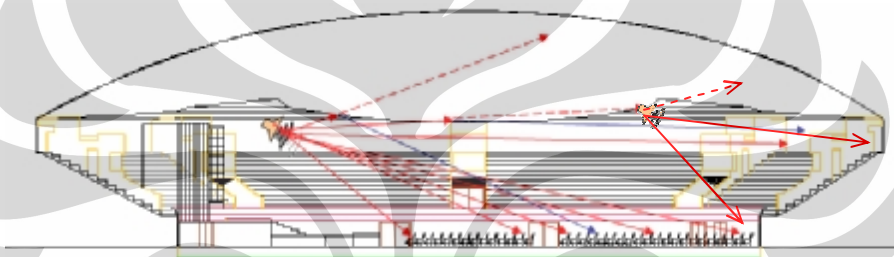


Gambar IV-3. Pemakaian Bahan di GPJCC

Gambar-gambar potongan dari auditorium GPJCC dapat dilihat pada Gambar IV-4 dan IV-5 dibawah ini.



Gambar IV-4. Potongan GPJCC kearah Depan Panggung



Gambar IV-5. Potongan GPJCC kearah Kiri Panggung

IV.1.1. Perhitungan RT dengan Rumus Sabine dan Loudness di GPJCC

Perhitungan RT dengan rumus Sabine untuk auditorium Gedung Plenary JCC meliputi 6 (enam) frekwensi pada kondisi ruangan tanpa audiens.

Dengan melihat jenis bahan serta luasnya (S) yang dikalikan dengan koefisien absorpsi (α) sesuai dengan frekwensinya akan didapat hasil absorpsi total ($S\alpha$) dalam satuan Sabine. Dengan diketahuinya volume dan $S\alpha$ (A) maka RT pada frekwensi yang sesuai dengan α tersebut, didapat.

Untuk mendapatkan RT pada ruangan yang memakai bermacam-macam bahan seperti pada GPJCC, seluruh bahan yang ada dihitung luas serta diketahui koefisien absorpsinya, didapatkan $S\alpha$, kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan $S\alpha$ total.

RT existing di GPJCC didapat dengan memasukan data volume dan S_a total ke rumus RT Sabine, maka akan didapat hasil RTnya sesuai dengan frekwensi yang ditentukan seperti pada Tabel IV-1 di halaman berikut.

Tabel IV-1 RT Existing Gedung Plenary JCC

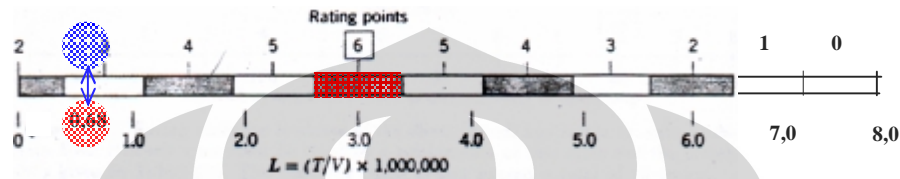
Bahan	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		
	V	α	V	α	V	α	V	α	V	α	V	α	
Lantai, Karpet padat	3291	0.08	263.28	0.27	888.57	0.39	1283.49	0.34	1118.94	0.48	1579.68	0.63	2073.33
Dinding Lantai dasar Kanvas-glasswool-busa	584	0.08	46.72	0.29	169.36	0.75	438.00	0.98	572.32	0.93	543.12	0.76	443.84
Aluminium perforasi resonator	636	0.10	63.60	0.30	190.80	0.60	381.60	0.75	477.00	0.80	508.80	0.80	508.80
Plafond almn. Perforasi	2781	0.10	278.10	0.30	834.30	0.60	1668.60	0.75	2085.75	0.80	2224.80	0.80	2224.80
Kursi upholstered	3484	0.44	1532.96	0.54	1881.36	0.6	2090.40	0.62	2160.08	0.58	2020.72	0.5	1742.00
Pintu kayu	112	0.42	47.04	0.21	23.52	0.1	11.20	0.08	8.96	0.06	6.72	0.06	6.72
Dinding Entryatas pas. B	620	0.01	6.20	0.02	12.4	0.02	12.40	0.03	18.6	0.04	24.8	0.05	31.00
Kaca 6 mm	60	0.18	10.80	0.06	3.6	0.04	2.40	0.03	1.8	0.02	1.2	0.02	1.20
Layar Kanvas Cinema	77	0.1	7.70	0.15	11.55	0.25	19.25	0.3	23.1	0.3	23.1	0.3	23.10
Total Sabins			2256.40		4015.46		5907.34		6466.55		6832.94		7054.79
RT			2.70		1.52		1.03		0.94		0.88		0.86

Jika seluruh 3484 kursi dipenuhi penonton maka RT_{500Hz} adalah 0,92 detik, seperti dilihat pada Tabel IV- 2 dibawah ini.

Tabel IV-2. RT GPJCC dipenuhi Audiens

Bahan	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		
	V	α	V	α	V	α	V	α	V	α	V	α	
Lantai, Karpet padat	3291	0.08	263.28	0.27	888.57	0.39	1283.49	0.34	1118.94	0.48	1579.68	0.63	2073.33
Dinding Lantai dasar Kanvas-glasswool-busa	584	0.08	46.72	0.29	169.36	0.75	438.00	0.98	572.32	0.93	543.12	0.76	443.84
Aluminium perforasi resonator	636	0.10	63.60	0.30	190.80	0.60	381.60	0.75	477.00	0.80	508.80	0.80	508.80
Plafond almn. Perforasi	2781	0.10	278.10	0.30	834.30	0.60	1668.60	0.75	2085.75	0.80	2224.80	0.80	2224.80
Kursi + audiens	3484	0.39	1358.76	0.57	1985.88	0.8	2787.20	0.94	3274.96	0.92	3205.28	0.87	3031.08
Pintu kayu	112	0.42	47.04	0.21	23.52	0.1	11.20	0.08	8.96	0.06	6.72	0.06	6.72
Dinding Entryatas pas. B	620	0.01	6.20	0.02	12.4	0.02	12.40	0.03	18.6	0.04	24.8	0.05	31.00
Kaca 6 mm	60	0.18	10.80	0.06	3.6	0.04	2.40	0.03	1.8	0.02	1.2	0.02	1.20
Layar Kanvas Cinema	77	0.1	7.70	0.15	11.55	0.25	19.25	0.3	23.1	0.3	23.1	0.3	23.10
Total Sabins			2082.20		4119.98		6604.14		7581.43		8117.50		8343.87
RT			2.93		1.48		0.92		0.80		0.75		0.73

Loudness (L) untuk GPJCC, dengan $RT_{500\text{Hz}} = 0,92$ detik serta menggunakan perhitungan rumus *loudness* dari Lothar Cremer didapat $L = 0,68$ dengan *rating* 3, seperti pada skala Cremer di Gambar IV-6. RT di auditorium ini sudah cukup keras walaupun belum mencapai *rating* 6, namun memenuhi kriteria yaitu pada *rating* 2 hingga 6.



Gambar IV-6. L (Kekerasan Dengung) pada Gedung Plenary JCC

IV.1.2. Opini Audiens di GPJCC

Pertunjukan yang diteliti adalah konser band Duran Duran (Gambar IV-7) yang diadakan pada hari selasa 8 April 2008 jam 20.00 – 22.00 WIB. Pertunjukan di Gedung Plenary JCC ini dipenuhi oleh penonton.



Gambar IV-7. Band Duran Duran

Untuk mendapatkan opini audiens, maka dibuat kuisisioner dengan pertanyaan mengenai penilaian dengung, alasan serta usulan mereka untuk peningkatan sistem akustik. Pada konser ini kuisisioner diberikan kepada 30 responden. Kuisisioner yang dikembalikan hanya 6 kuisisioner.

Kuisisioner yang sama ditawarkan juga kepada para musisi anggota Addi M.S. Twilite Orchestra sebagai pengiring konser penyanyi Vina Panduwinata sebanyak 11 responden termasuk seorang penata sound system.

Semua lembaran kuisisioner dikembalikan oleh para responden. Hasil secara keseluruhan baik itu dari audiens maupun dari para musisi, dapat dilihat pada Tabel IV-3 dibawah ini.

Tabel IV-3. Hasil Kuisisioner di Gedung Plenary JCC

Penilaian Dengung	Kurang	Cukup	Lama / Baik	Optim Rata-rata
Kenyamanan	4 (23,50%)	11 (64,70%)	1 (5,90%)	Cukup
Kejernihan	4 (23,50%)	12 (70,60%)	1 (5,90%)	Cukup
Kejelasan	3 (17,65%)	11 (64,70%)	3 (17,65%)	Cukup
Kepuasan	5 (29,40%)	10 (58,80%)	2 (11,80%)	Cukup

IV.1.3. Analisis dan Evaluasi di GPJCC

IV.1.3.1. RT dan Bahan Akustik di GPJCC

Hasil perhitungan dengan rumus Sabine didapat $RT_{500\text{Hz}} = 1,03$ detik pada keadaan auditorium tanpa penonton, 0,92 detik jika dipenuhi audiens.

Sebagai kriteria RT untuk ruangan dengan volume 30.000 m^3 , nilai RT umumnya adalah antara 1,7 hingga 2,3 detik (Gambar II-6), RT = 0,92 detik masih sesuai untuk band pengiring “tari” yang menggunakan *sound system*, musik ringan seperti opera dan musik kamar (*chamber*).

24

Perhitungan RT disini bisa pendek karena seluruh elemen ruang (Tabel IV-1) terdiri dari bahan absorpsi seperti lantai seluas 3.291 m^2 semuanya ditutupi karpet tebal dilapis *foam* ($\alpha_{500\text{Hz}} = 0,39$), dinding lantai dasar seluas 584 m^2 ditutupi dengan kanvas lapis *foam* ($\alpha_{500\text{Hz}} = 0,75$), dinding

²⁴ F.Alton Everest, The Master Handbook of Acoustics, hlm.152

lantai atas seluas 636m^2 seluruhnya ditutupi dengan aluminium perforasi (*Highest Acoustical Transparency*) begitu pula plafond seluas 2.781m^2 seluruhnya ditutupi dengan bahan yang sama dengan dinding yaitu aluminium perforasi ($\alpha_{500\text{ Hz}} = 0,60$).

Kursi upholstered 3.484 buah juga adalah bahan absorpsi ($\alpha_{500\text{ Hz}} = 0,60$), absorpsi bunyinya akan bertambah jika kursi seluruhnya diisi oleh penonton sehingga α kursi bertambah dari 0,60 tanpa penonton menjadi 0,80 (Daftar Koefisien) ketika ditempati oleh penonton (Tabel IV-2).

Untuk menikmati musik pada auditorium dengan volume besar, jenis musik yang dapat diakomodir ialah simfoni (RT antara 1,7 hingga 2,1 detik) sesuai kriteria pada Gambar II-5.

Untuk mencapai RT yang sesuai dengan *standard performance* maka diambil *treatment* yaitu :

1. Plafond aluminium perforasi ($\alpha_{500\text{ Hz}} = 0,60$), seluas 2.781m^2 diganti dengan gipsum ($\alpha_{500\text{ Hz}} = 0,05$) sehingga RT menjadi 1,20 detik, dengan rumus Cremer didapat $L = 0,89$ dengan rating 3. Ini sudah memenuhi untuk pertunjukan musik komedi, konser musik semi klasik. Namun RT ini belum memenuhi kriteria untuk simfoni serta ditinjau dari volumenya yaitu RT antara 1,7 hingga 2,3 detik.

Karena RT tersebut belum memenuhi kriteria, maka diambil langkah tahapan *treatment* berikut ini:

2. Mengganti dinding lantai atas seluas 636 m^2 dari aluminium perforasi, dengan bahan difusor Reinforced Gypsum Pyramid Type E-400 ($\alpha_{500\text{ Hz}} = 0,10$) maka diperoleh $RT = 1,28$ detik yang memenuhi untuk musik komedi, konser musik semi klasik, namun RT ini juga belum memenuhi kriteria RT antara 1,7 hingga 2,3 detik.

Nilai RT ini masih perlu ditingkatkan lagi, maka diambil langkah perubahan dengan tahapan berikut yaitu:

3. Dinding lantai dasar seluas 584 m² semuanya diganti dengan difusor Reinforced Gypsum Pyramid Type E-400 ($\alpha_{500\text{ Hz}} = 0,10$) sehingga diperoleh RT = 1,39 detik, memenuhi untuk musik komedi, konser musik semi klasik dan orkestra kontemporer

RT ini belum memenuhi maka diambil langkah tahapan seperti dibawah ini yakni:

4. Lantai karpet lantai dasar seluas 2.041 m² dan lantai atas seluas 825 m² diganti dengan parkit ($\alpha_{500\text{ Hz}} = 0,07$), didapat RT = 1,76 detik, sudah memenuhi kriteria untuk simfoni dan volume yaitu antara 1,7 hingga 2,3 detik, seperti dapat dilihat pada Tabel IV-4 di halaman berikut ini.

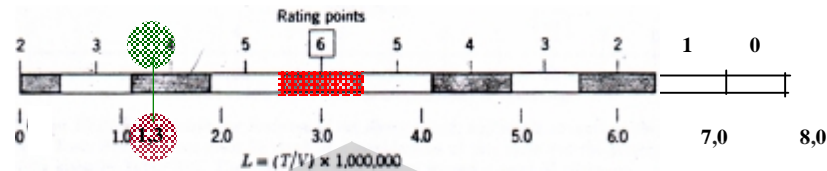
Tabel IV-4. RT Penataan Akustik pada Gedung Plenary JCC

Bahan	m ²	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
		α	Sabine	α	Sabine	α	Sabine	α	Sabine	α	Sabine	α	Sabine
Lantai Parkit	2866	0.04	114.64	0.04	114.64	0.07	200.62	0.06	171.96	0.06	171.96	0.07	200.62
Lantai Karpet lapis foam	425	0.08	34.00	0.27	114.75	0.39	166.75	0.34	144.50	0.48	204.00	0.63	267.75
Dinding Lantai dasar Difusor RPG type E-400	584	0.39	227.76	0.19	110.96	0.1	58.4	0.1	58.4	0.08	46.72	0.14	81.76
Dinding Atas, Difusor RPG type E-400	636	0.39	248.04	0.19	120.84	0.1	63.6	0.1	63.6	0.08	50.88	0.14	89.04
Plafond Gypsum	2781	0.29	806.49	0.1	278.10	0.05	139.05	0.04	111.24	0.07	194.67	0.09	250.29
Kursi + audiens	3434	0.39	1358.76	0.57	1985.88	0.8	2787.20	0.94	3274.96	0.92	3205.28	0.87	3031.08
Pintu kayu	112	0.42	47.04	0.21	23.52	0.1	11.20	0.08	8.96	0.06	6.72	0.06	6.72
Dinding Entryatas pas. B	620	0.01	6.20	0.02	12.4	0.02	12.40	0.03	18.6	0.04	24.8	0.05	31.00
Kaca 6 mm	60	0.18	10.80	0.06	3.6	0.04	2.40	0.03	1.8	0.02	1.2	0.02	1.20
Layar Kanvas Cinema	77	0.1	7.70	0.15	11.55	0.25	19.25	0.3	23.1	0.3	23.1	0.3	23.10
Total Sabins			2861.43		2776.24		3469.87		3877.12		3929.33		3982.56
RT			2.13		2.20		1.76		1.57		1.55		1.53

IV.1.3.2. Kekerasan Dengung (L) di GPJCC

Setelah RT untuk GPJCC dicapai sesuai dengan kriterianya maka perlu juga ditinjau L untuk auditorium GPJCC pada RT = 1,76 detik. Dengan menggunakan rumus Cremer didapat L = 1,30, selanjutnya tentukan pada

skala di Gambar IV-8, dicapai rating 4. Ini sudah memenuhi kriteria walaupun belum mencapai rating 6 yang terbaik.



Gambar IV-8. L hasil Penataan pada Gedung Plenary JCC

.Untuk mencapai kekerasan yang ideal (titik rating tertinggi) di auditorium ini dengan mengacu pada rumus L dari Cremer, diperlukan $L = 2,6$ hingga $3,4$. Berdasarkan itu untuk GPJCC dengan volume 37.900 m^3 , RT yang harus dicapai adalah $3,48$ hingga $4,55$ detik. Tetapi ini sudah melebihi RT yang diperlukan untuk konser musik dan sesuai dengan volumenya. Jadi $RT = 1,76$ detik ini sudah baik dengan *loudness* yang cukup *ratingnya*.

IV.1.3.3. Opini Audiens

Hasil penilaian dengung secara keseluruhan yang didapat ialah “cukup” dalam kenyamanan, kejernihan, kejelasan dan kepuasan di GPJCC.

Tanggapan mereka pada kuisisioner yang menyangkut kepuasan adalah; satu orang (5,90%) responden menyatakan sangat puas tanpa alasan, tujuh orang (41,18%) responden menyatakan cukup dengan bermacam-macam alasan. Alasan yang relevan menurut dua orang responden (11,76%) ialah karena bunyi di auditorium ini dibantu dengan *mixing sound*.

Sebanyak lima belas orang responden (88,23%) tidak memberikan alasan dan menjawab tetapi tidak relevan.

Bunyi pelan dari panggung umumnya tidak dapat didengar sesuai jawaban oleh delapan orang responden (47%).

Usulan dari dua belas orang responden (70,60%) untuk auditorium ini ialah perlu diadakan penataan akustik berupa *sound system*, penataan bahan akustik. Responden lainnya sebanyak lima orang (29,40%) tidak memberikan komentar.

Menurut para musisi, auditorium ini tidak sesuai untuk musik akustik (*original*), kecuali jika dibantu dengan sistem penguat suara (bunyi).

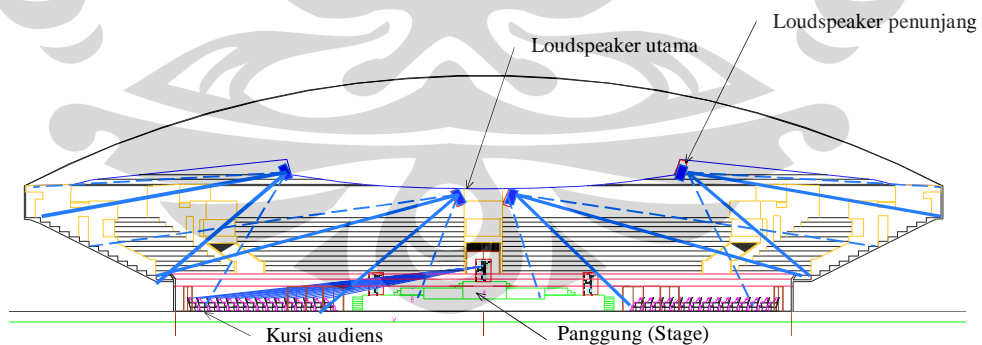
IV.1.3.4. Sistem Elektroakustik di GPJCC

Untuk gedung yang luas dimana kualitas akustik tidak terlalu baik, diperlukan penataan akustik dengan sistem elektroakustik (*electroacoustic system*).

Auditorium GPJCC ini memakai juga sistem *electroacoustics*. *Loudspeaker* gantung utama sebanyak 8 (delapan) buah, dipasang pada pusat plafond yang mengarah secara simetris ke delapan arah yang berbeda. Ada 8 buah *loudspeaker* gantung penunjang yang masing-masing terletak diantara jarak *loudspeaker* utama dengan dinding tepi lantai atas (Gambar IV-9).

Dalam penggunaan *sound system* diperlukan waktu dan ahli untuk melakukan *set-up* sistem alat-alat, yang semuanya itu dikendalikan oleh *Control Mixer*.

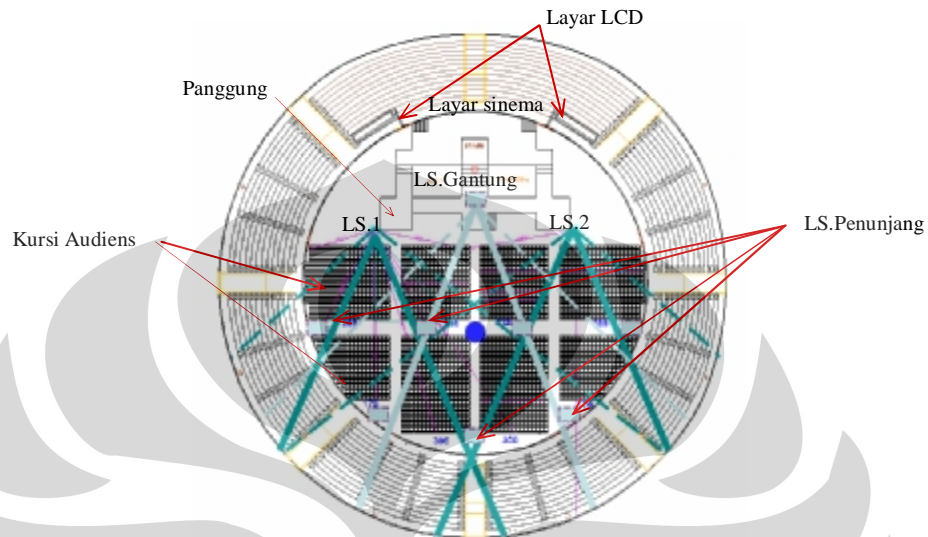
Sistem penataan ini digunakan jika panggung berada di pusat lantai dasar, sehingga bunyi yang dihasilkan oleh penataan ini akan menyebar secara merata kesemua arah auditorium.



Gambar IV-9. Penempatan Loudspeaker untuk Panggung di Tengah

Sistem penataan lainnya ialah jika panggung diletakan pada sisi lantai dasar auditorium. Pada penataan ini ada tiga kelompok *loudspeaker cluster* yang digantung masing-masing disisi kiri, kanan dan tengah diatas panggung (Gambar IV-10). Dalam pelaksanaan konser disini, kelompok *loudspeaker*

cluster juga ditambahkan dan diletakan diatas panggung pada bagian sisi kiri dan kanan seperti pada Gambar IV-10 dibawah ini.



Gambar IV-10. Lay-out Loudspeaker untuk Panggung di sisi Auditorium

Sistem elektroakustik untuk panggung di sisi auditorium ini sering dipakai dalam konser musik, karena ada dua buah layar LCD besar dan layar sinema latar terpasang *permanent* di bagian belakang panggung.

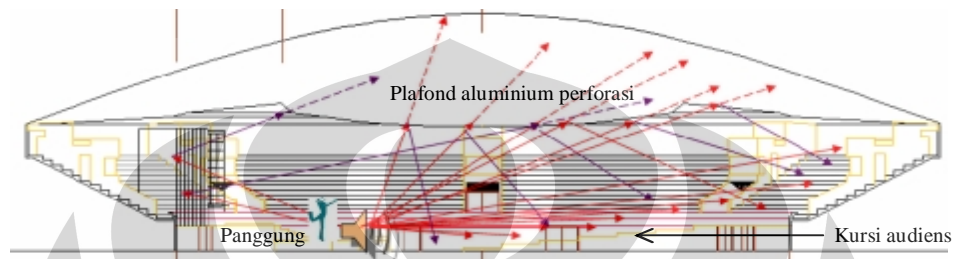
IV.1.3.5. Lintasan Bunyi di GPJCC

Berdasarkan teori, dari selisih (beda) panjang antara lintasan bunyi langsung dengan bunyi pantulan, maka kriteria untuk ceramah (pidato) dan musik tidak boleh melebihi 28 *feet* (8,4 m)²⁵. Gema akan terjadi jika perbedaan antara panjang lintasan lebih dari 68 *feet* (20,4m). Kriteria ini didasarkan pada *initial-time-delay gap* yakni waktu kurang dari 30 milidetik sebelum terjadi gema pertama.

Dengan tinggi ruangan 11,30m, pada posisi penonton paling belakang di lantai dasar dengan jarak 35m, itu akan menimbulkan beda lintasan bunyi langsung dan bunyi pantulan sepanjang 5,61 m. Ini masih memenuhi kriteria

²⁵ M.David Egan, CONCEPTS IN ARCHITECTURAL ACOUSTICS, hlm.146-148.

8,4 m seperti yang dianjurkan oleh David Egan. Sedangkan pada posisi 12 m dari sumber bunyi, selisih lintasan adalah 11,84 m yang ditempuh dalam 34,80 milidetik. Itu berarti penonton akan mendengar gema. Oleh sebab itu plafond sebagai pemantul harus dibuat dari bahan absorpsi (transparan).



Gambar IV-11. Lintasan Bunyi Pantul Penyebab Dengung

IV.1.4. Kesimpulan Desain Akustik di GPJCC

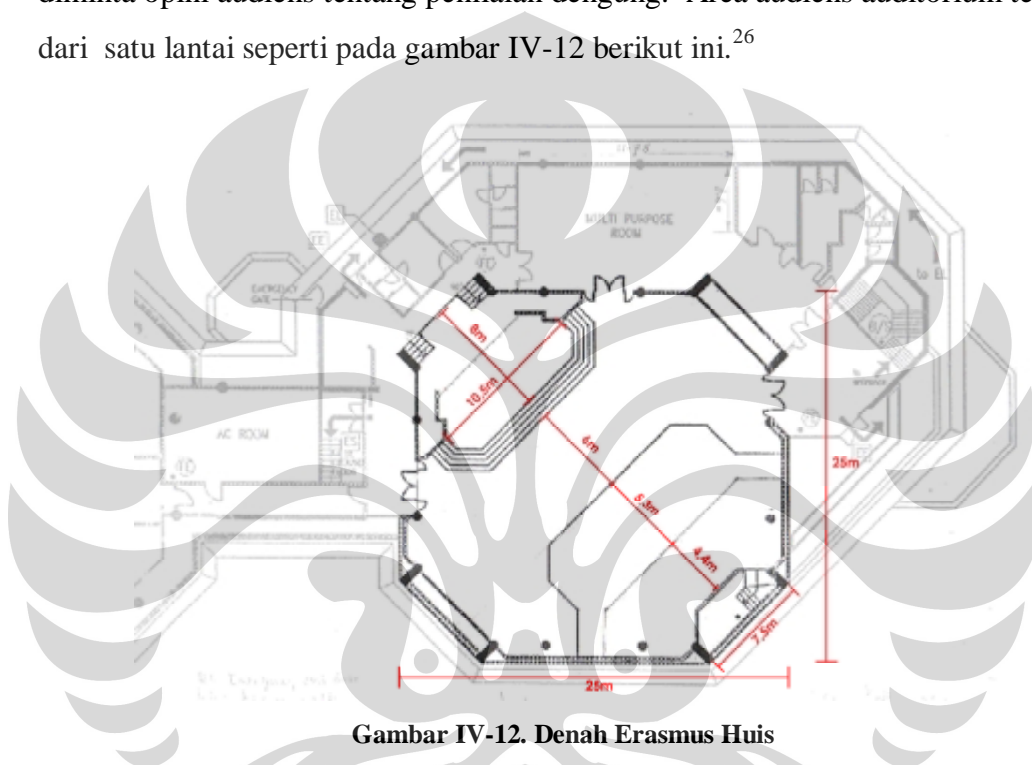
Dengan desain auditorium Gedung Plenary JCC yang berbentuk lingkaran, volume yang besar, maka untuk mendapatkan RT yang sesuai perlu ditata seluruh dindingnya dengan bahan difusor *Reinforced Gypsum Pyramid Type E-400* dan memasang bidang pemantul gipsium pada plafond dan lantai parkit. Juga sistem elektroakustik perlu dipakai untuk kenyamanan akustik serta perlu dipasang bidang pemantul pada plafond dengan memperhitungkan *initial-time-delay-gap* dari lintasan-lintasan bunyi.

Dengan melihat nilai perhitungan RT *existing* pada GPJCC yaitu 0,92 detik yang belum memenuhi kriteria untuk konser musik dan sesuai volumenya, maka diperlukan penataan pada bidang elemen ruang dengan lantai parkit, dinding difusor *Reinforced Gypsum Pyramid Type E-400*, Plafond gipsium sehingga dicapai $RT = 1,76$ detik pada keadaan auditorium dipenuhi penonton.

Jika ditinjau dari bentuk dan memaksimalkan kapasitas auditorium, maka posisi panggung pada pusat lantai dasar ialah yang terbaik karena seluruh kursi di lantai atas dapat dipakai. Selain itu *intimacy* juga lebih baik dan merata distribusi bunyi dari panggung dan *loudspeaker*.

IV.2. Erasmus Huis

Auditorium Erasmus Huis terletak di Kedutaan Besar Belanda untuk Indonesia di kawasan Kuningan Jakarta, yang merupakan tempat pertunjukan konser musik, konferensi, ceramah serta kegiatan lainnya. Auditorium ini bersifat serba guna (*multi-purpose*). Auditorium ini diukur RT dengan rumus Sabine dan diminta opini audiens tentang penilaian dengung. Area audiens auditorium terdiri dari satu lantai seperti pada gambar IV-12 berikut ini.²⁶

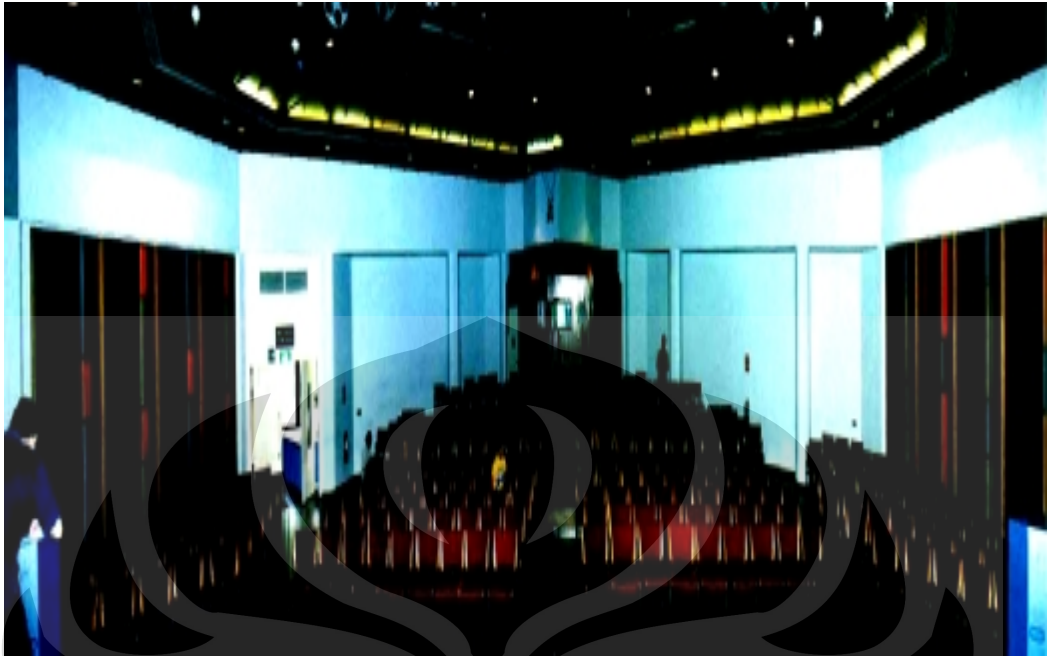


Gambar IV-12. Denah Erasmus Huis

Data auditorium ini secara lengkap dapat dilihat sebagaimana berikut ini yaitu dengan :

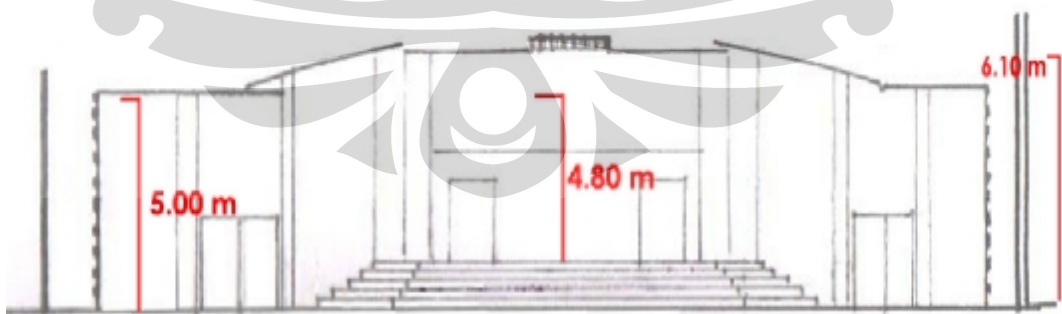
Kapasitas	: 300 kursi
Diagonal	: 23,70 m
Panjang	: 25,00 m
Lebar	: 25,00 m
Tinggi plafond	: 6,10 m
Isi (volume)	: 2.294 m ³
Bentuk denah	: Oktagonal

²⁶ Finarya Legoh, Tugas Mahasiswa Dep. Arsitektur FTUI, 2004



Gambar IV-13. Tampak Auditorium kearah Pintu Utama

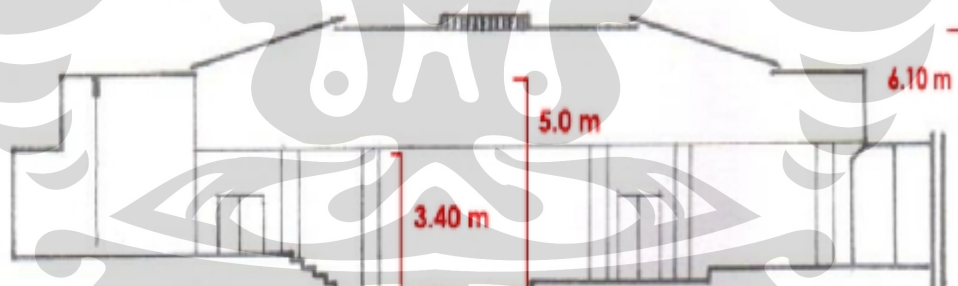
Gambar potongan dan interior auditorium dengan ukurannya berdasarkan data dari Tugas Mahasiswa tahun 2004 adalah seperti pada gambar IV-14 hingga IV-16 berikut ini.



Gambar IV-14. Potongan Auditorium kearah Panggung



Gambar IV-15. Tampak Interior Auditorium kearah Panggung



Gambar IV-16. Potongan kearah Kiri Panggung

Bahan-bahan yang dipakai adalah sebagai berikut :

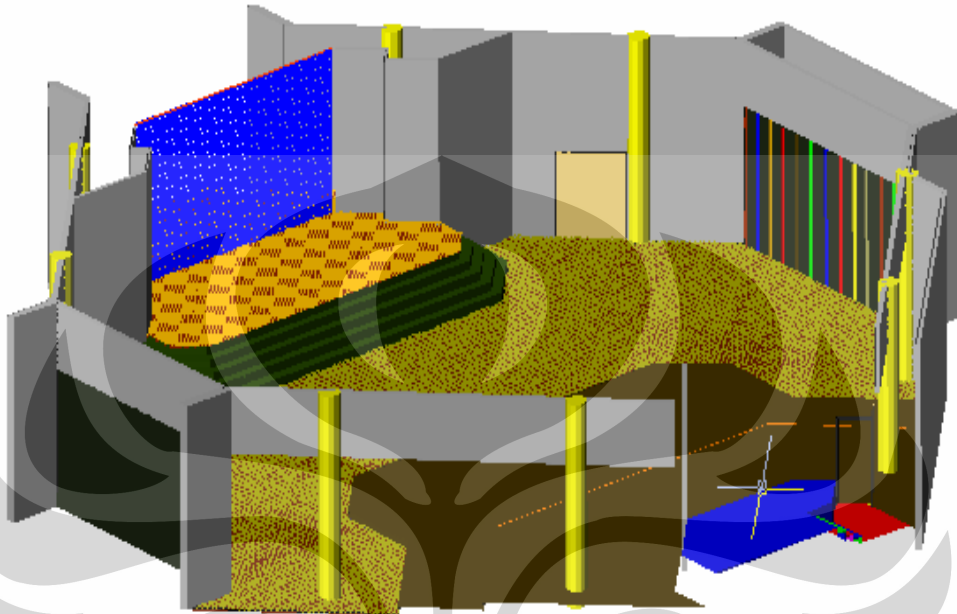
Lantai : Panggung dan area tempat duduk bagian dasar memakai parkit
area tempat duduk bagian trap belakang memakai karpet padat

Dinding : Beton diplester, karpet, *plywood*, kayu, tirai

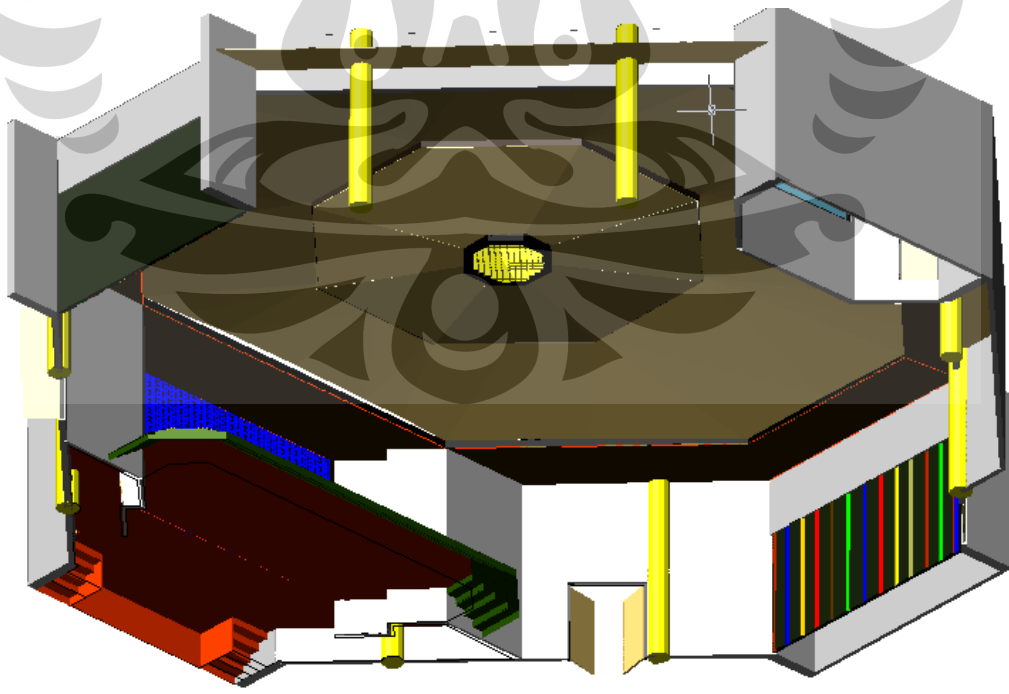
Plafond : *Multiplex* (Kayulapis)

Kursi : Kursi busa dibungkus kanvas, rangka *stainless steel* (*upholstered*).

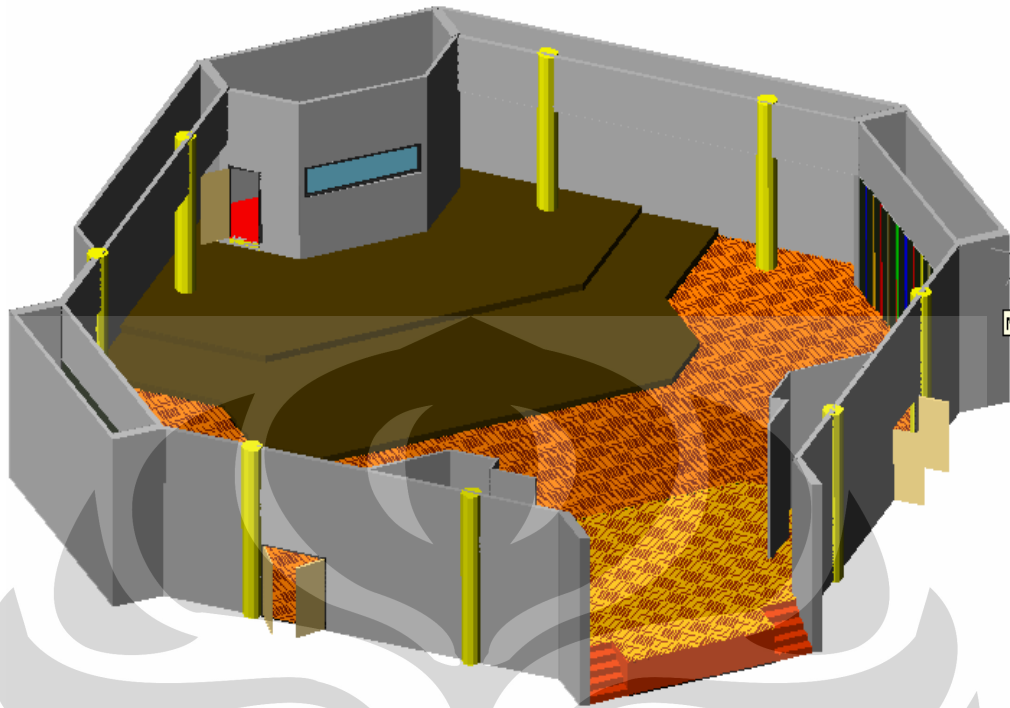
Selengkapnya letak bahan dapat dilihat pada gambar interior dibawah ini, yaitu dari Gambar IV-19 hingga Gambar IV-21.



Gambar IV-19. Tampak Interior Dari Sisi Kiri Belakang



Gambar IV-20. Bentuk Plafond Kayulapis



Gambar IV-21. Tampak Interior dari arah Panggung

IV.2.1. Perhitungan RT dengan Rumus Sabine dan Loudness di EH.

RT yang dihitung dengan rumus Sabine untuk auditorium gedung Erasmus Huis ini didapat dari frekwensi 125 Hz sampai 4.000 Hz pada kondisi ruangan tak ada penonton seperti pada Tabel IV-5 dibawah ini.

Tabel IV-5. RT Existing Erasmus Huis

Bahan	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		
	Volume	RT	Volume	RT	Volume	RT	Volume	RT	Volume	RT	Volume	RT	
Lantai, Karpet	162	0.15	24.3	0.20	32.4	0.30	48.6	0.30	48.6	0.30	48.6	0.30	48.6
Lantai Parkit	273.70	0.04	10.948	0.04	10.948	0.07	19.159	0.06	16.422	0.06	16.422	0.07	19.159
Dinding Kanvas, glaswool	46.90	0.05	2.345	0.10	4.69	0.15	7.035	0.20	9.38	0.25	11.725	0.30	14.07
Plesteran pas. bata	274.20	0.01	2.742	0.02	5.484	0.02	5.484	0.03	8.226	0.04	10.968	0.05	13.71
Dinding Kayu	48	0.42	20.16	0.21	10.08	0.10	4.8	0.08	3.84	0.06	2.88	0.06	2.88
Plafond Kayu lapis	413.30	0.28	115.724	0.22	90.926	0.17	70.261	0.09	37.197	0.10	41.33	0.11	45.463
Kursi upholstered	300	0.44	132	0.54	162	0.60	180	0.62	186	0.58	174	0.50	150
Pintu kayu	12	0.42	5.04	0.21	2.52	0.10	1.2	0.08	0.96	0.06	0.72	0.06	0.72
Kayu tangga	24.40	0.42	10.248	0.21	5.124	0.10	2.44	0.08	1.952	0.06	1.464	0.06	1.464
Kaca 6 mm	3.24	0.18	0.5832	0.06	0.1944	0.04	0.1296	0.03	0.0972	0.02	0.0648	0.02	0.0648
Gording pintu	12	0.05	0.6	0.10	1.2	0.15	1.8	0.20	2.4	0.25	3	0.30	3.6
Layar Panggung	28.60	0.20	5.72	0.25	7.15	0.30	8.58	0.30	8.58	0.30	8.58	0.30	8.58
Total Sabins			330.4102		332.7164		349.489		323.6542		319.754		308.311
RT			1.12		1.11		1.06		1.14		1.16		1.20

Jika seluruh 300 kursi dipenuhi dengan audiens maka $RT_{500Hz} = 0,90$ detik seperti pada Tabel IV-6 dibawah ini.

Tabel IV-6. RT Existing EH dipenuhi Audiens

Lantai Karpet	162	0.15	24.3	0.20	32.4	0.30	48.6	0.30	48.6	0.30	48.6	0.30	48.6
Lantai Parkir	273.70	0.04	10.948	0.04	10.948	0.07	19.159	0.06	16.422	0.06	16.422	0.07	19.159
Dinding Kanvas/glaswool	46.90	0.05	2.346	0.10	4.69	0.15	7.035	0.20	9.38	0.25	11.725	0.30	14.07
Plesteran pas bata	274.20	0.01	2.742	0.02	5.484	0.02	5.484	0.03	8.226	0.04	10.968	0.05	13.71
Dinding Kayu	48	0.42	20.16	0.21	10.08	0.10	4.8	0.08	3.84	0.06	2.88	0.06	2.88
Plafond Kayu lapis	413.30	0.28	116.724	0.22	90.926	0.17	70.261	0.09	37.197	0.10	41.33	0.11	45.463
Kursi + Audiens	300	0.39	117	0.57	171	0.80	240	0.94	282	0.92	276	0.87	261
Pintu kayu	12	0.42	5.04	0.21	2.52	0.10	1.2	0.08	0.96	0.06	0.72	0.06	0.72
Kayu tangga	24.40	0.42	10.248	0.21	5.124	0.10	2.44	0.08	1.952	0.06	1.464	0.06	1.404
Kaca 6 mm	3.24	0.18	0.5832	0.08	0.4094	0.04	0.1298	0.03	0.0972	0.02	0.0648	0.02	0.0648
Gondong pintu	12	0.05	0.6	0.10	1.2	0.15	1.8	0.20	2.4	0.25	3	0.30	3.6
Layar Panggung	28.60	0.20	5.72	0.25	7.15	0.30	8.58	0.30	8.58	0.30	8.58	0.30	8.58
Total Sabine			315.4102		341.7164		406.488		419.6942		421.294		416.311
RT			1.17		1.08		0.90		0.88		0.88		0.88

Setelah didapat RT di auditorium ini maka kekerasannya (*loudness*) juga perlu diketahui *rating*nya.

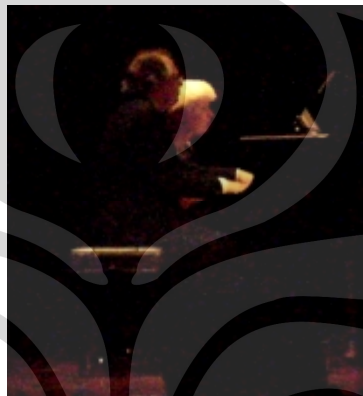
Kekerasan (L) untuk EH, dengan $RT = 0,90$ detik, didapat $L = 11,11$ yang tidak mencapai *rating* 2. Mengacu pada skala Cremer di Gambar IV-6. RT di auditorium tersebut lemah. Ini tidak memenuhi kriteria yaitu pada *rating* 2 hingga 6. Seperti tampak pada skala Cremer dibawah (Gambar IV-22).



Gambar IV-22. L (Kekerasan Dengung) pada Erasmus Huis

IV.2.2. Opini Audiens di Erasmus Huis

Pertunjukan yang diteliti di Gedung EH ialah Piano Duo Konser dari Wyneke Jordans dan Leo Van Doeselaar asal Belanda (Gambar IV-23) pada hari Sabtu 12 April jam 20.00 – 22.00. Lembaran kuisisioner sebanyak 25 lembar ditawarkan kepada penonton yang posisinya menyebar di seluruh ruangan pada waktu jeda. Kuisisioner yang dikembalikan adalah sebanyak 20 lembar.



Gambar IV-23. Wyneke dan Leo, Pianist Duo dari Belanda

Hasil dari pengisian kuisisioner untuk penilaian dengung di EH dapat dilihat pada Tabel IV-7 di halaman berikut.

Tabel IV-7. Hasil Kuisisioner di Gedung Erasmus Huis

Penilaian Dengung	Kurang	Cukup	Lama/ Baik	Opini Rata-rata
Kenyamanan	1 (5%)	15 (75%)	4 (20%)	Cukup (75%)
Kejernihan	- (0%)	8 (40%)	12 (60%)	Sangat jernih (60%)
Kejelasan	6 (30%)	11 (55%)	3 (15%)	Cukup (55%)
Kepuasan	- (0%)	14 (70%)	5 (25%)	Cukup (70%)

IV.2.3. Analisis dan Evaluasi di Erasmus Huis

IV.2.3.1. RT dan Bahan Akustik di Erasmus Huis

RT dari gedung ini yaitu $RT_{500\text{Hz}} = 0,90$ detik. Kriteria RT untuk musik sesuai Gambar II-5 adalah dari 1,00 hingga 2,10 detik dalam bermacam jenis pertunjukan. Begitu pula kriteria untuk ruangan dengan volume 3.000 m^3 , RTnya adalah antara 1,2 hingga 1,5detik (Gambar II-6). RT Erasmus Huis (EH) ini memenuhi untuk jenis musik band pengiring “dance” yang menggunakan *sound system*.

Untuk mencapai kriteria RT yang sesuai dengan volume yaitu antara 1,2 hingga 1,5 detik, yang itu juga sesuai untuk pertunjukan musik komedi, konser semi klasik, orkestra kontemporer serta opera, maka diambil tahapan penataan (*treatment*) akustik sebagai berikut, yaitu :

1. Semua dinding absorpsi karpet seluas $46,90\text{m}^2$ diganti dengan difusor Reinforced Gypsum Piramid Type E-400 ($\alpha_{500 \text{ Hz}} = 0,10$) maka akan diperoleh $RT = 0,91$ detik yang berarti hal itu tidak berpengaruh untuk meningkatkan RT.

Karena belum ada pengaruh dan peningkatan RT dengan tahapan ini, maka dilakukan tahapan berikut yaitu:

2. Plafond kayulapis (*multiplex*) diganti dengan gipsum, dan didapat RT 1,03 detik. Ini belum memenuhi untuk kriteria sesuai volume dan untuk musik, namun cocok untuk musik pengiring tari dengan memakai *sound system*.

Untuk memenuhi kriteria RT sesuai dengan kriteria maka diambil tahapan berikut yakni:

- 3 Dengan menutup lantai seluas 436m^2 dengan parkit maka RT didapat 1,15 detik ini juga belum memenuhi kriteria 1,2 hingga 1,5 detik.

Atas alasan itu maka dilakukan tahapan berikut yaitu dengan:

- 4 Mengganti 100% plafond gipsum dengan kaca dan menggantikan layar panggung dengan tirai Fabric 10-oz ($\alpha_{500\text{Hz}} = 0,11$) dan menghilangkan seluruh gorden pintu, sehingga didapat $RT = 1,2$ detik yang sesuai untuk jenis pertunjukan teater kecil, musik komedian, operet, musik semi klasik dan koor.

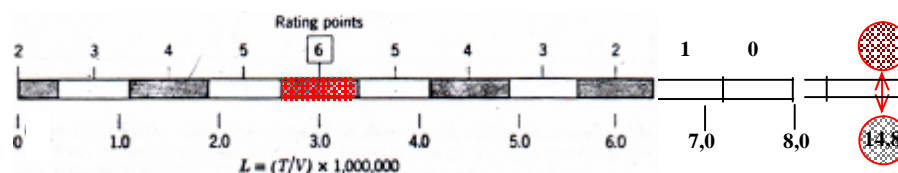
Sebagai hasil penataan bahan akustik di EH dapat dilihat pada Tabel IV-8 di halaman berikut ini.

Tabel IV-8. RT Hasil Penataan Akustik di Erasmus Huis

Bahan	V m ³	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
		α	S _{av}	α	S _{av}	α	S _{av}	α	S _{av}	α	S _{av}	α	S _{av}
Lantai Parkit belakang	162	0.04	6.48	0.04	6.48	0.07	11.34	0.06	9.72	0.06	9.72	0.07	11.34
Lantai Parkit	273.70	0.04	10.948	0.04	10.948	0.07	19.159	0.06	16.422	0.06	16.422	0.07	19.159
Dinding Difusor RPG type E-400	46.90	0.39	18.291	0.19	8.911	0.1	4.69	0.10	4.69	0.08	3.752	0.14	6.566
Plesteran pas. bata	274.20	0.01	2.742	0.02	5.484	0.02	5.484	0.03	8.226	0.04	10.968	0.05	13.71
Dinding Kayu	48	0.42	20.16	0.21	10.08	0.10	4.8	0.08	3.84	0.06	2.88	0.06	2.88
Plafond kaca	413.30	0.18	74.394	0.08	24.798	0.04	16.532	0.03	12.399	0.02	8.266	0.02	8.266
Kursi diduduki audiens	300	0.39	117	0.57	171	0.80	240	0.94	282	0.92	276	0.87	261
Pintu kayu	12	0.42	5.04	0.21	2.52	0.10	1.2	0.08	0.96	0.06	0.72	0.06	0.72
Kayu tangga	24.40	0.42	10.248	0.21	5.124	0.10	2.44	0.08	1.952	0.06	1.464	0.06	1.464
Kaca 6 mm	3.24	0.18	0.5832	0.08	0.1944	0.04	0.1296	0.03	0.0972	0.02	0.0648	0.02	0.0648
Gording pintu	12	0.05	0.6	0.10	1.2	0.15	1.8	0.20	2.4	0.25	3	0.30	3.6
Layar Panggung,	0.00	0.20	0	0.25	0	0.30	0	0.30	0	0.30	0	0.30	0
Total Sabins			266.486		246.7394		307.575		342.7062		333.257		328.77
RT			1.39		1.50		1.20		1.08		1.11		1.12

IV.2.3.2. Kekerasan Dengung (L) di Erasmus Huis

Dengan menggunakan perhitungan rumus Lothar Cremer seperti pada Gambar II-12. Dengan $RT_{500\text{Hz}} = 1,20$ detik, maka didapat $L = 14,8$. Seperti pada skala Cremer di Gambar IV-24, didapat *rating* kurang dari 2, ini berarti belum memenuhi kriteria yaitu pada *rating* 2 hingga 6.



Gambar IV-24. L. hasil Penataan pada Erasmus Huis

Pada saat diadakan pertunjukan duo piano, di posisi bagian paling belakang tepatnya di sebelah kanan ruang monitor, dikala piano diketuk pelan pada nada tinggi disaat akhir lagu maka disaat itu tidak terdengar dengung terutama disaat pedal tidak ditekan untuk meredam bunyinya. Itu adalah karena RT existingnya adalah 0,90 detik yang tidak mencapai rating 2 hingga 6, artinya kekerasan dengung kurang.

Melihat RT hasil penataan adalah 1,20 detik dengan *rating* juga dibawah kriteria, maka nilai RT yang lama belum menjamin kekerasan yang cukup *rating*nya.

Untuk mengatasinya ialah dengan memperbesar volume. Jika RT = 1,20 detik, L = 7,5 untuk mencapai *rating* 2, maka volumenya ialah 4.533 m³.

.Untuk mencapai kekerasan (L) yang ideal (*rating* tertinggi 6) di auditorium ini dengan mengacu pada skala dari Cremer maka diperlukan L = 2,6 hingga 3,4. Berdasarkan itu dengan volume *existing* 2.294 m³, RT yang harus dicapai di EH adalah 0,21 hingga 0,27 detik. RT tersebut diatas tidak memenuhi kriteria RT untuk musik yaitu antara 1,0 hingga 2,1 detik serta kriteria RT berdasarkan volume auditorium 3.000 m³ yakni antara 1,2 hingga 1,5 detik (Gambar II-6).

Kekerasan suatu auditorium tergantung pada besarnya volume. Karena walaupun RT sudah memenuhi kriteria, namun kekerasan belum memenuhi. Sebaliknya kekerasan memenuhi, tetapi RT tidak memenuhi, seperti pada kasus auditorium Erasmus Huis ini.

IV.2.3.3. Opini Audiens

Berdasarkan hasil dari pengisian lembaran kuisisioner yang dikembalikan yaitu sebanyak 20 (80%), didapat opini untuk tingkat kejernihan bunyi adalah “sangat jernih” sedangkan untuk tingkat kenyamanan, kejelasan serta kepuasan adalah “cukup”.

Pada penilaian tingkat kepuasan terhadap dengung ada 6 responden (30%) menyatakan sangat puas karena bunyi dengung terdengar jelas, sistem akustiknya sudah baik serta dapat menikmati bunyi asli musiknya.

Responden yang menyatakan cukup puas adalah sebanyak 13 orang (65%) dengan alasan bunyi keras maupun pelan terdengar jelas dan dapat dibedakan, bunyi jernih, tidak ada gema, dengungnya pas (cocok).

Bunyi pelan dari panggung umumnya dapat didengar jelas oleh 14 (70%) responden sedangkan mereka yang tidak mendengar (30%) karena suara dari penonton (*background noise*) dan juga karena posisi yang jauh dari panggung.

Usulan mereka untuk auditorium ini, ada yang mengatakan *excellent*, sudah baik sebanyak 3 (15%) responden. Yang menyatakan cukup baik ada 3 (15%) responden dengan usulan pada peningkatan system akustiknya.

Ada sebagian besar yang tidak mengusulkan apa-apa yaitu sebanyak 12 (60%) responden,

Menurut seorang pemain biola yang pernah main di panggung EH, mengatakan di EH ini ia merasa sangat nyaman dan nikmat dalam menggesek biola.

IV.2.3.4. Sistem Elektroakustik di Erasmus Huis

Sistem penguat suara di auditorium EH hanya menggunakan *loudspeaker* tambahan yang diletakkan pada sisi kiri dan kanan panggung. Sistem penguat suara ini hanya dipakai untuk alat musik elektrik seperti gitar listrik, juga penyanyi dan *anouncer*.

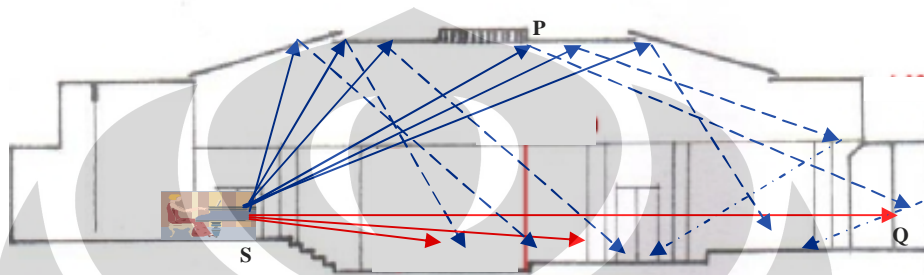
Auditorium EH ini tidak menggunakan sistem elektroakustik untuk konser musik maupun pertunjukan lainnya karena ukurannya yang memungkinkan bunyi dapat didengar dengan jelas dari segala posisi.

IV.2.3.5. Lintasan Bunyi di Erasmus Huis

Bunyi dari arah panggung yaitu bunyi langsung dan bunyi pantul akan diterima oleh audiens hampir bersamaan karena bunyi pantul dari plafond yang rendah (6,10 m) jarak lintasannya tidak berbeda jauh dengan lintasan bunyi langsung. Jika kita lihat lintasan terjauh S-Q ialah 21,25m, lintasan

bunyi pantulnya S-P-Q ialah 23,50m maka beda lintasan adalah 2,25m dengan ITDG (beda waktu tunda awal) 6,6 milidetik. RT yang diterima

Sedangkan pada posisi di depan pada posisi 12 m dari sumber bunyi di panggung selisih lintasan adalah 2,40 m, tidak terjadi gema. (Gambar IV-25).



Gambar IV-25. Lintasan Bunyi Pantul kearah Audiens

Lintasan bunyi di auditorium EH dapat dilihat juga pada Denah di Gambar IV-26 berikut.

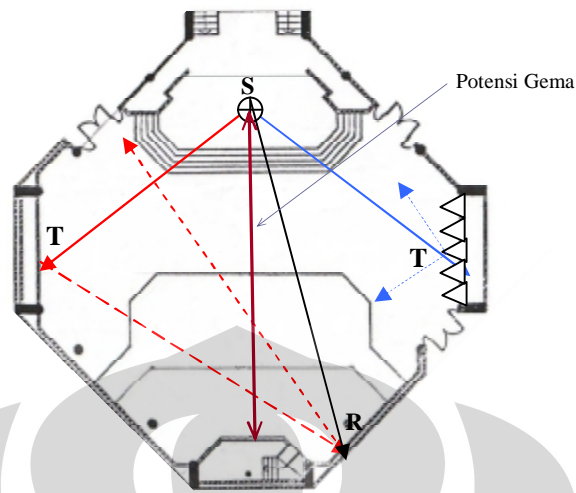
Bila dinding absorpsi seluas $46,90 \text{ m}^2$ di bidang T diganti dengan bahan pemantul maka akan terjadi gema di R (Gambar IV-26) yang diakibatkan oleh bunyi pantul lateral dari dinding tersebut yang mempunyai “initial time delay gap”(ITDG)²⁷ melebihi 16 milidetik (kriteria rating) atau beda jarak ini ditempuh bunyi pada jarak 5 m.

Jarak bunyi langsung dari S ke R adalah 21,25 m, panjang lintasan pantul S-T-R adalah 34,80m maka beda jarak tempuh (lintasan) bunyi ialah 13,55 m dengan waktu 39 milidetik. Ini berarti melebihi kriteria ratingnya.

Jadi dengan adanya bidang pantul pada T maka akan terjadi gema. Itulah sebabnya dinding *existing* di T dipasang bahan absorpsi berupa karpet.

Untuk meningkatkan RT, dengan kondisi dinding beton diplester sebagai pemantul, maka dinding T yang terdiri dari bahan karpet sebagai absorpsi diganti dengan bahan difusor untuk dapat memantulkan sekaligus memencarkan bunyi yang menunjang meningkatnya RT.

²⁷ Madan Mehta, Architectural Acoustics, hlm.267



Gambar IV-26. Pantulan Bunyi di EH

IV.2.4. Kesimpulan Desain Akustik di Erasmus Huis

Dengan pengaruh desain auditorium Erasmus Huis yang berbentuk oktagon, maka untuk mendapatkan RT yang sesuai perlu ditata kedua dinding samping yang sejajar (dari bahan karpet) dengan bahan difusor dan memaksimalkan bidang pemantul pada plafond dan lantai.

Auditorium ini menggunakan sistem elektroakustik untuk alat musik atau konser musik yang memerlukannya dan "pidato". Plafond dan dinding sebagai bidang pemantul lintasan-lintasan bunyi sudah baik sesuai kriteria dari *initial-time-delay-gap* (ITDG). Namun dinding ruang monitor yang menghadap panggung dapat menimbulkan gema karena dinding yang menghadap tegak lurus dengan sumber bunyi. Sebaiknya dinding ruang monitor dipasang miring, atau menggunakan bahan absorpsi atau juga difusor agar bunyi tidak memantul balik ke posisi sumber bunyi. (Gambar IV-26).

Dengan melihat RT existing dipenuhi audiens pada EH yaitu 0,90 detik yang belum memenuhi kriteria untuk konser musik (1,20 hingga 2,10 detik) dan sesuai dengan volumenya (1,20 hingga 1,50 detik), maka diperlukan penataan pada bidang elemen ruang terutama plafond dengan bahan yang mempunyai α rendah seperti kaca dan lantai ditutup dengan parkit, sehingga mencapai RT = 1,20 detik pada keadaan auditorium dipenuhi penonton.

IV.3. Gedung Kesenian Jakarta

Gedung yang sudah ada sejak masa penjajahan Belanda di Indonesia ini masih tetap eksis ditengah ramainya pembangunan auditorium sekarang ini. Walaupun gedung ini sudah direnovasi namun bentuk aslinya tetap dipertahankan. Auditorium ini akan dihitung RT nya dengan menggunakan rumus Sabine dan meminta opini penonton.

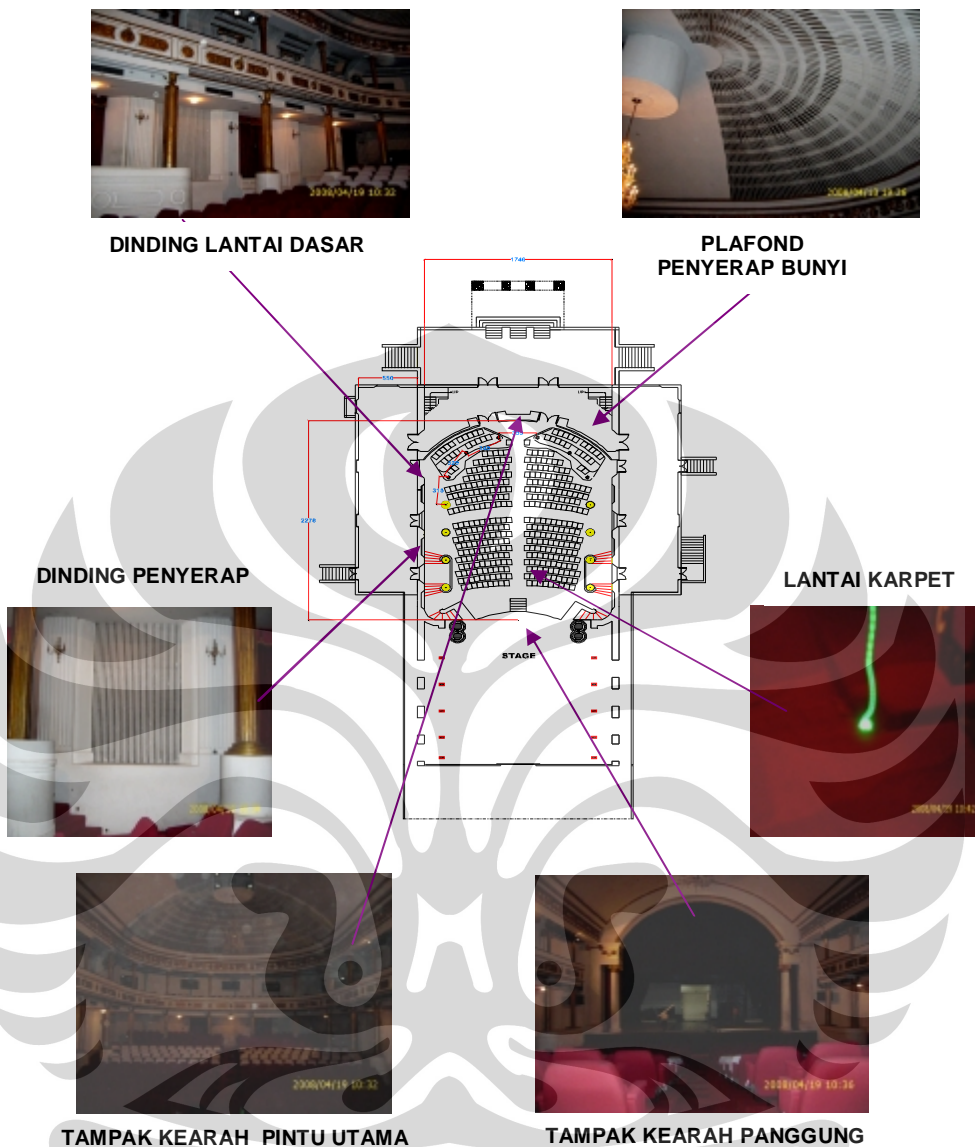


Gambar IV-27. Gedung Kesenian Jakarta (GKJ)

Data Gedung Kesenian Jakarta (GKJ) adalah sebagai berikut :

Kapasitas	:	472 orang (395 orang dilantai dasar, 77 orang di balkon lantai atas).
Panjang	:	37,00 m
Lebar	:	17,40 m
Tinggi plafond	:	10,50 m .
Isi (volume)	:	5.340 m ³
Bentuk denah	:	<i>Shoebox</i>

Plafond separuh *Dome* (kubah) dibagian belakang seluruhnya adalah bahan absorpsi yang berupa *glasswool* dengan penahan lis kayu 2 x 3 cm jarak 3 cm seperti pada gambar IV - 28 di halaman berikut ini.



Gambar IV-28. Pemakaian Bahan dan Interior di GKJ

Gedung Kesenian Jakarta ini hampir tak pernah lowong dengan acara, baik itu disiang hari maupun dimalam hari. Acara-acara yang diselenggarakan diwaktu siang hari ialah seminar, penataran dan pameran serta resepsi pernikahan. Sehingga untuk survei pengukuran di dalam auditorium harus menunggu waktu lowong yang cukup lama. Eksterior dan interior GKJ dengan gaya abad 19 ini masih eksis setelah dipugar seperti terlihat interiornya pada gambar IV-29 berikut ini .

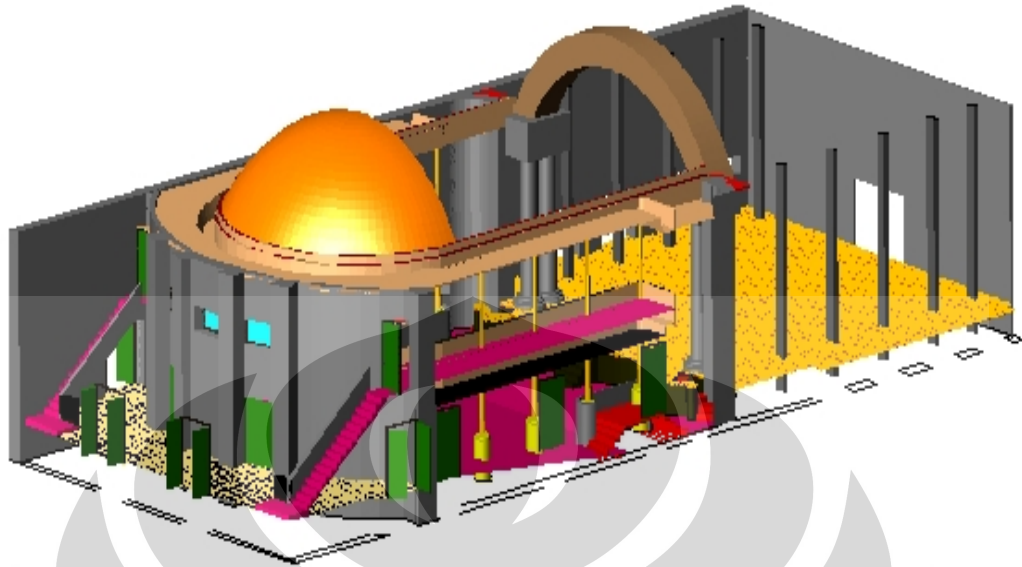


Gambar IV-29. Pintu Masuk Auditorium dilihat dari Balkon

Auditorium GKJ ini sangat baik dalam mencegah atau meredam *noise* dari lingkungan luar sekitarnya karena dikelilingi oleh ruang tunggu audiens di samping kiri dan kanan serta ruang *entrance* didepan pintu masuk utama sebagai *buffer*. Interior auditorium GKJ dapat dilihat seperti pada denah di Gambar IV-28 dan gambar dibawah.



Gambar IV-30. Tampak Interior GKJ dari arah Panggung



Gambar IV-31. Tampak Auditorium Dari Arah Depan Kanan

IV.3.1. Perhitungan RT dengan Rumus Sabine dan Loudness di GKJ

Perhitungan dengan rumus Sabine sesuai data pada pembahasan sebelumnya untuk auditorium GKJ ini didapat RT dalam enam frekwensi pada kondisi ruangan tak ada penonton seperti pada Tabel IV-9 dibawah ini.

Tabel IV-9. RT Existing Gedung Kesenian Jakarta tanpa Audiens

Material	Vol (m ³)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Lantai, Karpet	492.10	0.15	73.815	0.20	98.42	0.39	191.919	0.30	147.63	0.30	147.63	0.30	147.63	0.30	147.63
Lantai, panggung kayu	273.70	0.42	114.954	0.21	57.477	0.10	27.37	0.08	21.896	0.08	16.422	0.08	16.422	0.08	16.422
Dinding, plafond berpori	246.80	0.69	146.812	0.51	125.868	0.63	130.804	0.73	180.164	0.88	217.184	0.74	182.632	0.74	182.632
Dinding plesteran	249.30	0.01	2.493	0.02	4.986	0.02	4.986	0.03	7.479	0.04	9.972	0.05	12.465	0.05	12.465
Dinding Beton difusor	40.40	0.05	2.02	0.10	4.04	0.20	8.08	0.55	22.22	0.60	24.24	0.55	22.22	0.55	22.22
Plafond Kayulapis	235.10	0.28	65.828	0.22	51.722	0.17	39.967	0.09	21.159	0.10	23.51	0.11	25.861	0.11	25.861
Kursi upholstered	472.00	0.44	207.68	0.54	254.88	0.60	283.2	0.62	292.64	0.58	273.76	0.50	236	0.50	236
Pintu kayu	36.00	0.42	15.12	0.21	7.56	0.10	3.6	0.08	2.88	0.08	2.16	0.08	2.16	0.08	2.16
Kayu tangga	6.00	0.42	2.52	0.21	1.26	0.10	0.6	0.08	0.48	0.08	0.36	0.08	0.36	0.08	0.36
Kaca 6 mm	4.90	0.16	0.882	0.08	0.294	0.04	0.196	0.03	0.147	0.02	0.098	0.02	0.098	0.02	0.098
Layar Panggung	84.00	0.20	16.8	0.25	21	0.30	25.2	0.30	25.2	0.30	25.2	0.30	25.2	0.30	25.2
Total Sabins			647.724		627.507		715.922		721.895		740.536		671.048		671.048
RT			1.33		1.37		1.20		1.19		1.16		1.28		1.28

Jika seluruh 472 kursi dipenuhi dengan audiens maka didapat $RT_{500Hz} = 1,06$ detik seperti pada Tabel IV-10 dibawah ini.

Tabel IV-10. RT Existing GKJ dipenuhi Audiens

Lantai, Karpet	492.10	0.15	73.815	0.20	98.42	0.39	191.919	0.30	147.63	0.30	147.63	0.30	147.63
Lantai, panggung kayu	273.70	0.42	114.954	0.21	57.477	0.10	27.37	0.08	21.896	0.06	16.422	0.06	16.422
Dinding, plafond berpori	246.80	0.59	146.612	0.51	125.868	0.53	130.804	0.73	180.164	0.88	217.184	0.74	182.632
Dinding plesteran	249.30	0.01	2.493	0.02	4.986	0.02	4.986	0.03	7.479	0.04	9.972	0.05	12.465
Dinding Beton difusor	40.40	0.05	2.02	0.10	4.04	0.20	8.08	0.55	22.22	0.60	24.24	0.55	22.22
Plafond Kayulapis	235.10	0.28	65.828	0.22	51.722	0.17	39.967	0.09	21.159	0.10	23.51	0.11	25.861
Kursi upholstered+audiens	472.00	0.39	184.08	0.57	269.04	0.80	377.6	0.94	443.68	0.92	434.24	0.87	410.64
Pintu kayu	36.00	0.42	15.12	0.21	7.56	0.10	3.6	0.08	2.88	0.06	2.16	0.06	2.16
Kayu tangga	6.00	0.42	2.52	0.21	1.26	0.10	0.6	0.08	0.48	0.06	0.36	0.06	0.36
Kaca 6 mm	4.90	0.18	0.882	0.06	0.294	0.04	0.196	0.03	0.147	0.02	0.098	0.02	0.088
Layar Panggung	84.00	0.20	16.8	0.25	21	0.30	25.2	0.30	25.2	0.30	25.2	0.30	25.2
Total Sabins			624.124		641.667		810.322		872.935		901.016		946.688
RT			1.38		1.34		1.06		0.98		0.95		1.02

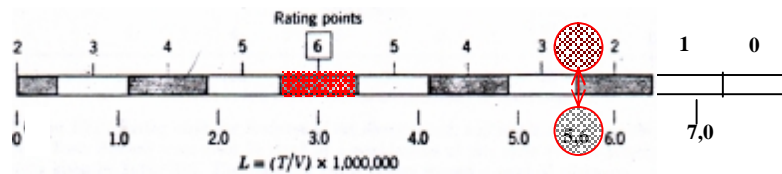
$RT_{500Hz} = 1,06$ detik, RT untuk musik sesuai kriteria adalah 1,0 detik hingga 1,2 untuk musik ringan, (gambar II-5). RT untuk auditorium berbagai jenis konser musik yaitu 1,5 – 2,1 detik.²⁸ Kriteria RT yang sesuai dengan volume ruangan 5.000 m^3 adalah antara 1,31 hingga 1,68 detik (Gambar II-6).

RT hasil dari perhitungan dengan rumus Sabine ialah 1,06 detik. Dengan melihat pada kriteria RT untuk musik ini sudah memenuhi 1,0 detik yaitu untuk band pengiring "dance" dengan *sound system*.

Setelah didapat RT di auditorium ini maka kekerasannya juga perlu diketahui ratingnya.

Kekerasan dengung juga perlu diketahui untuk kenyamanan. Untuk GKJ dengan menggunakan perhitungan rumus Lothar Cremer tersebut, berdasarkan pada $RT = 1,06$ detik didapat $L_{500Hz} = 5,6$ sesuai skema yang dibuat Cremer maka didapat rating 2 mendekati 3, ini berarti RT untuk auditorium ini sudah sesuai kriteria yaitu pada rating 2 hingga 6.

²⁸ Finarya Legoh, NYALA NIRMANA, Estetika Bunyi pada Akustik Auditorium, hlm.154.



Gambar IV-32. L. (Kekerasan Dengung) pada GKJ

IV.3.2. Opini Audiens di GKJ

Acara yang dilaksanakan di GKJ ialah oleh Susvara Opera Company dan Immanuel Church Choir (Gambar IV-33) dengan judul Opera Cantata 7 last words of Christ pada hari Minggu 13 April 2008 mulai dari jam 19.30 – selesai yang disutradarai oleh Henky Solaiman telah diteliti dengan memberi kuisioner sebanyak 20 lembar kepada para responden dan dikembalikan sebanyak 10 lembar.



Gambar IV-33. Immanuel Church Choir

Sumber bunyi dari panggung ialah bunyi orisinil tanpa menggunakan penguat suara dari paduan suara, penyanyi solo, dialog, piano serta elektone.

Hasil pendapat melalui kuisioner yang telah diisi oleh para responden dapat dilihat pada Tabel IV-11 di halaman berikut ini

Tabel IV-11. Hasil Kuisioner di Gedung Kesenian Jakarta

Penilaian Dengung	Kurang	Cukup	Lama / Baik	Opini Rata-rata
Kenyamanan	2 (20%)	7 (70%)	1 (10%)	Cukup (70%)
Kejernihan	3 (30%)	5 (50%)	2 (20%)	Cukup (50%)
Kejelasan	1 (10%)	4 (40%)	4 (40%)	Cukup dan baik (40%)
Kepuasan	1 (10%)	8 (80%)	1 (10%)	Cukup (80%)

IV.3.3. Analisis dan Evaluasi di GKJ

IV.3.3.1. RT dan Bahan Akustik Gedung Kesenian Jakarta

RT hasil dari perhitungan dengan rumus Sabine pada auditorium dalam keadaan kosong ialah 1,20 detik. Ini sudah memenuhi RT kriteria untuk musik, yaitu untuk orkestra, band pengiring "dance", musik komedi, sinema serta konferensi .

RT untuk musik sesuai kriteria adalah 1,2 hingga 2,1 detik (Gambar II-5). RT untuk auditorium berbagai jenis konser musik yaitu 1,5 hingga 2,1 detik.²⁹ Kriteria RT yang sesuai dengan volume ruangan sebesar 5.000 m³ adalah antara 1,31 hingga 1,68 detik (Gambar II-6).

Perhitungan RT di GKJ jika dipenuhi dengan 472 orang audiens maka RT menjadi 1,06 detik yang juga tidak memenuhi kriteria sesuai volume. Ini berarti bidang absorpsi pada elemen ruang yang harus dikurangi.

Untuk mencapai RT yang sesuai dengan *standard performance* maka diambil *treatment* yaitu :

²⁹ Finarya Legoh, NYALA NIRMANA, Estetika Bunyi pada Akustik Auditorium, hlm.154.

1. Untuk mendapatkan RT yang sesuai dengan kriteria seperti ini, 235,10m² plafond *multiplex* diganti dengan gipsum dan seluruh 246,80m² bahan absorpsi di dinding dan plafond diganti dengan difusor GPR type E-400 sehingga didapat RT 1,27 detik pada kondisi penuh dengan audiens.

Nilai RT 1,27 detik ini belum memenuhi kriteria RT sesuai dengan volumenya.

Untuk mencapai nilai RT yang sesuai maka diambil tahapan *treatment* berikut:

2. Seluruh 492,10m² lantai karpet diganti dengan parkit, sehingga didapat RT_{500Hz} = 1,66 detik pada kondisi dipenuhi oleh 472 audiens, seperti dilihat pada Tabel IV-12 dibawah ini.

Tabel IV-12. RT Hasil Penataan Akustik di GKJ

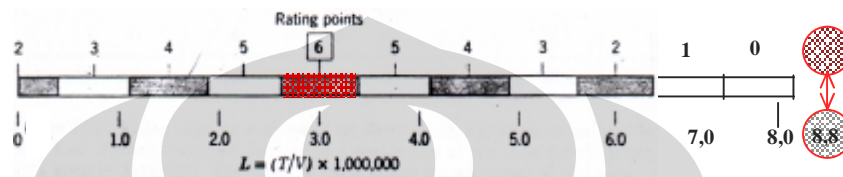
Lantai Parkit	492.10	0.04	19.684	0.04	19.684	0.07	34.447	0.06	29.526	0.06	29.526	0.07	34.447
Lantai, panggung kayu	273.70	0.42	114.954	0.21	57.477	0.10	27.37	0.08	21.896	0.06	16.422	0.06	16.422
Dinding, Difusor RPG Type E-400	246.80	0.39	96.25	0.19	46.89	0.10	24.68	0.10	24.68	0.08	19.74	0.14	34.55
Dinding plesteran	249.30	0.01	2.493	0.02	4.986	0.02	4.986	0.03	7.479	0.04	9.972	0.05	12.465
Dinding Beton difusor	40.40	0.05	2.02	0.10	4.04	0.20	8.08	0.55	22.22	0.60	24.24	0.55	22.22
Plafond Gypsum	235.10	0.29	68.179	0.1	23.51	0.05	11.755	0.04	9.404	0.07	16.457	0.09	21.159
Kursi upholstere d + audiens	472.00	0.39	184.08	0.57	269.04	0.80	377.6	0.94	443.68	0.92	434.24	0.87	410.64
Pintu kayu	36.00	0.42	15.12	0.21	7.56	0.10	3.6	0.08	2.88	0.06	2.16	0.06	2.16
Kayu tangga	6.00	0.42	2.52	0.21	1.26	0.10	0.6	0.08	0.48	0.06	0.36	0.06	0.36
Kaca 6 mm	4.90	0.18	0.882	0.06	0.294	0.04	0.196	0.03	0.147	0.02	0.098	0.02	0.098
Layar Panggung	84.00	0.20	16.8	0.25	21	0.30	25.2	0.30	25.2	0.30	25.2	0.30	25.2
Total Sabins			522.984		465.743		518.514		587.592		578.419		579.723
RT			1.64		1.89		1.66		1.46		1.49		1.48

RT 1,66 detik hasil penataan ini masih perlu ditinjau dengan L pada *rating* yang memenuhi kriteria.

IV.3.3.2. Kekerasan Dengung (L) di GKJ

RT existing di GKJ jika dipenuhi audiens ialah 1,06 detik ini belum memenuhi kriteria sebagai auditorium untuk konser musik serta jika ditinjau dari volumenya yaitu antara 1,3 hingga 1,7 detik..

Setelah diadakan penataan akustik, kita dapatkan $RT = 1,66$ detik dalam kondisi dipenuhi audiens. Dengan menggunakan rumus II-2 didapatkan $L = 8,80$ dengan *rating* dibawah 2. Ini berarti RT sudah memenuhi kriteria untuk musik dan volume namun kekerasannya masih kurang, dengan kata lain RT sudah baik tetapi tidak cukup keras didengar.



Gambar IV-34. L (Kekerasan Dengung) hasil Penataan pada GKJ

Untuk mencapai kekerasan (L) yang ideal di auditorium ini dengan mengacu pada rumus dari Cremer maka minimal diperlukan $L = 1,9$ hingga $4,1$ pada *rating* 5 dan 6. Berdasarkan itu, RT yang harus dicapai di GKJ adalah $0,40$ hingga $0,80$ detik. Kedua RT tersebut tidak memenuhi kriteria RT untuk musik ringan yaitu antara $1,0$ hingga $2,1$ detik serta kriteria RT berdasarkan volume auditorium 5.000 m^3 yakni antara $1,31$ hingga $1,68$ detik (Gambar II-6).

Karena *rating* belum memenuhi kriteria skala Cremer dengan $RT = 1,66$ detik yang masih tinggi bahkan mendekati kriteria volume maksimum $1,68$ detik, maka perlu ditata lagi untuk mendapatkan *rating* L yang sesuai kriteria juga memenuhi kriteria RT sesuai volume minimum yaitu $1,31$ detik.

Jika diambil kriteria RT minimum sesuai dengan volumenya 5.340 m^3 yaitu $1,31$ detik, maka L yang didapat ialah $6,95$ dengan *rating* "1", lebih rendah dari kriteria *rating* kekerasannya yaitu antara *rating* 2 hingga 6.

Untuk mencapai kekerasannya dengan nilai RT minimum yang sesuai dengan volume yaitu $RT = 1,31$ detik, maka diambil langkah *treatment* kedua dengan meninjau pada *treatment* pertama dengan lantai seluruhnya dari karpet yaitu :

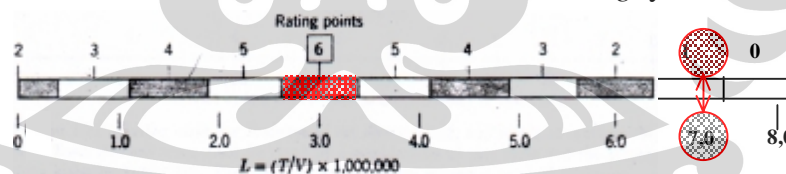
- o Mengganti 115 m^2 lantai karpet di depan dengan lantai kayu ($\alpha_{500\text{Hz}} = 0,10$) sehingga didapat $RT = 1,32$ detik, seperti pada Tabel IV-13 dibawah

Tabel IV-13. RT Hasil Penataan Kedua di GKJ

Bahan	f	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1 kHz		2 kHz		4 kHz	
		a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa
Lantai, Karpet	407.10	0.15	61.065	0.20	81.42	0.39	158.769	0.30	122.13	0.30	122.13	0.30	122.13
Lantai, panggung kayu	358.70	0.42	150.654	0.21	75.327	0.10	35.87	0.08	28.696	0.06	21.522	0.06	21.522
Dinding, plafond Difusor	246.80	0.39	96.252	0.19	46.892	0.1	24.68	0.1	24.68	0.08	19.744	0.14	34.552
Dinding plesteran	249.30	0.01	2.493	0.02	4.986	0.02	4.986	0.03	7.479	0.04	9.972	0.05	12.465
Dinding Beton difusor	40.40	0.05	2.02	0.10	4.04	0.20	8.08	0.55	22.22	0.60	24.24	0.55	22.22
Plafond Gypsum	235.10	0.29	68.179	0.1	23.51	0.05	11.755	0.04	9.404	0.07	16.467	0.09	21.159
Kursi upholstered	472.00	0.44	207.68	0.54	254.88	0.80	377.6	0.62	292.64	0.58	273.76	0.50	236
Pintu kayu	36.00	0.42	15.12	0.21	7.56	0.10	3.6	0.08	2.88	0.06	2.16	0.06	2.16
Kayu tangga	6.00	0.42	2.52	0.21	1.26	0.10	0.6	0.08	0.48	0.06	0.36	0.06	0.36
Kaca 6 mm	4.90	0.18	0.882	0.06	0.294	0.04	0.196	0.03	0.147	0.02	0.098	0.02	0.098
Layar Panggung	84.00	0.20	16.8	0.25	21	0.30	25.2	0.30	25.2	0.30	25.2	0.30	25.2
Total Sabine			623.665		521.169		651.336		635.966		515.643		497.866
RT			1.38		1.65		1.32		1.60		1.67		1.73

$RT_{500Hz} = 1,32$ detik ini sudah memenuhi kriteria untuk konser musik dan sesuai kriteria volumenya.

Setelah diadakan penataan akustik kedua, kita dapatkan RT yang memenuhi kriteria. Dengan menggunakan rumus II-2 (Cremer) didapatkan $L = 7,00$ dengan rating "1". Ini berarti RT masih memenuhi kriteria musik dan volume namun kekerasan tidak memenuhi kriteria *ratingnya*.



Gambar IV-35. L hasil Penataan Kedua pada GKJ.

IV.3.3.3. Opini Audiens

Menurut mereka tingkat kenyamanan RT, kejernihan, kejelasan serta kepuasan adalah "cukup". Pada tingkat kejelasan juga dinilai baik oleh sebanyak 4 (40%) responden.

Kepuasan menurut 1 orang (10%) responden adalah sangat puas dengan alasan tidak berlebihan, 3 (30%) orang responden yang menilai cukup dengan alasan kurang gema, perlu ditingkatkan oleh 3 (30%) orang responden, sisanya 5 (50%) orang responden tidak memberi alasan dan

memberi alasan yang tidak relevan. Sedangkan yang tidak puas adalah 1 (10%) responden dengan alasan penataan *sound system* bagi MC terlalu keras.

Bunyi pelan dari panggung dapat didengar oleh 6 (60%) orang responden pada posisi depan, tengah dan belakang pada lantai dasar serta di balkon bagian belakang dan samping. Yang lain 40% responden tidak menjawab.

Usulan mereka beragam seperti; agar nomor kursi dibuat lebih jelas untuk dicari, sudah bagus, tidak perlu menggunakan *sound system* buat penyanyi dan piano, lebih ditingkatkan lagi oleh 5 (50%) orang responden, 50% responden tidak mengisi kuisioner termasuk menjawab tetapi tidak relevan.

IV.3.3.4. Sistem Elektroakustik di GKJ

Auditorium ini memakai sistem *electroacoustics* dengan memasang Loudspeaker gantung ukuran kecil sebanyak 4 (empat) buah saja masing-masing dua buah di dinding sisi kiri dan dua buah di dinding sisi kanan panggung. Dua *loudspeaker* lainnya ialah yang sudah disebut sebelumnya, yaitu terdapat di sudut bagian belakang auditorium lantai atas.

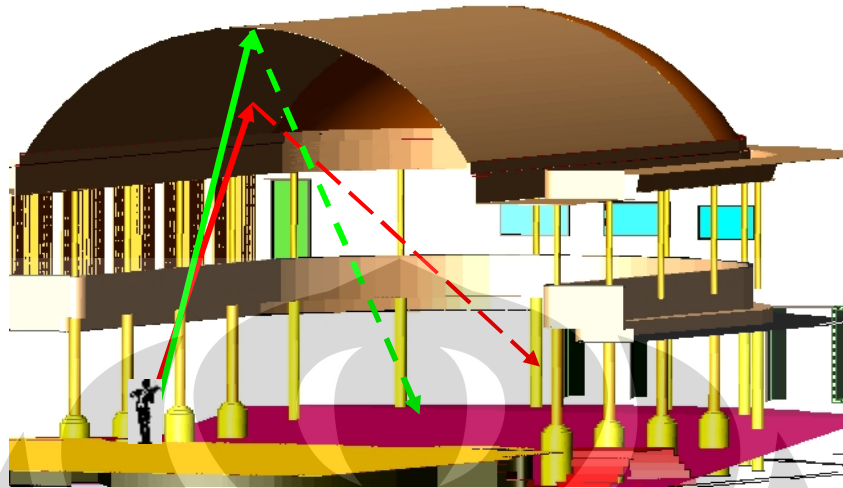
Bunyi yang dihasilkan oleh penataan loudspeaker ini hanya untuk kepentingan *master ceremony* (MC) dan alat musik elektronik. Bunyi dari pertunjukan di panggung tidak memerlukan sistem penguat suara karena sistem akustik di GKJ sudah baik.

Adanya *loudspeaker* yang dipasang di kedua sisi belakang balkon menandakan adanya pelemahan bunyi disitu. Untuk mengatasinya ialah perlu memasang difusor dilokasi tersebut, seperti diuraikan pada tahap treatment sebelumnya agar supaya pancaran bunyi menjangkau lokasi tersebut.

IV.3.3.5. Lintasan Bunyi di GKJ

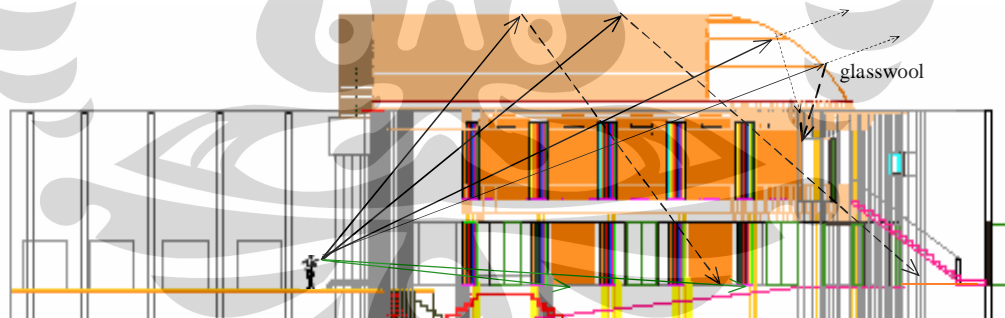
Plafond berbentuk *vault* menimbulkan bunyi fokus juga kurang memberi dampak yang baik bagi pemantulan bunyi dari panggung ke arah audiens di bagian tengah dan belakang karena pantulan bunyi dari bidang lengkung tidak mengarah ke audiens tetapi mengarah kesamping seperti pada

Gambar IV-36 dibawah ini.



Gambar IV-36. Pantulan Bunyi di Plafond Lengkung (Vault)

Lintasan bunyi langsung dan bunyi pantul yang menciptakan RT yang diterima audiens. Pada dinding dan plafond lengkung dipasang bahan penyerap dari *glasswool* yang ditahan dengan lis kayu untuk mencegah terjadinya bunyi fokus, lihat gambar berikut ini.



Gambar IV-37. Lintasan Bunyi di GKJ

Dengan tinggi 10,50 m plafond *multiplex* sebagai pemantul akan menyebabkan beda lintasan bunyi langsung dan bunyi pantulan di posisi 25 m paling belakang auditorium adalah 7,50 m lebih kurang dari kriteria 8,4 m. Sedangkan pada posisi di depan pada posisi 15 m dari sumber bunyi di panggung, selisih lintasan adalah 8 m, tidak terjadi gema berarti tinggi plafond sudah sesuai untuk pemantulan bunyi yang menciptakan RT.

Konser musik di GKJ yang ditonton baik itu oleh Macao Orchestra maupun Susvara Opera Company dilakukan pada posisi yang berpindah-pindah. Mulanya di balkon bagian tengah, ke depan, ke belakang kiri, ke tengah kemudian turun ke lantai dasar di posisi belakang tengah, kanan dan sisi kiri auditorium. Di saat itu *Sound Level Meter* mencatat bunyi di bagian belakang kiri sebesar 76,4 dBA, itu tidak sama dengan di yang dibaca di bagian tengah lantai dasar yakni sebesar 83,3 dBA.

Bunyi piano, orgel pemain terasa lebih baik dengungnya walaupun itu diketuk dengan pelan. Begitu pula nyanyian paduan suara dan penyanyi solo yang jelas didengar pada posisi paling belakang. Demikian juga pada Macao Orchestra pimpinan Avip Priatna yang beranggotakan 70 pemain musik dari Macao China, bunyi lagu yang dimainkan sangat jelas dan berdengung. Pada umumnya RT di Gedung Kesenian Jakarta sudah baik tinggal ditingkatkan lagi jika menghendaki RT yang lebih lama sesuai kriteria musik dan volume.

IV.3.4. Kesimpulan Desain Akustik di GKJ

Melihat pada RT *existing* yaitu $RT = 1,06$ detik dengan rating kekerasan 3, juga pada hasil penataan dengan $RT = 1,32$ detik dengan rating kekerasan 1, maka disimpulkan bahwa RT yang semakin besar nilainya (d disesuaikan dengan kriteria volume) akan menurunkan rating kekerasannya.

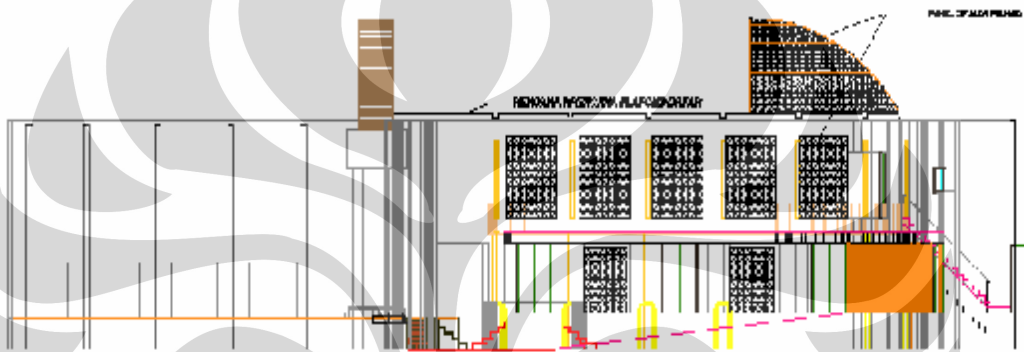
Untuk kasus ini perlu ditinjau untuk menentukan RT yang sesuai dengan kriteria konser musik di GKJ, yaitu $RT = 1,20$ detik agar supaya dapat memenuhi kriteria kekerasannya dengan *rating* 2 namun itu tidak memenuhi kriteria volume yaitu antara 1.31 hingga 1,68 detik.

Loudspeaker sebagai sistem elektroakustik yang dipasang sebaiknya dihilangkan karena dengan penataan kembali sistem akustiknya, bunyi akan terpecah oleh difusor.

Dengan melihat RT *existing* pada GKJ yaitu 1,06 detik dalam kondisi seluruh kursi dipenuhi penonton yang itu belum memenuhi kriteria untuk konser musik (1,20 hingga 2,1 detik) dan sesuai dengan volumenya, maka diperlukan penataan pada bidang elemen ruang terutama plafond diganti

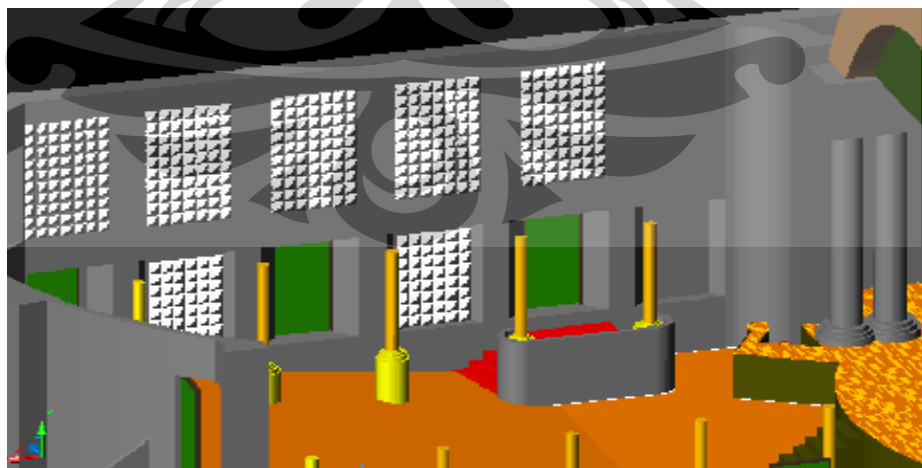
dengan gipsum, dan seluruh bidang absorpsi diganti dengan bahan difusor RPG Type E-400, lantai didepan dari karpet diganti dengan kayu sehingga mencapai $RT = 1,32$ detik yang memenuhi kriteria auditorium untuk konser musik serta sesuai dengan volumenya.

Sebagai usulan, bentuk plafond *vault* sebaiknya dibuat datar atau memasang plafond gantung (*suspended panels*), atau juga bahannya yang berupa kayulapis diganti dengan difusor agar dapat diperoleh hasil pemantulan bunyi yang lebih baik sekaligus untuk meningkatkan nilai RT.



Gambar IV-38. Penempatan Bahan Difusor Piramid dan Plafond Datar di GKJ

Bahan absorpsi pada dinding dan plafond setengah kubah dengan bahan difusor piramid yang memencarkan bunyi akan menambah pantulan bunyi untuk meningkatkan nilai RT di GKJ menjadi lebih lama.



Gambar IV-39. Lantai Kayu dan Dinding Difusor Piramid di GKJ

IV.4. Teater Kecil Taman Ismail Marzuki (TKTIM)

Teater ini sering dipakai untuk berbagai jenis pertunjukan baik itu konser musik, drama, ceramah maupun pagelaran tarian tradisional dan modern.

Auditorium ini akan diukur RTnya menurut rumus Sabine, meminta opini audiens, selain itu dibuat simulasi komputernya dengan menggunakan program CATT (*Computer Aided Theatre Technique*) versi 7.2 di Laboratorium Akustik Departemen Teknik Fisika ITB, serta akan diukur RTnya secara nyata di lokasi (*on-site*) dengan memakai peralatan dan tenaga dari Laboratorium Akustik Pusat Penelitian Fisika LIPI Serpong.

Data hasil survei di Teater Kecil TIM, didapat data sebagai berikut :

- Kapasitas : 242 kursi yang terdiri dari 188 kursi di lantai dasar, 54 kursi di lantai 1 (atas/balkon)
- Panjang : 16,00 m (tidak termasuk panjang panggung 9m)
- Lebar : 14,80 m
- Tinggi plafond : 10,50 m
- Isi (volume) : 2.790 m³
- Bentuk denah : Kotak sepatu (*shoebox*)
- Balkon : 2 (dua) lantai yaitu di lantai dasar dan lantai 1
- Ruang Monitor : Terletak di lantai 2 .

Untuk lebih jelasnya mengenai Teater Kecil TIM ini dapat dilihat pada gambar berikut ini .



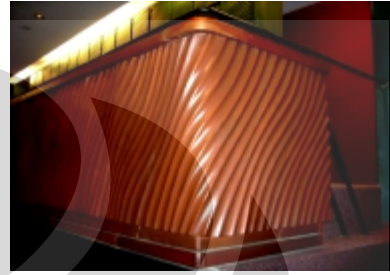
Gambar IV-40. Theater Taman Ismail Marzuki Cikini, Jakarta

Auditorium TKTIM mempunyai 3(tiga) lantai, yang dimanfaatkan untuk balkon adalah lantai dasar dan lantai 1, seperti dilihat pada gambar IV-41 dibawah ini.

Dinding bagian luar balkon semuanya dibuat dari bahan kayu bergelombang sebagai difusor seperti pada gambar IV-42 berikut ini.



Gambar IV-41. Tampak dari Panggung



Gambar IV-42. Difusor Kayu

Dinding di bagian belakang kursi pada balkon dipasang panil ukuran 41 x 41 cm yang bercelah 30% dari luas panel, dengan bahan absorpsi *glasswool* di bagian belakangnya. Panel ini juga adalah sebagai difusor seperti dilihat pada gambar IV-43 dibawah. Bagian dinding lainnya ditutup dengan karpet tipis sebagai permukaan luarnya yang itu dipasang melapisi kayulapis dengan *glasswool* dibagian belakangnya, semuanya itu menempel di kedua sisi permukaan pasangan bata $\frac{1}{2}$ batu yang terletak ditengah (bagian dalam).

Lantai 2 (dua) auditorium yang paling atas di fungsikan sebagai tempat memonitor juga sebagai tempat pemasangan jaringan *service engineering* seperti jaringan instalasi listrik, pipa *ducting*, lantai plat baja perforasi yang semuanya itu dipasang menutupi sebagian besar *void* di lantai ini (Gambar IV-44).

Dinding lantai 2 terdiri dari tembok bata yang diplester dan seluruhnya dilapisi dengan gipsium perforasi..



Gambar IV-43. Panel Difusor Kayu 41 x 41 cm.

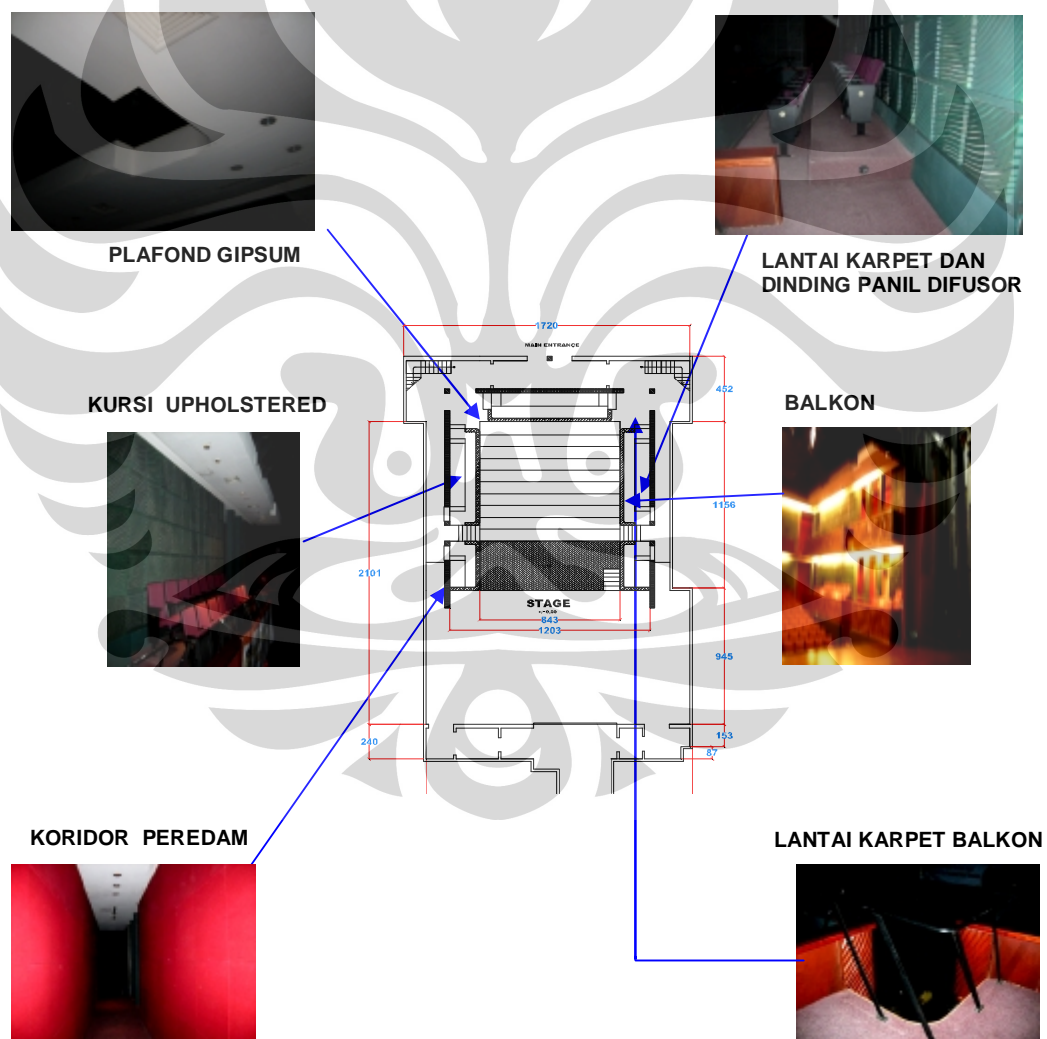


Gambar IV-44. Tampak ke arah sudut Auditorium

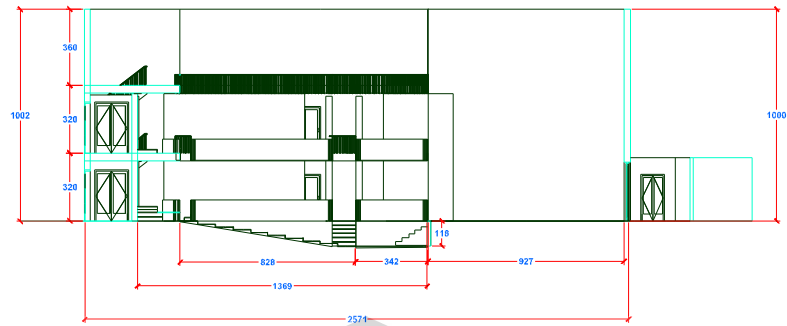
Pemakaian bahan akustik di auditorium ini dapat dilihat pada Gambar IV-45. Lantai dasar dan lantai 1 (balkon) seluruhnya ditutup dengan bahan karpet yang dilapisi *foam* pada bagian bawahnya.

Lantai dasar untuk audiens kecuali balkonnya berupa lantai *adjustable* dengan sistem hidrolik. Oleh sebab itu lantai bisa disetel bertrap atau datar yang disesuaikan dengan kebutuhan acara.

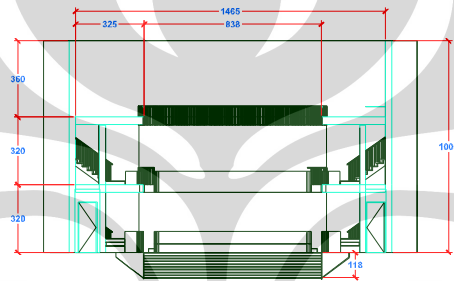
Plafond dibawah balkon lantai 1 dan 2 ditutupi dengan bahan gipsum, sedangkan plafond paling atas (lantai 3) adalah dari beton yang diplester.



Gambar IV-45. Pemakaian Bahan Akustik di Auditorium TKTIM



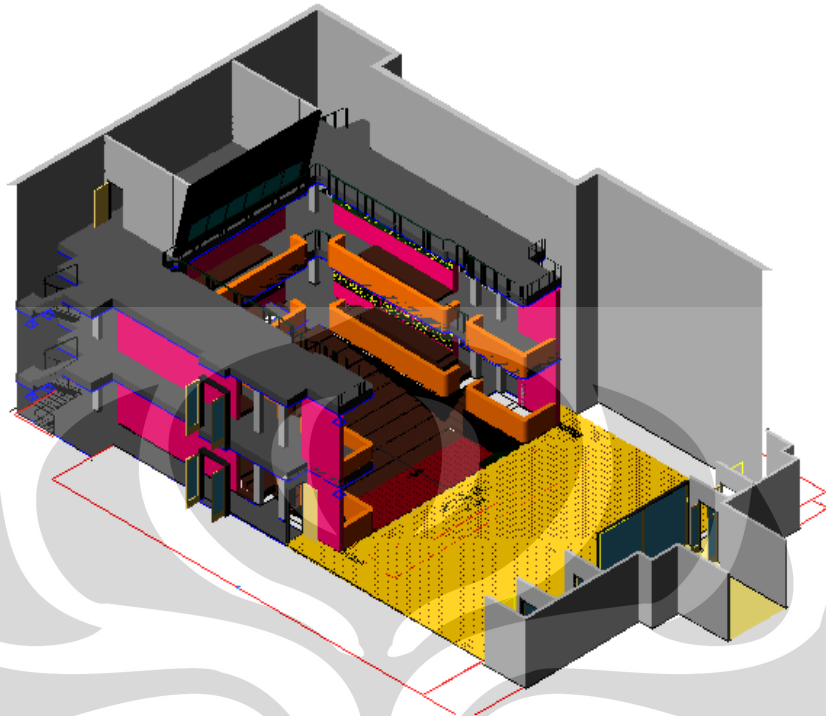
Gambar IV-46. Potongan Memanjang Teater Kecil TIM



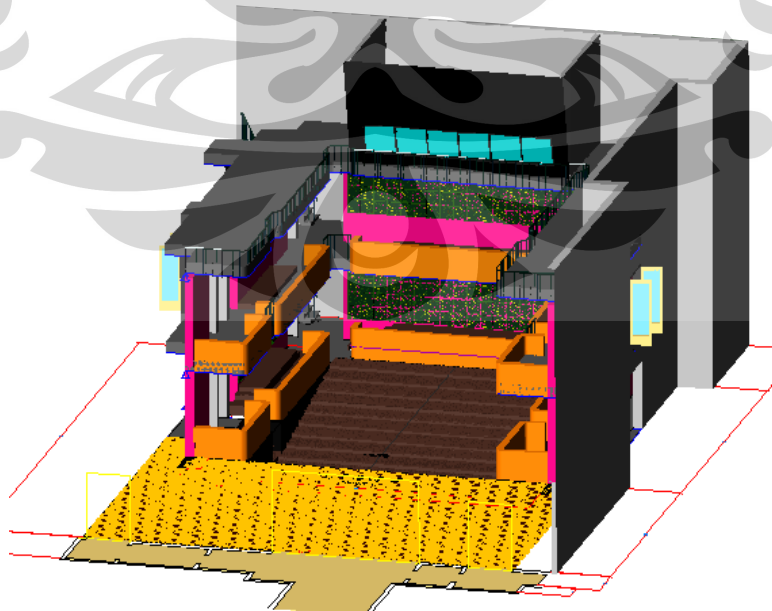
Gambar IV-47. Potongan Melintang Teater Kecil TIM



Gambar IV-48. Tampak Eksterior Teater TIM. Cikini Jakarta



Gambar IV-49. Tampak dari Kiri Panggung



Gambar IV-50. Tampak dari Kanan Panggung

IV.4.1. Perhitungan RT dengan Rumus Sabine dan Loudness di TKTIM

Perhitungan RT berdasarkan pada berbagai jenis bahan yang ada didapat nilai RT dengan menggunakan rumus Sabine pada auditorium Teater Kecil TIM ini adalah $RT_{500\text{Hz}} = 0,98$ detik pada kondisi ruangan tanpa audiens, seperti kita lihat pada Tabel IV-14 dibawah ini.

Tabel IV-14. RT Existing di Teater Kecil TIM

Bahan	S	125 Hz	160 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz					
Lantai Karpet	231.40	0.08	18.51	0.27	62.46	0.39	90.25	0.34	78.68	0.48	111.07	0.63	145.78
Lantai Parkit	169.32	0.04	6.77	0.04	6.77	0.07	11.85	0.06	10.16	0.06	10.16	0.07	11.85
Lantai Beton diplester	77.30	0.01	0.77	0.02	1.55	0.02	1.55	0.03	2.32	0.04	3.09	0.05	3.87
Dinding plesteran pas. Bata	225.35	0.01	2.25	0.02	4.51	0.02	4.51	0.03	6.76	0.04	9.01	0.05	11.27
Dinding Kayu	44.80	0.42	18.82	0.21	9.41	0.10	4.48	0.08	3.58	0.06	2.69	0.06	2.69
Dinding Panil Difusor	103.90	0.40	41.56	0.90	93.51	0.70	72.73	0.60	62.34	0.40	41.56	0.30	31.17
Dinding Difusor Balkon	76.80	0.05	3.84	0.10	7.68	0.20	15.36	0.55	42.24	0.60	46.08	0.55	42.24
Plafond Gypsum	154.60	0.29	44.83	0.10	15.46	0.05	7.73	0.04	6.18	0.07	10.82	0.09	13.91
Plafond Beton	231.60	0.01	2.32	0.01	2.32	0.02	4.63	0.02	4.63	0.02	4.63	0.02	4.63
Kursi Upholstered	242.00	0.44	106.48	0.54	130.68	0.60	145.20	0.62	150.04	0.58	140.36	0.50	121.00
Pintu Kayu	39.10	0.42	16.42	0.21	8.21	0.10	3.91	0.08	3.13	0.06	2.35	0.06	2.35
Multiplex / Kayulapis	16.00	0.28	4.48	0.22	3.52	0.17	2.72	0.09	1.44	0.10	1.60	0.11	1.76
Kaca 6 mm	9.00	0.18	1.62	0.06	0.54	0.04	0.36	0.03	0.27	0.02	0.18	0.02	0.18
Layar Panggung	306.00	0.20	61.20	0.25	76.50	0.30	91.80	0.30	91.80	0.30	91.80	0.30	91.80
Total Sabins			329.88		423.13		457.07		463.57		475.41		484.50
RT			1.36		1.06		0.98		0.97		0.94		0.93

Jika seluruh 242 kursi dipenuhi audiens maka didapat nilai $RT_{500\text{Hz}} = 0,89$ detik, seperti pada Tabel IV-15 dibawah ini.

Tabel IV-15. RT Existing dipenuhi Audiens di TKTIM

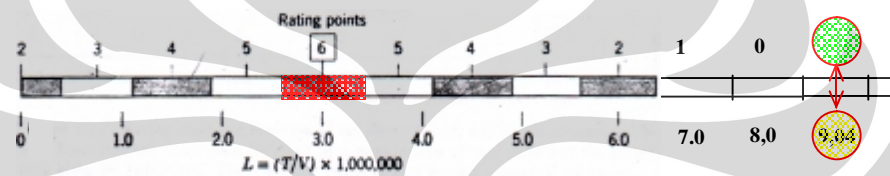
Bahan	S	125 Hz	160 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz					
Lantai Karpet	231.40	0.08	18.51	0.27	62.46	0.39	90.25	0.34	78.68	0.48	111.07	0.63	145.78
Lantai Parkit	169.32	0.04	6.77	0.04	6.77	0.07	11.85	0.06	10.16	0.06	10.16	0.07	11.85
Lantai Beton diplester	77.30	0.01	0.77	0.02	1.55	0.02	1.55	0.03	2.32	0.04	3.09	0.05	3.87
Dinding plesteran pas. Bata	225.35	0.01	2.25	0.02	4.51	0.02	4.51	0.03	6.76	0.04	9.01	0.05	11.27
Dinding Kayu	44.80	0.42	18.82	0.21	9.41	0.10	4.48	0.08	3.58	0.06	2.69	0.06	2.69
Dinding Panil Difusor	103.90	0.40	41.56	0.90	93.51	0.70	72.73	0.60	62.34	0.40	41.56	0.30	31.17
Dinding Difusor Balkon	76.80	0.05	3.84	0.10	7.68	0.20	15.36	0.55	42.24	0.60	46.08	0.55	42.24
Plafond Gypsum	154.60	0.29	44.83	0.10	15.46	0.05	7.73	0.04	6.18	0.07	10.82	0.09	13.91
Plafond Beton	231.60	0.01	2.32	0.01	2.32	0.02	4.63	0.02	4.63	0.02	4.63	0.02	4.63
Kursi Upholstered + Audiens	242.00	0.39	94.38	0.57	137.94	0.80	193.60	0.94	227.48	0.92	222.64	0.87	210.54
Pintu Kayu	39.10	0.42	16.42	0.21	8.21	0.10	3.91	0.08	3.13	0.06	2.35	0.06	2.35
Multiplex / Kayulapis	16.00	0.28	4.48	0.22	3.52	0.17	2.72	0.09	1.44	0.10	1.60	0.11	1.76
Kaca 6 mm	9.00	0.18	1.62	0.06	0.54	0.04	0.36	0.03	0.27	0.02	0.18	0.02	0.18
Layar Panggung	306.00	0.20	61.20	0.25	76.50	0.30	91.80	0.30	91.80	0.30	91.80	0.30	91.80
Total Sabins			317.78		430.39		505.47		541.01		557.69		574.04
RT			1.41		1.04		0.89		0.83		0.81		0.78

Setelah didapat RT di auditorium ini maka kekerasannya juga perlu diketahui ratingnya.

Untuk mencapai kekerasan yang ideal di auditorium ini dengan mengacu pada Rumus I-2 dari Cremer maka diperlukan $L = 1,9$ hingga $2,6$ juga antara $3,4$ antara $4,1$ pada rating 5. Dan untuk rating 6, harus dicapai L antara $2,6$ hingga $3,4$.

Kekerasan dengung (L) untuk TKTIM, berdasarkan perhitungan rumus Cremer dengan $RT = 0,89$ detik, didapat $L = 9,04$ dengan rating kurang dari 2.

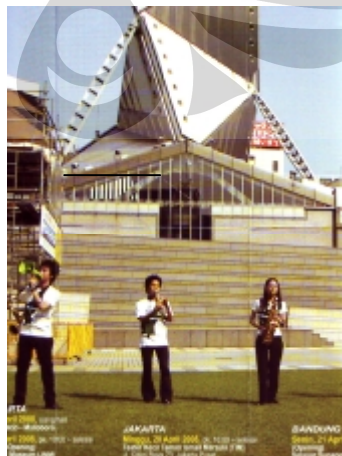
Seperti pada skala Cremer di Gambar IV-51. kekerasan dengung di auditorium TKTIM ini lemah karena belum mencapai kriteria yaitu pada rating 2 hingga 6.



Gambar IV-51. L (Kekerasan Dengung) pada Teater Kecil TIM

IV.4.2. Opini Audiens di TKTIM

Penelitian untuk mendapatkan opini audiens di auditorium Teater Kecil TIM diadakan pada saat pertunjukan Chanchiki Tornade, Chindon music performance (Gambar IV-52) yang diselenggarakan oleh Japanese Artists Meet Indonesia pada hari Minggu 20 April 2008 jam 16.00 – 18.00.



Gambar IV-52. Chanchiki Tornade dari Jepang

Kuisisioner di serahkan di meja loket sesuai ketentuan mereka dan diedarkan, kemudian diminta untuk diisi setelah pertunjukan selesai. Kuisisioner yang diedarkan adalah sebanyak 8 (delapan) lembar dengan sasaran kepada penonton dewasa karena yang remaja menurut mereka tidak mengerti dan hanya sekedar datang menonton penampilan grup musik. Ada beberapa pertanyaan pada kuisisioner tidak diisi oleh responden.

Sumber bunyi dari alat musik adalah tanpa menggunakan *sound system*. Jenis alat yang dipakai ialah alat tiup, perkusi, piano dan *accordion*. Kuisisioner dibagi kepada delapan responden, dan hasil pendapat (opini) mereka dapat dilihat pada Tabel IV-16 berikut ini.

Tabel IV-16. Hasil Kuisisioner di Teater Kecil TIM Jakarta

Penilaian	Dengung	Kurang	Cukup	Lama / Baik	Opini
Kenyamanan	2 (25%)	5 (62,50%)	- (0%)		Cukup (62,50%)
Kejernihan	- (0%)	4 (50%)	3 (37,50)		Cukup (50%)
Kejelasan	1 (12,50%)	2 (25%)	2 (25%)		Cukup dan Baik (25%)
Kepuasan	1 (12,50%)	3 (37,50%)	2 (25%)		Cukup (37,50%)

IV.4.3. Perhitungan RT dengan program CATT v7.2 di TKTIM

Penelitian dengan simulasi komputer diadakan di Laboratorium Akustik Departemen Teknik Fisika ITB pada tanggal 5 – 17 Juni 2008, dengan mengambil kasus di Teater Kecil Taman Ismail Marzuki, Jakarta.

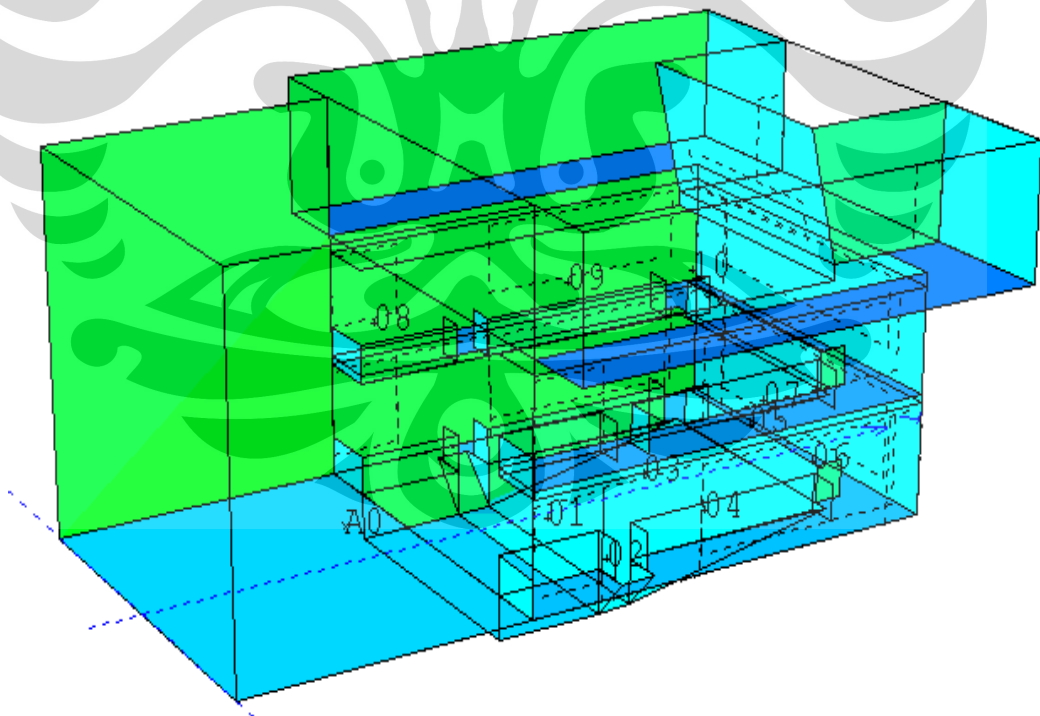
Dari semua hasil gambar simulasi, sebagiannya dapat dilihat pada Gambar IV-53 yaitu gambar TKTIM 3 dimensi dan Gambar IV-54 mengenai uraian bidang-bidang elemen ruang dengan luasannya.

Untuk mendapatkan hasil perhitungan RT, diawali dengan memasukkan data pada program CATT berupa koefisien bahan-bahan (α), *corners* dengan koordinat masing-masing, serta frekwensi dari 125 Hz hingga 4.000 Hz.

Setelah data dimasukan, langkah selanjutnya ialah menentukan pada *Master Geofile*, letak koordinat Sumber (*Source*) bunyi, jumlah penerima (*Receiver*) semuanya itu pada koordinat (sumbu X,Y,Z) masing-masing.

Kemudian menentukan apa yang akan diproses, dalam hal ini RT apakah ingin dilihat secara lengkap atau hanya sebagian saja.

Setelah itu pemrosesan program siap dijalankan. Jika prosedurnya benar maka hasilnya akan langsung muncul pertama adalah dalam bentuk gambar 3D sekaligus dengan posisi titik sumber bunyi serta posisi titik penerima, seperti dapat dilihat pada gambar IV-53 dibawah ini. Kemudian semua hasil lengkapnya akan keluar secara berurutan .



Gambar IV-53. Letak Titik Penerima dan Sumber Bunyi (Ao)

Hasil lainnya yang keluar bersamaan dengan RT ialah SPL (*Sound Pressure Level*) ini tidak akan dibahas atau diteliti. Yang dilihat grafiknya

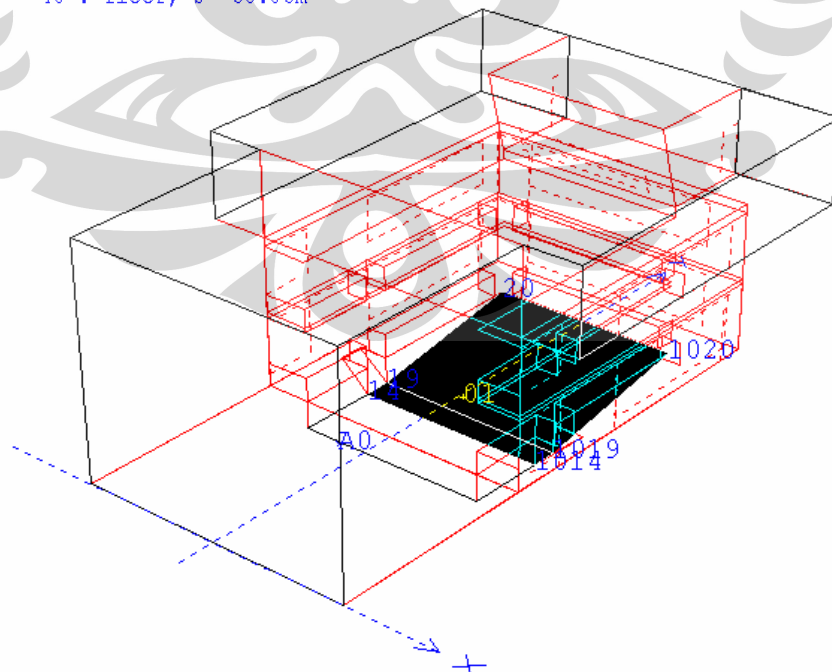
disini adalah T_{30} yaitu RT pada penurunan 30 dB setelah bunyi berhenti. Untuk melihat nilai RT, dapat dilihat pada zona RT (Gambar IV-52) sesuai dengan warnanya.

Letak bahan pada auditorium dapat dilihat dengan garis ”putus-putus” di elemen ruangan seperti bahan panil difusor ada pada dinding, kaca pada dinding ruang monitor, pintu serta bukaan (*opening*) yang masing-masing luasannya dicantumkan sesuai dengan koordinat yang dimasukkan kedalam proses CATT sebelumnya.

Titik A0 adalah letak sumber bunyi. Titik-titik penerima adalah titik 01 hingga 07 di lantai dasar pada posisi yang berbeda tetapi mewakili posisi simetris dibagian lain yang sama. Titik penerima (Ukur) 08, 09, 10 terletak diatas balkon lantai 2 juga mewakili posisi simetris dibalkon sebelahny.

Luas bidang untuk tiap jenis bahan di dalam auditorium dapat diketahui besarnya seperti contoh untuk bidang lantai audiens (*floor*) digambar IV-54 berikut ini. Begitu pula untuk plane (bidang) lainnya akan terpampang pada hasil proses sesuai data dan banyaknya bidang yang saling menutup satu sama lainnya.

Plane 40 : floor, S= 68.06m²

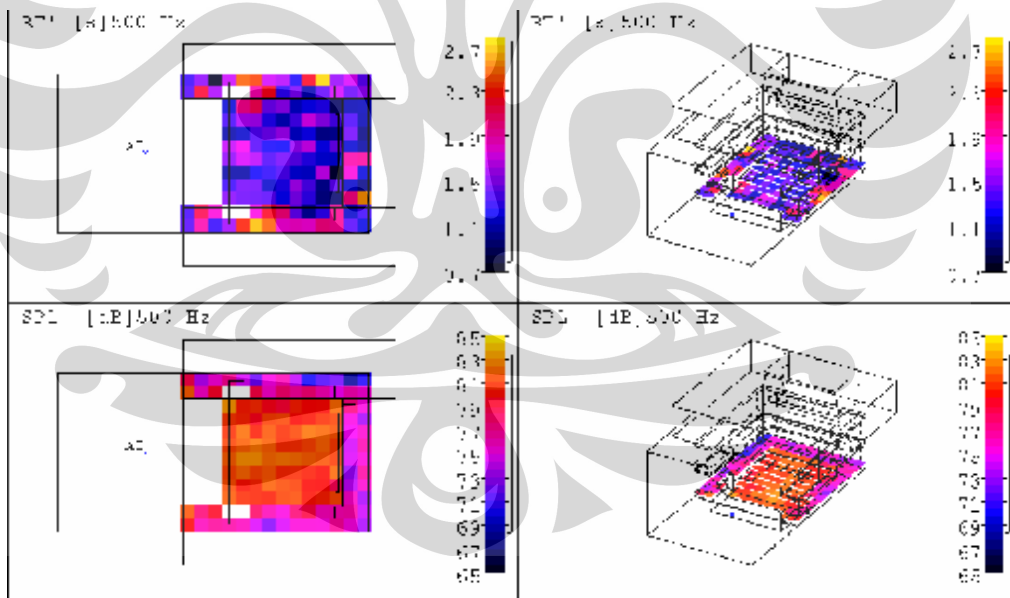


Gambar IV-54. Bidang Lantai Audiens dengan Luasannya

Hasil perhitungan RT juga akan keluar pada setiap frekwensi dan titik penerima, sebagai salah satu contoh, itu dapat dilihat pada gambar IV-55, dimana RT_{500Hz} terpampang di dalam gambar denah dan axonometri auditorium. Warna hitam, biru hingga ungu melambangkan RT yang berdurasi dari 0,7 hingga 1,7 detik. Warna ungu, pink, jingga hingga kuning melambangkan RT yang berdurasi antara 1,7 hingga 2,70 detik.

RT yang diteliti ialah RT_{500Hz} yang menurut hasil perhitungan program ini, dapat kita lihat pada Gambar IV-55. Dengan berdasarkan pada warnanya masing-masing, maka nilai RTnya adalah antara 1,2 detik (biru) yang dominan, hingga 1,6 detik (pink) merupakan sebagian kecilnya, bahkan juga 2,0 detik (jingga).

Balkon di lantai 1 (atas) berwarna putih yang menandakan bahwa tidak menerima dengung dengan maksimal.



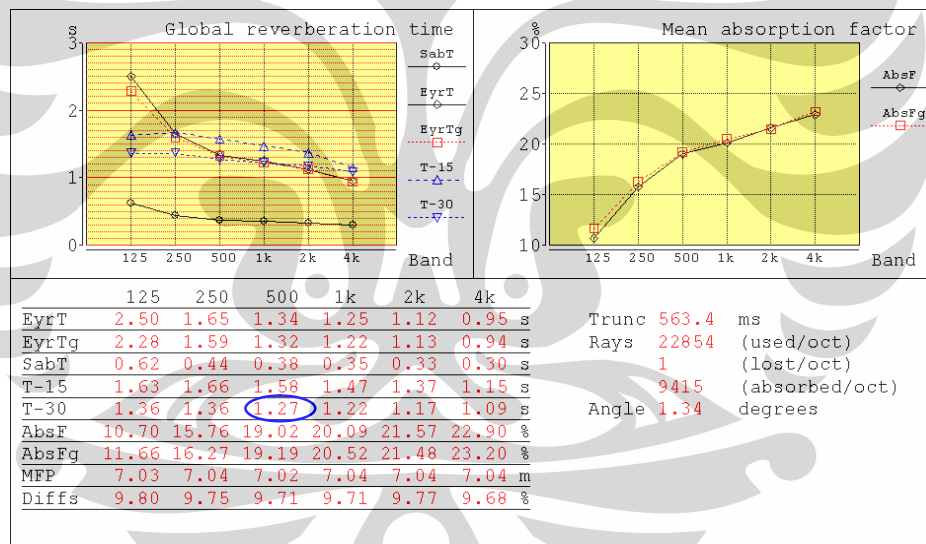
Gambar IV-55. Zona RT pada Frekwensi 500 Hz

RT hasil proses CATT v7.2 akan muncul dari frekwensi 125 Hz hingga 4.000 Hz, salah satunya adalah frekwensi pada 500 Hz seperti pada gambar IV-55 diatas dimana dengan posisi sumber bunyi di A0 (panggung) terjadi bayangan bunyi didepan panggung yang terlihat berwarna putih. Area

audiens dengan warna yang didominasi oleh warna biru menandakan RT adalah 1,2 detik. Sesuai warna, audiens yang berada dilantai dasar sebagian besar menerima RT rata-rata 1,2 detik. Tetapi pada posisi di balkon lantai 2 (atas) audiens hanya mendengar RT jika berada didaerah tepi balkon ini dilihat sesuai warnanya (hitam, biru tua) dengan RT antara 0,7 hingga 1,1 detik.

Simulasi CATT v7.2 memberikan hasil seperti pada gambar IV-56 berikut ini, untuk $RT_{125\text{ Hz}} = 1,36$ detik, $RT_{250\text{ Hz}} = 1,36$ detik, $RT_{500\text{ Hz}} = 1,27$ detik, $RT_{1\text{ kHz}} = 1,22$ detik, $RT_{2\text{ kHz}} = 1,17$ detik dan $RT_{4\text{ kHz}} = 1,09$ detik.

Data bahan dan koefisien yang dimasukkan kedalam proses simulasi adalah sama dengan yang dimasukkan pada cara perhitungan dengan rumus Sabine.



Gambar IV-56. RT Hasil Simulasi CATT v7.2 di Auditorium TKTIM

IV.4.4. Pengukuran RT On-Site di TKTIM

Pengukuran diadakan pada hari Sabtu 21 Juni 2008 jam 10.00 WIB sampai selesai bersama tenaga dan alat dari Pusat Penelitian Fisika LIPI Serpong.

Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Condensor Microphone Type 4191* merek *Bruel & Kjaer* (1 buah).

2. *Pink Noise Sound Source* (1 buah).
3. *Tripod* (1 buah).
4. *Dual Chanel Real-time Frequency Analyzer Type 2144* merek *Bruel & Kjaer* (1 buah) dapat dilihat pada Gambar IV-57 di halaman berikut.



Gambar IV-57. Alat Dual Chanel Real-Time Frequency Analyzer

5. *Loudspeaker existing* di Teater Kecil TIM (2 buah *loudspeaker cluster*)
6. *Mixer Control* merek *Midas Type Venice 320 existing* (1 set).
7. *Sound Level Meter* merek *Lutron type 2* (1 buah).

Pengukuran RT diambil pada 3 (tiga) Titik Ukur sesuai yang ditetapkan oleh operator karena itu sudah mewakili RT secara keseluruhan. Letak Titik Ukur ini sama dengan letak pada simulasi komputer yaitu Titik 03, 01 dan A_0 . Titik Ukur 1 (03) berada ditengah *audiens floor* dengan jarak 8,00 m dari tepi panggung. Titik Ukur 2 (01) didepan panggung dengan jarak 2 m dan Titik Ukur 3 (A_0) berada di atas panggung jarak 3 m dari sisi depannya. Sebelum pengukuran dimulai *tripod* diletakan pada posisi Titik Ukur 1 kemudian *microphone* dipasang tegak setinggi telinga penonton pada waktu duduk, yaitu 1 m dari permukaan lantai.

Setelah instalasi terpasang dan semua peralatan serta sumber suara dalam keadaan siap, *background noise* juga dicatat dengan alat SLM (*Sound Level Meter*) dan terbaca sebesar 37,1 dBA. Letak Sumber suara dua buah *loudspeaker cluster* berada pada ketinggian 6 m dari lantai panggung.

Pengukuran dimulai dengan membunyikan suara *Pink noise* selama 1 hingga 2 detik dari alat *Pink Noise Sound Source* dari *Mixer Control* kemudian dihentikan untuk diukur waktu meluruhnya. Setelah dua kali cara ini dilakukan pada Titik Ukur 1, maka *tripod* dan *microphone* dipindahkan ke Titik Ukur 2, proses selanjutnya adalah sama seperti pada Titik Ukur 1, yaitu pengukuran dimulai dengan membunyikan suara *Pink noise* selama 1 hingga 2 detik dari *Pink noise sound source* dan *Mixer Control* kemudian dihentikan untuk diukur waktu meluruhnya. Setelah dua kali cara ini dilakukan *tripod* dan *microphone* dipindahkan lagi ke Titik Ukur 3.

Setelah pengukuran selesai pada ketiga Titik Ukur, selanjutnya adalah menunggu alat DCRTFA memroses hasil pengukuran selama 10 menit. Setelah itu data pada *floppy* dikeluarkan dari alat DCRTFA dan siap diproses kembali di komputer. Tetapi karena komputer tidak mempunyai fasilitas untuk *floppy* maka hasil pengukuran diproses secara manual dengan membaca dan menghitung setiap data dari Titik Ukur yang diteliti.

Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel IV-17 di halaman berikut, yang mana didapat hasil untuk RT 30 dan RT 60 yang riil pada auditorium Teater Kecil TIM dari frekwensi 125 Hz hingga 4 kHz.

RT 60 pada pengukuran *on-site* ini didapat dari hasil analisis alat DCRT.Freqwency Analyzer yang mendapatkan t_{30} (dalam milidetik) nilai rata-rata dari hasil pengukuran pada semua Titik Ukur dalam tiap frekwensi.

Dengan didapatnya RT 30 itu, maka akan langsung didapat juga RT 60 seperti yang digambarkan pada kurva peluruhan bunyi (Gambar II-1).

T_0 adalah titik acuan awal sampel dimulainya perhitungan RT, T_1 adalah titik sampling akhir dimana sudah terjadi penurunan sebesar 30 dB dari level bunyi pada T_0 . Titik acuan (T) ini merupakan jumlah patokan tanpa satuan.

S_0 adalah sampel awal dalam satuan milidetik yakni dimulainya perhitungan RT. S_1 adalah sampel akhir setelah penurunan sebesar 30 dB. Selisih antara S_0 dan S_1 adalah t_{30} .

Tabel IV-17 Hasil Pengukuran On Site di Teater Kecil ITIM

TITIK UKUR	Frekwensi	To		So		T1		S1		t		RT 30	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	125	76.2	79.3	25	21	46.2	49.3	37	30	12	9	1.2	0.9
	250	79.5	79.5	26	20	49.5	49.5	33	27	7	7	0.7	0.7
	500	79.6	81.5	26	20	49.6	51.5	31	25	5	5	0.5	0.5
	1000	72.3	72.3	26	20	42.3	42.3	30	25	4	5	0.4	0.5
	2000	65.2	65.3	26	20	35.2	35.3	31	25	5	5	0.5	0.5
	4000	77.6	79.1	25	21	47.6	49.1	29	27	4	6	0.4	0.6
2	125	73.8	72.2	21	20	43.8	42.2	28	29	7	9	0.7	0.9
	250	79.8	79.8	20	21	49.8	49.8	25	27	5	6	0.5	0.6
	500	75.6	77.1	21	22	45.6	47.1	25	26	4	4	0.4	0.4
	1000	74.2	74.2	21	20	44.2	44.2	25	25	4	5	0.4	0.5
	2000	69.1	69	21	21	39.1	39	25	25	4	4	0.4	0.4
	4000	69.2	70.3	21	21	39.2	40.3	25	25	4	4	0.4	0.4
3	125	68.8	65.8	22	20	38.8	35.8	31	29	9	9	0.9	0.9
	250	77.3	71.4	20	19	47.3	41.4	26	24	6	5	0.6	0.5
	500	76.1	74.5	21	17	46.1	44.5	25	22	4	5	0.4	0.5
	1000	75.5	72.4	21	19	45.5	42.4	25	22	4	3	0.4	0.3
	2000	69.5	65.8	22	18	39.5	35.8	26	22	4	4	0.4	0.4
	4000	69.2	65	22	18	39.2	35	26	22	4	4	0.4	0.4

Keterangan : To = Starting awal
 So = Sampel awal
 t = Waktu Dengung dalam milidetik

T1 = Starting akhir
 S1 = Sampel akhir
 RT = Waktu Dengung dalam detik

Hasil akhir dari pengukuran *on-site* di Teater Kecil Taman Ismail Marzuki dapat dilihat pada Tabel IV-18 di bawah ini . $RT_{60\ 500\text{ Hz}} = 0,9$ detik.

Tabel IV-18. Hasil RT Real-time di TKTIM

Frekuensi (Hz)	RT 20 (detik)	RT 90 (detik)
125	0.92	1.84
250	0.6	1.2
500	0.45	0.9
1000	0.42	0.84
2000	0.43	0.86
4000	0.43	0.86

$RT_{500\text{Hz}} = 0,90$ detik ini merupakan hasil nyata dan akan dijadikan sebagai pembandingan dengan dua metode perhitungan sebelumnya yang sudah dilakukan di Teater Kecil Taman Ismail Marzuki

IV.4.5. Analisis dan Evaluasi di TKTIM

IV.4.5.1. RT dan Bahan Akustik TKTIM

RT hasil dari perhitungan dengan rumus Sabine ialah 0,89 detik. Ini belum memenuhi kriteria untuk musik, yaitu antara 1,0 hingga 2,1 detik yang sesuai untuk band pengiring tari yang memakai *sound system* (Gambar II-5).

Bila ditinjau dari volumenya 2.790 m³ maka kriteria RT untuk volume 3.000 m³ ialah antara 1,2 hingga 1,5 detik (Gambar II-6).

Ini berarti RT di TKTIM harus ditingkatkan dengan cara mengurangi bidang absorpsi dan menambah bidang pemantul pada elemen ruang.

Untuk mencapai RT yang sesuai maka diambil tahapan perubahan (*treatment*) sebagai berikut:

1. Seluruh dinding panil difusor ditutup dengan Difusor Fiber-Reinforced Gypsum Pyramid Type E-400 dengan nilai koefisien absorpsi $\alpha_{500\text{Hz}} = 0,1$ ²⁷ sehingga RT menjadi 1,01 detik, ini sudah memenuhi untuk musik jenis band pengiring tari dan sebagainya yang menggunakan *sound system*, namun ini juga belum memenuhi kriteria RT 1,2 hingga 1,5 detik sesuai dengan volumenya.

²⁷ Madan Mehta, Architectural Acoustics, Brand Name Materials, hlm. 410

Karena belum mencapai RT yang sesuai dengan kriteria volume, maka diambil tahapan berikut:

2. Dicoba lagi dengan mengganti lantai karpet padat dengan karpet ringan lapis *foam* (*Carpet light, foam-backed*) dengan $\alpha_{500\text{Hz}} = 0,12$.²⁸ maka didapat RT = 1,18 detik. Ini belum memenuhi kriteria sesuai dengan volume tetapi cocok untuk musik musik jenis band pengiring tari dan bisa juga dipaksakan untuk musik komedian, operet, dan konser musik semi klasik, koor yang memakai *sound system*.

Hasil RT = 1,18 detik, belum juga memenuhi kriteria sesuai volumenya. maka selanjutnya diambil tahapan yaitu:

3. Mengganti seluruh kayulapis (*multiplex*) seluas 16 m² dengan dinding beton diplester ($\alpha_{500\text{Hz}} = 0,02$) juga mengganti layar panggung seluas 306 m² dengan Tirai Fabric, 10 oz. Velour, straight ($\alpha_{500\text{Hz}} = 0,11$) sehingga didapat RT = 1,40 detik yang memenuhi kriteria sesuai dengan volumenya.

Hasil penataan bahan akustik di TKTIM ini dapat dilihat pada Tabel IV-19.

Tabel IV-19. RT Hasil Penataan Akustik di TKTIM

Bahan	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz
Lantai Karpet ringan + foam	231.40	0.05	11.57	0.10	23.14	0.12	27.77	0.30	69.42	0.40	92.56	0.50	115.70
Lantai Parkit	169.32	0.04	6.77	0.04	6.77	0.07	11.85	0.06	10.16	0.06	10.16	0.07	11.85
Lantai Beton diplester	77.30	0.01	0.77	0.02	1.55	0.02	1.55	0.03	2.32	0.04	3.09	0.05	3.87
Dinding plesteran pas. Bata	225.35	0.01	2.25	0.02	4.51	0.02	4.51	0.03	6.76	0.04	9.01	0.05	11.27
Dinding Kayu	44.80	0.42	18.82	0.21	9.41	0.10	4.48	0.08	3.58	0.06	2.69	0.06	2.69
Dinding Difusor RPG type E-400	103.90	0.39	40.521	0.19	19.741	0.1	10.39	0.10	10.39	0.08	8.312	0.14	14.546
Dinding Difusor Balkon	76.80	0.05	3.84	0.10	7.68	0.20	15.36	0.55	42.24	0.60	46.08	0.55	42.24
Plafond Gypsum	154.60	0.29	44.83	0.10	15.46	0.05	7.73	0.04	6.18	0.07	10.82	0.09	13.91
Plafond Beton	231.60	0.01	2.32	0.01	2.32	0.02	4.63	0.02	4.63	0.02	4.63	0.02	4.63
Kursi Upholstered & audiens	242.00	0.39	94.38	0.57	137.94	0.80	193.60	0.94	227.48	0.92	222.64	0.87	210.54
Pintu Kayu	39.10	0.42	16.42	0.21	8.21	0.10	3.91	0.08	3.13	0.06	2.35	0.06	2.35
Dinding plesteran pas. Bata	16.00	0.01	0.16	0.02	0.32	0.02	0.32	0.03	0.48	0.04	0.64	0.05	0.80
Kaca 6 mm	9.00	0.18	1.62	0.06	0.54	0.04	0.36	0.03	0.27	0.02	0.18	0.02	0.18
Layar Panggung Fabric 10 oz	306.00	0.03	9.18	0.04	12.24	0.11	33.66	0.17	52.02	0.24	73.44	0.35	107.10
Total Sakins			253.46		249.82		320.12		439.07		486.61		541.67
RT			1.77		1.80		1.40		1.02		0.92		0.83

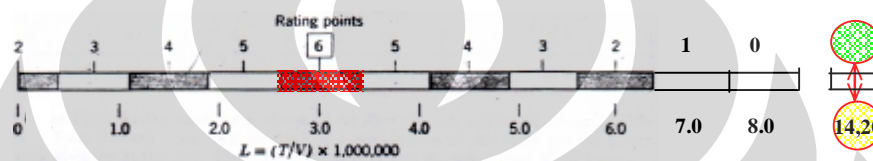
Karena RT masih tinggi maka perlu ditinjau lagi dengan L sehingga perlu mengadakan perubahan penataan bahan yang lebih efisien dan efektif.

²⁸ Madan Mehta, Architectural Acoustics, Brand Name Materials, hlm. 407

IV.4.5.2. Kekerasan Dengung (L) di TKTIM

Setelah dicapai RT = 1,40 detik untuk TKTIM yang sudah sesuai dengan kriteria, maka perlu juga ditinjau L untuk auditorium TKTIM.

Dengan menggunakan rumus Cremer didapat L = 14,20, selanjutnya kita tentukan L pada skala di Gambar IV-8, dicapai rating yang tidak mencapai rating 2. RT = 1,40 detik ini belum memenuhi kriteria L pada rating 2 yang terendah, artinya dengung disini terdengar nyaman untuk musik tetapi terdengar pelan. Itu dapat dilihat pada Gambar IV-58 dibawah ini.



Gambar IV-58. L (Kekerasan Dengung) hasil Penataan pada TKTIM

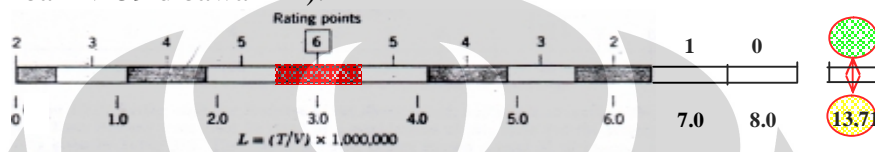
Ternyata kekerasan dengan RT = 1,40 detik ini menjadi 14,20 pada rating masih dibawah 2. Untuk itu perlu diadakan penataan kembali dengan mengambil patokan pada kriteria RT terendah sesuai dengan volumenya (1,2 detik) dengan *treatment* sebagai berikut :

- o Mengganti 266 m² layar panggung Fabric 10 oz dengan layar panggung biasa, sehingga didapat RT = 1,21 detik seperti pada Tabel IV- 20 dibawah ini.

Tabel IV-20. RT Hasil Penataan Akustik Kedua di TKTIM

Elemen	125 Hz	175 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	
Lantai Karpet ringan + foam	231.40	0.05	11.57	0.10	23.14	0.12	27.77	0.30	69.42	0.40	92.56	0.50	115.70
Lantai Parkit	169.32	0.04	6.77	0.04	6.77	0.07	11.85	0.06	10.16	0.06	10.16	0.07	11.85
Lantai Beton diplester	77.30	0.01	0.77	0.02	1.55	0.02	1.55	0.03	2.32	0.04	3.09	0.05	3.87
Dinding plesteran pas. Bata	225.35	0.01	2.25	0.02	4.51	0.02	4.51	0.03	6.76	0.04	9.01	0.05	11.27
Dinding Kayu	44.80	0.42	18.82	0.21	9.41	0.10	4.48	0.08	3.58	0.06	2.69	0.06	2.69
Dinding Difusor RPG type E-400	103.90	0.39	40.521	0.19	19.741	0.1	10.39	0.10	10.39	0.08	8.312	0.14	14.546
Dinding Difusor Balkon	76.80	0.05	3.84	0.10	7.68	0.20	15.36	0.55	42.24	0.60	46.08	0.55	42.24
Plafond Gypsum	154.60	0.29	44.83	0.10	15.46	0.05	7.73	0.04	6.18	0.07	10.82	0.09	13.91
Plafond Beton	231.60	0.01	2.32	0.01	2.32	0.02	4.63	0.02	4.63	0.02	4.63	0.02	4.63
Kursi Upholstered & audiens	242.00	0.39	94.38	0.57	137.94	0.80	193.60	0.94	227.48	0.92	222.64	0.87	210.54
Pintu Kayu	39.10	0.42	16.42	0.21	8.21	0.10	3.91	0.08	3.13	0.06	2.35	0.06	2.35
Dinding plesteran pas. Bata	16.00	0.01	0.16	0.02	0.32	0.02	0.32	0.03	0.48	0.04	0.64	0.05	0.80
Kaca 6 mm	9.00	0.18	1.62	0.06	0.54	0.04	0.36	0.03	0.27	0.02	0.18	0.02	0.18
Layar Panggung Fabric 10 oz	40.00	0.03	1.20	0.04	1.60	0.11	4.40	0.17	6.80	0.24	9.60	0.35	14.00
Layar Panggung	266.00	0.2	53.20	0.25	66.50	0.3	79.80	0.3	79.80	0.3	79.80	0.30	79.80
Total Sabins			298.68		305.68		370.66		473.65		502.57		528.37
RT		1.50		1.47		1.21		0.95		0.89		0.85	

Berdasarkan pada nilai $RT = 1,21$ detik ini dicari kekerasannya dengan menggunakan rumus Cremer sehingga didapat $L = 13,71$ lebih mendekati $L = "6,6"$ (rating 2). Selanjutnya kita tentukan $L = 13,71$ pada skala di Gambar IV-8, didapat rating yang kurang dari 2. $RT = 1,21$ detik sudah memenuhi kriteria untuk musik dan sesuai dengan volumenya, dengung terdengar nyaman lebih keras dari pada $RT = 1,40$ detik. (lihat Gambar IV-59 dibawah ini).



Gambar IV-59. L hasil Penataan Kedua pada Teater Kecil TIM

IV.4.5.3. Opini Audiens

Menurut mereka tingkat kenyamanan RT , kejernihan, kejelasan serta kepuasan adalah “cukup”. Pada tingkat kejelasan juga dinilai baik yang itu sama penilaiannya dengan jumlah penilaian cukup yaitu masing-masing sebanyak 2 (25%) responden menilai cukup serta 2 (25%) responden lainnya menilai baik.

Menyangkut kepuasan, ada 2 responden (25%) menyatakan sangat puas tanpa alasan, 3 responden (37,50%) cukup puas dengan alasan dari 2 responden (25%) yang menyatakan ada dengung dari *loudspeaker (noise)* disaat pertunjukan, 1 responden (12,50%) menyatakan kurang puas tanpa alasan.

Bunyi pelan dari panggung dapat didengar oleh 3 (37,50%) responden, yang tidak dapat mendengar 1 (12,50%) responden dengan alasan musik terlalu keras.

Usulan mereka untuk sistem akustik di TKTIM adalah bunyi (*loudspeaker*) lebih dijernihkan (dimatikan) sewaktu pertunjukan, penataan *sound system* bagi MC terlalu keras, lantai audiens *adjustable* tidak bergoyang jika ada yang jalan dinyatakan oleh 2 (25%) responden, 1 (12,50%) responden menyatakan sistem akustik cukup baik serta 1 (12,50%) responden menyatakan sudah baik, sistem akustik di TKTIM ini agar lebih

baik lagi dari yang sudah ada. Ada sebanyak 4 orang (50%) responden yang sama sekali tidak mengisi jawaban pertanyaan pada kuisisioner untuk diminta alasan atas jawaban mereka.

IV.4.5.4. Sistem Elektroakustik di TKTIM

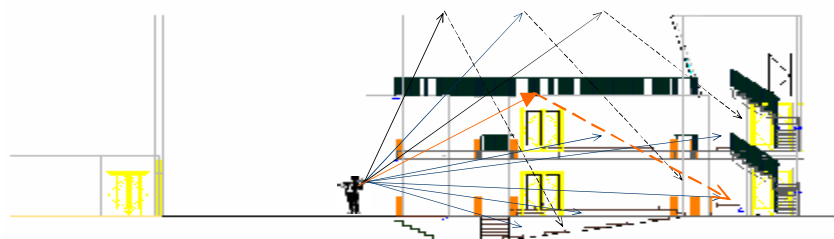
Auditorium ini memakai sistem elektroakustik dengan memasang *loudspeaker cluster* gantung sebanyak 2 (dua) buah didepan panggung pada bagian tengah setinggi 6 m. *Control mix* diletakan disamping panggung.

Penataan sistem ini digunakan jika suara penyanyi pelan, untuk MC serta alat musik elektrik, musik pengiring untuk tari dan alat tiup, perkusi yang memerlukan penguat suara.

Posisi audiens pada balkon bagian atas auditorium akan mendengar bunyi dari *loudspeaker* lebih baik dibandingkan dengan bunyi yang didengar jika sumber bunyi berada diatas panggung. Untuk auditorium kecil seperti TKTIM ini sebaiknya tidak perlu memakai *sound system*.

IV.4.5.5. Lintasan Bunyi di TKTIM

Lintasan bunyi (tergantung pada α bahan) dari panggung terdiri dari bunyi langsung dan bunyi pantul. Bunyi langsung akan diterima oleh audiens lebih awal dari bunyi pantul. Bunyi langsung akan terserap oleh audiens juga bunyi langsung yang mengarah ke dinding panel difusor dan dinding karpet tipis sebagian kecil terpantul dan sebagian besar terserap. RT yang diterima audiens terjadi akibat pantulan bunyi dari plafond plesteran beton juga dari bahan difusor serta bahan pemantul lainnya seperti kayu, gipsu, parkit serta karpet tipis, lihat Gambar IV-60 berikut ini.



Gambar IV-60. Lintasan Bunyi di Teater Kecil TIM

Di posisi 15 m dari sumber bunyi diatas panggung, yaitu pada bagian paling belakang dari auditorium dengan plafond multiplex setinggi 10,00 m, akan memantulkan bunyi yang mempunyai beda dengan lintasan bunyi langsung sebesar 10,00 m yang itu lebih panjang dari kriteria 8,4 m untuk musik dan ceramah. Untuk itu perlu membuat plafond yang lebih rendah.

Sedangkan pada posisi di depan pada posisi 4 m dari sumber bunyi di panggung, selisih lintasan adalah 16,40 m yang ditempuh dalam waktu 48,23 milidetik, melebihi kriteria 8,4 m berarti membuat gema yang signifikan.

Jaringan *service engineering* seperti *ducting*, lantai kawat pada ketinggian 6 m yang secara tidak langsung berfungsi sebagai plafond transparan, meminimalisir lintasan ITDG, karena tinggi plafond berkurang.

Untuk posisi 4 m dari sumber bunyi seperti tersebut diatas, dengan adanya jaringan utilitas, maka beda lintasan bunyi menjadi 8,4 m ini sudah sesuai kriteria ITDG yaitu 8,4 m (28 feet).

Oleh sebab itu di auditorium ini perlu dibuat panel gantung pemantul (*sound-reflecting panels*) untuk memperpendek lintasan.

Pada pertunjukan konser Chanchiki Tornade, Chindon music performance yang diselenggarakan oleh Japanese Artists Meet Indonesia di Teater Kecil TIM. Grup musik yang beranggotakan anak muda Jepang ini merupakan grup musik yang khusus memainkan alat tiup, perkusi serta piano dan akordion tanpa penyanyi dan tidak menggunakan sistem elektroakustik (secara instrumentalia).

Disaat pertunjukan, posisi awal pengamatan adalah di lantai 1 (atas) yaitu di bagian belakang, kemudian berpindah ke depan yaitu di balkon bagian kiri. Pada kedua posisi ini semua nada bunyi dari alat musik jelas terdengar seperti bunyi ketukan pada alat perkusi gendang, maupun dari kotak kayulapis.

IV.4.5.6. Simulasi CATT.v7.2 di TKTIM

RT hasil simulasi program CATT.v7.2 untuk T_{30} adalah 1,27 detik, ini sudah sesuai dengan kriteria volume dan untuk konser musik tertentu seperti

musik komedian, operet, dan konser musik semi klasik, koor yang memakai *sound system* serta orkestra kontemporer, solo dan grup kecil.

Melihat pada gambar zona RT (Gambar IV-53), penerimaan RT tidak maksimal didengar oleh audiens yang berada di balkon lantai atas yang diindikasikan dengan warna putih.

Dalam desain akustik perlu dibuat simulasi seperti dengan program CATT ini agar memperoleh hasil yang bervariasi dan dapat dilakukan dalam waktu yang singkat.

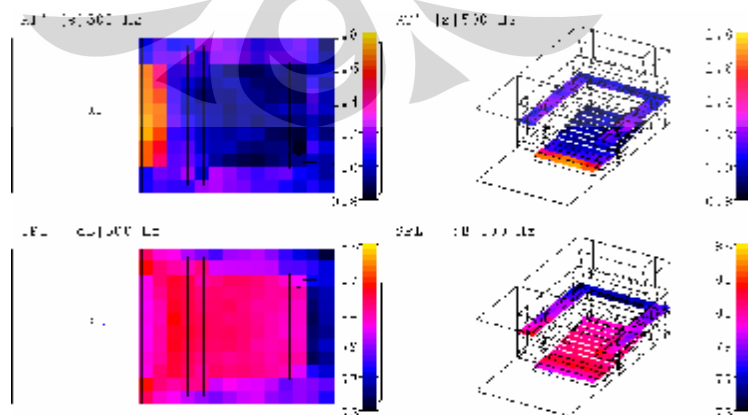
Adanya zona audiens di balkon lantai 1 (atas) yang tidak berwarna akibat tidak dijangkau oleh lintasan bunyi yang menyebabkan dengung, maka bagian keliling *void* pada lantai 2 (paling atas) ditutup dengan dinding beton sehingga zona RT di auditorium TKTIM ini seluruhnya bisa mendapatkan lintasan bunyi penyebab timbulnya RT.

Untuk lebih jelasnya itu dapat dilihat pada Gambar IV-61 di halaman berikut ini.

Bahan yang dipakai dalam simulasi CATT adalah sama dengan bahan *existing* di TKTIM.

Dengan ditutupnya keliling *void* ini berarti volume akan berkurang yang mempengaruhi RTnya.

Tetapi disini tidak akan dibahas karena yang hanya diteliti adalah RT pada kondisi *existing* yang juga diukur dengan cara on-site.



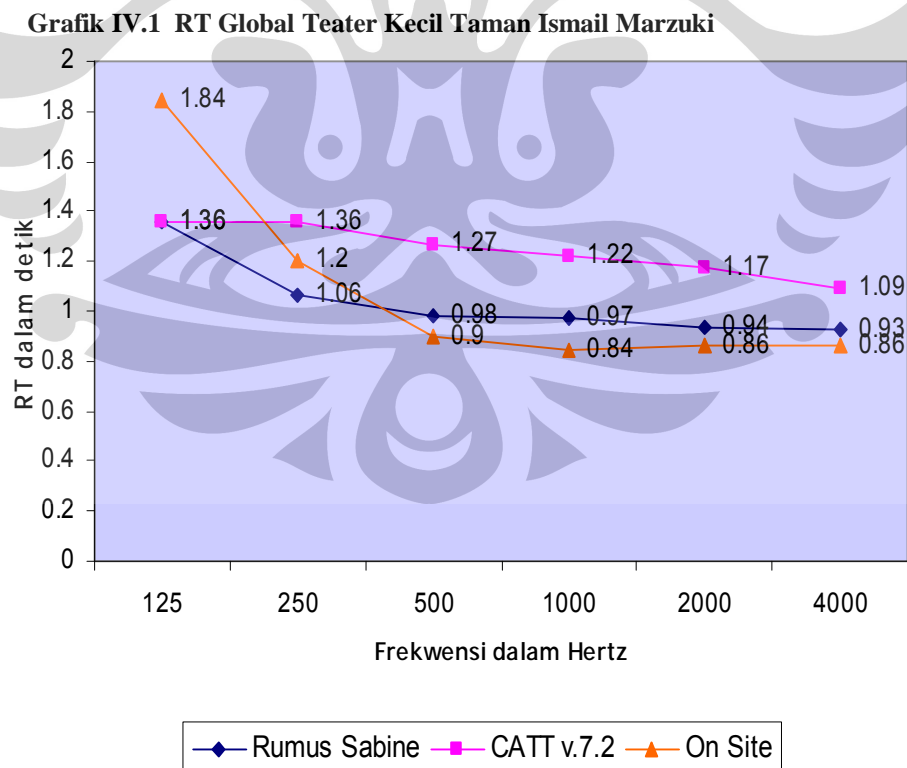
Gambar IV-61. Zona RT_{500Hz} jika Keliling Lantai 2 Tertutup

IV.4.5.7. Pengukuran On-site di TKTIM

Hasil pengukuran *on-site* di TKTIM mendapatkan $RT_{500\text{Hz}} = 0,90$ detik. Melihat cara pengambilan data dari 3 Titik Ukur yang itu kemudian dianalisis dengan alat Dual Chanel Real-time Frequency Analyzer (DCRTFA), yang kemudian itu juga diambil jumlah RT_{30} rata-rata dari data ketga Titik Ukur, maka jika pengukuran diambil pada Titik Ukur yang lebih banyak misalnya pada 10 Titik Ukur, itu akan mendapatkan hasil yang berbeda walaupun tidak signifikan. Dengan data pengukuran pada 3 Titik Ukur itu sudah mewakili RT secara keseluruhan di auditorium TKTIM.

IV.4.6. Kesimpulan Desain Akustik di TKTIM

Hasil RT dengan mempergunakan ketiga metode perhitungan, dan kriteria yang memenuhi untuk Teater Kecil TIM itu dapat dilihat pada Grafik IV-1 dibawah ini :



Dengan melihat hasil pengukuran dari ketiga cara yang dilakukan pada Tabel IV-17 berikut ini. $RT_{500\text{ Hz}}$ hasil perhitungan dengan rumus Sabine mendekati hasil pengukuran *on-site* atau yang nyata dengan selisih 0,08 detik, sedangkan dengan hasil simulasi CATT selisihnya 0,37 detik.

- o Perbedaan yang ada ini tidak signifikan dan dianggap sama karena sangat sulit dibedakan untuk pendengaran manusia, hingga bisa dikatakan sama.

Tabel IV-21. RT Global TKTIM

NO	CARA PERHITUNGAN RT	FREKWENSI dalam HERTZ					
		125	250	500	1000	2000	4000
1	RUMUS SABINE	1,36	1,06	0,98	0,97	0,94	0,93
2	CATT v7.2	1,36	1,36	1,27	1,22	1,17	1,09
3	REAL-TIME ON SITE	1,84	1,20	0,90	0,84	0,86	0,86
4	OPINI AUDIENS	CUKUP BAIK					

RT hasil dari ketiga perhitungan secara berurut yaitu dengan Rumus Sabine, program CATT v7.2 dan *on-site* adalah sebagai berikut :

Frek. RT	Sabine	CATT v7.2	On-site
$RT_{125\text{ Hz}}$	= 1,36 detik,	- 1,36	- 1,84 detik
$RT_{250\text{ Hz}}$	= 1,06 detik,	- 1,36	- 1,20 detik
$RT_{500\text{ Hz}}$	= 0,98 detik,	- 1,27	- 0,90 detik
$RT_{1\text{ kHz}}$	= 0,97 detik,	- 1,22	- 0,84 detik
$RT_{2\text{ kHz}}$	= 0,94 detik,	- 1,17	- 0,86 detik
$RT_{4\text{ kHz}}$	= 0,93 detik,	- 1,09	- 0,86 detik .

Setelah ditinjau dari hasil ketiga cara perhitungan RT serta opini audiens di TKTIM ini, maka **Cara perhitungan RT dengan rumus Sabine** dapat digunakan untuk kriteria Desain RT suatu auditorium.

Dengan melihat RT existing auditorium TKTIM yaitu 0,89 detik yang itu sudah baik untuk Teater Kecil *multi-use*, tetapi jika dikhususkan untuk konser musik, maka RTnya perlu ditingkatkan lagi, dengan mengadakan perubahan seperti:

§ Lantai seluruhnya diganti dengan karpet ringan lapis *foam*, dinding panel Difusor seluruhnya diganti dengan difusor Fiber-Reinforced Gypsum Pyramid Type E-400, Dinding multiplex seluruhnya diganti dengan tembok diplester serta layar panggung diganti dengan tirai fabric 10 oz. Velour, straight sehingga dicapai RT 1,40 dengan rating kekerasan RT adalah dibawah rating 2.

§ Hasil kekerasannya sangat kurang dari kriteria terendah 6,6 maka diambil langkah penataan kedua yang mengacu pada kriteria terendah sesuai dengan volumenya dan didapatkan hasil RT = 1,21 detik.

Untuk mendapatkan kepuasan audiens perlu juga:

§ Pada bagian bawah jaringan instalasi listrik, ducting AC, lampu sorot serta *service engineering* lainnya sebaiknya ditata dengan memasang plafond gantung (*suspended ceiling*).

Kesimpulan:

Sebagai kesimpulan dari studi kasus dapat dilihat pada Tabel IV-22 dibawah ini dengan hasil kuisioner yang dipakai sebagai penunjang karena jumlah responden tidak maksimal sesuai kapasitas tiap auditorium sedangkan lintasan bunyi digambarkan hanya untuk data pendukung.

Tabel IV-22. Kesimpulan Studi Kasus

No	Auditorium	Detail	Kriteria Contoh Penelitian						Tingkat	Kesimpulan	
			Volume (m³)	RT (detik)	RT (detik)	RT (detik)	RT (detik)	RT (detik)			
1	Gedung Plenary ICC	Jakarta	27520 m³	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	77% akurasi Speech dan 90% akurasi GIBN II dengan 50% akurasi korelasi
2	Craxius (baru)	G. Jember	22294 m³	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	77% akurasi Speech dan 90% akurasi GIBN II dengan 50% akurasi korelasi
3	G. Kesatria Jember	Jember	5240 m³	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	77% akurasi Speech dan 90% akurasi GIBN II dengan 50% akurasi korelasi
4	Teater Kencana	Jember	1198 m³	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	77% akurasi Speech dan 90% akurasi GIBN II dengan 50% akurasi korelasi

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Melihat seberapa jauh pengaruh desain auditorium terhadap RT dan mendapatkan RT yang sesuai fungsinya pada auditorium yang diteliti seperti bentuk *shoebox* yang baik untuk musik, bentuk kipas baik untuk *speech*, maka disimpulkan pada penelitian ini yakni :

V.1. Pengaruh Desain Auditorium terhadap RT.

a. Gedung Plenary JCC

Gedung Plenary JCC yang berbentuk lingkaran dengan RT existing 0,92 detik sudah memenuhi sebagai auditorium untuk *speech* (konferensi) dan jenis musik band pengiring “dance” yang menggunakan *sound system*. Dengan penataan akustik yang mencapai nilai RT 1,76 detik, auditorium ini dapat digunakan untuk jenis musik seperti orkes kontemporer, opera, paduan suara umum, simfoni, *general-purpose auditorium*, gereja. Penataan ini bisa dicapai dengan *treatment*:

- Plafond aluminium perforasi ($\alpha_{500 \text{ Hz}} = 0,60$), seluas 2.781 m^2 diganti dengan gipsum ($\alpha_{500 \text{ Hz}} = 0,05$)
- Mengganti dinding aluminium perforasi lantai atas seluas 636 m^2 , dengan bahan difusor Reinforced Gypsum Pyramid Type E-400 ($\alpha_{500 \text{ Hz}} = 0,10$)
- Dinding lantai dasar seluas 584 m^2 diganti dengan difusor Reinforced Gypsum Pyramid Type E-400 ($\alpha_{500 \text{ Hz}} = 0,10$).
- Lantai karpet lantai dasar seluas 2.041 m^2 dan lantai atas seluas 825 m^2 diganti dengan parkit ($\alpha_{500 \text{ Hz}} = 0,07$), didapat RT = 1,76 detik,

b. Erasmus huis

Erasmus Huis yang berbentuk oktagon dengan RT existing 0,90 detik sudah memenuhi sebagai auditorium untuk *speech* seperti perkuliahan dan jenis musik band pengiring “dance” yang menggunakan *sound system*,

sinema. Dengan penataan akustik mencapai nilai RT 1,20 detik akan dapat digunakan juga untuk musik komedian, operete, konser semiklasik, grup paduan suara, pertunjukan teater kecil,. Ini bisa dicapai dengan menata:

- Dinding absorpsi karpet seluas 46,90m² diganti dengan difusor Reinforced Gypsum Pyramid Type E-400 ($\alpha_{500\text{ Hz}} = 0,10$)
- Plafond kayulapis (*multiplex*) diganti dengan gipsum.
- Menutup lantai seluas 436m² dengan parkit.
- Mengganti 100% plafond gipsum dengan kaca dan menggantikan layar panggung dengan tirai Fabric 10-oz ($\alpha_{500\text{ Hz}} = 0,11$) dan menghilangkan gordena pintu, sehingga didapat RT = 1,2 detik

c. Gedung Kesenian Jakarta

Gedung Kesenian Jakarta yang berbentuk *shoebox* dengan RT *existing* 1,06 detik sudah memenuhi sebagai auditorium untuk speech seperti perkuliahan dan jenis musik band pengiring “dance” yang menggunakan *sound system*, sinema. Dengan penataan akustik mencapai RT 1,32 detik auditorium ini dapat digunakan untuk teater kecil, musik komedian, operete, konser semiklasik, grup paduan suara. Ini bisa dicapai dengan menata:

- Plafond *multiplex* seluas 235,10 m² diganti dengan gipsum dan 246,80m² bahan absorpsi di dinding dan plafond diganti dengan difusor GPR type E-400.
- Mengganti 115 m² lantai karpet di depan dengan lantai kayu ($\alpha_{500\text{ Hz}} = 0,10$) sehingga didapat RT = 1,32 detik.

d. Teater Kecil Taman Ismail Marzuki

Teater Kecil TIM yang berbentuk *shoebox* dengan RT *existing* 0,89 detik sudah memenuhi sebagai auditorium untuk *speech* dan jenis musik band pengiring “dance” yang menggunakan *sound system*, sinema. Dengan penataan akustik yang mencapai RT 1,21 detik, auditorium ini dapat

dipakai juga untuk musik komedian, operete, konser semiklasik, grup paduan suara, pertunjukan teater kecil. Ini bisa dicapai dengan menata:

- Dinding panil Difusor ditutup dengan Difusor Fiber-Reinforced Gypsum Pyramid Type E-400 dengan $\alpha_{500\text{Hz}} = 0,1$.²⁷
- Mengganti lantai karpet padat dengan karpet ringan lapis *foam* (Carpet light, foam-backed) dengan $\alpha_{500\text{Hz}} = 0,12$.²⁸
- Mengganti 266 m² layar panggung Fabric 10 oz dengan layar panggung biasa, sehingga didapat RT = 1,21 detik

Berdasarkan pada analisis dan evaluasi dengan penataan akustik yang sudah dilakukan, maka didapat RT yang sesuai adalah sebagai berikut :

- Berdasarkan pada perhitungan maka RT yang didapat di Gedung Plenary JCC ialah 0,92 detik, cocok untuk *speech*. Dengan penambahan RT menjadi 1,76 detik maka auditorium ini cocok juga untuk musik serta memenuhi kriteria volumenya.
- RT yang didapat berdasarkan perhitungan pada Erasmus Huis Jakarta ialah 0,90 detik, cocok untuk *speech*. Dengan penambahan RT menjadi 1,20 detik maka auditorium ini cocok juga untuk musik serta memenuhi kriteria volumenya.
- RT yang didapat berdasarkan perhitungan pada Gedung Kesenian Jakarta ialah 1,06 detik, cocok untuk *speech* dan musik ringan. Dengan penambahan RT menjadi 1,32 detik maka auditorium ini cocok juga untuk musik serta memenuhi kriteria volumenya.
- RT yang didapat berdasarkan perhitungan pada Teater Kecil TIM ialah 0,89 detik, cocok untuk *speech*. Dengan penambahan RT

²⁷ Madan Mehta, Architectural Acoustics, Brand Name Materials, hlm. 410

²⁸ Madan Mehta, Architectural Acoustics, Brand Name Materials, hlm. 407

menjadi 1,21 detik maka auditorium ini cocok juga untuk musik serta memenuhi kriteria volumenya.

V.2. Kesimpulan

- Ø Auditorium *shoebox* GKJ dan Teater Kecil TIM itu, keduanya cocok untuk *speech*. Setelah diadakan *treatment* untuk musik, tidak banyak penggantian atau merubah bahan *existing* sebab dicapai hanya dengan menaikkan sedikit daya pantulnya. Seperti plafond *multiplex* diganti dengan gipsum, penyerap *glasswool* pada GKJ dan panel difusor di TKTIM diganti dengan difusor Fiber-Reinforced Gypsum Piramid. Perbedaan volume antara keduanya hampir dua kali lipat, namun perbedaan kriteria standar RT di GKJ 1,32 detik dan RT di TKTIM 1,21 detik ini tidak signifikan. Hipotesis pada pembahasan sebelumnya bahwa bentuk *shoebox* baik untuk musik terbukti.
- Ø Bentuk oktagon pada auditorium Erasmus Huis adalah modifikasi dari bentuk kipas dengan bagian belakang menyempit. Itulah sebabnya RTnya hampir sama dengan RT di TKTIM yang mempunyai volume mendekati sama pula yaitu 2.294 m³ dan 2.790 m³. Karakter RT *existing* 0,90 detik cocok untuk *speech*. Setelah diadakan *treatment* untuk musik, ternyata terdapat banyak penggantian atau merubah bahan *existing* dalam mencapai RT 1,2 detik untuk musik, sebab banyak bidang-bidang yang harus diganti dengan bahan pemantul maksimal terutama plafondnya dengan kaca. Dengan kondisi *existing* Erasmus Huis jika diadakan *treatment* dengan bahan dan luas yang sama pada TKTIM seperti disebut sebelumnya diatas, maka akan dicapai RT 0,92 detik yang seharusnya 1,21 detik seperti RT di TKTIM. Dengan melihat hasil ini berarti RT di Erasmus Huis lebih rendah dan cocok untuk *speech*. Hipotesis pada pembahasan sebelumnya terbukti.
- Ø Bentuk lingkaran pada auditorium Gedung Plenary JCC, dengan volume 37.900 m³ mempunyai karakter RT *existing* 0,92 detik yang cocok untuk

speech, tetapi masih pendek sesuai kriteria volumenya. Dengan bentuk cekung dari dinding lingkaran akan terjadi bunyi gema fokus. Untuk menghindarinya maka dinding tersebut dipasang bahan absorpsi. Tetapi ini hanya menyerap bunyi sehingga RT yang terjadi pendek. Setelah diadakan *treatment* dengan memasang bahan difusor pada dinding cekung itu, maka gema fokus dapat dihindari sekaligus RTnya naik menjadi 1,76 detik yang ternyata cocok untuk musik. Jadi gema fokus pada auditorium bentuk lingkaran dapat dihindari, hipotesis terbukti.

V.3. Saran

- Auditorium yang sudah ada cocok untuk *speech* dan perlu ditata kembali untuk musik. Jika ingin merespon pertunjukan yang beraneka macam kriterianya, perlu menyiapkan bahan *treatment* akustik yang *adjustable* hingga mudah diganti sesuai kriteria akustiknya.
- Dalam merancang perhitungan RT untuk suatu auditorium sebaiknya dilakukan dengan perhitungan rumus Sabine selain itu dapat juga dilakukan dengan simulasi komputer sebelum itu dibangun. Setelah auditorium selesai dibangun sebaiknya RT diukur secara *real-time on-site* untuk mendapatkan hasil nyata dan dapat dipertanggung jawabkan sesuai desain. Jika masih ada perbedaan mencolok antara hasil pengukuran *on-site* dengan kriteria desain maka sistem akustiknya perlu dievaluasi lalu diadakan lagi pengukuran *on-site* sehingga mencapai RT yang diinginkan. Jika perbedaannya kecil maka itu diabaikan saja.

Hasil penelitian ini dapat menyumbangkan bagi perkembangan auditorium di Indonesia sedikitnya pada keempat auditorium tersebut.

Dengan metode seperti ini diharapkan akan dapat dilakukan perhitungan RT untuk desain akustik pada desain auditorium lainnya.

DAFTAR REFERENSI :

- Ando Yoichi & Noson Dennis, 1997, *Music & Concert Hall Acoustics*, Conference Proceedings from MCHA 1995, Academic Press, Harcourt Brace & Company, Publishers, London San Diego New York Boston Sydney Toronto Tokyo
- Ando Yoichi, 1985, *Concert Hall Acoustics*, Springer Series in Electrophysics 17, Springer- Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo
- Beranek L.Leo, 1962, *Music, Acoustics & Architecture*, John Wiley & Sons, INC., New York London
- Doelle L. Leslie, 1972, *Environmental Acoustics*, McGraw-Hill Book Company, New York St. Louis etc.
- Everest Alton, F, 2001, *The Master Handbook of Acoustics*, McGraw-Hill, New York, San Francisco, Washington DC etc.
- Egan David, 1972, *Concepts in Architectural Accoustics*, Mc Graw-Hill Book Company, New York, Duseldorf etc.
- Forsyth Michael, 1987, *AUDITORIA, Designing for the Performing Arts*, The Mitchel Publishing Company Limited, London
- Fry Alan, 1988, *Noise Control in Building Services*, Sound Research Laboratories Ltd. Pergamon Press, Oxford. New York. Beijing. Etc.
- Izenour C. George, 1977, *Theater Design*, McGraw Hill.Inc. USA
- Knudsen O. Vern, Harris M. Cyril 1950, *Architectural Acoustics*, John Wiley & Sons, Inc. New York
- Lawrence B. Anita, 1970, *Architectural Acoustics*, Applied Science Publishers Ltd., Ripple Road, Barking, Essex, England.
- Legoh Finarya, 2002, *NYALA NIRMANA*, Estetika Bunyi pada Akustik Auditorium, Dep. Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok
- Lord Peter & Templeton Duncan, 2001, *Detail Akustik*, Erlangga, Jakarta.
- Mehta Madan, Johnson James, Rocafort, *ARCHITECTURAL ACOUSTICS, Principles and Design*, Prentice Hall, Inc, New Jersey
- Northwood D. Thomas, 1977, *Architectural Acoustics*, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania

- Parkin P.H and Humphreys H.R, 1969, *Acoustics Noise and Buildings*, Faber and Faber LTD, 24 Russell Square, London.
- Rowe G. Peter, 1998, *Design Thinking*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London England
- Saunders David and Templeton Duncan, 1987, *Acoustic Design*, The Architecture Press, London.
- Smith B.J, Peters RJ, Owen S, 1985, *Acoustics and Noise Control*, Longman Group Limited.
- Steele James, 1996, *Theatre Builders*, Academy Editions, Great Britain
- Vries de Diemer, 2008, *Arraytechnology in Room Acoustics*, Seminar Engineering Acoustics, ITB. Bandung
- Zhang Yan, 2005, *A Method to Predict Reverberation Time in Concert Hall Preliminary Design Stage*, Georgia Institute of Technology.

Artikel dan Internet :

- Legoh Finarya, 2004, Hasil Survey Mahasiswa FTUI
- Lutfi Rizwan , 1993. *Penelitian Karakteristik Akustik Bahan Bangunan Untuk Peningkatan Mutu Bangunan Gedung dan Perumahan*, Jurnal Penelitian Pemukiman. Vol. IX. No. 9-10.
- Putra Ardhana, I.B. 2008, Bahan Presentasi Seminar Akustik, ITB. Bandung
- Sarwono Joko, 2008, Akustika Ruangan htm. Fenomena Akustik dalam Ruang Tertutup.
- www.acousticdimensions.com, 2003, PAC. Acoustical Guide Lines, South Dakota State University Brookings SD.
- www.google.co.id, 2007, The free Dictionary Google English test.net/toeic/vocabulary/words
- www.foldoc.org, 2007,
-, 2005, *Pengaruh Bahan Pengisi (filler) terhadap Sound Transmission Class (STC) Dinding Partisi Gypsum*, Balitbang. Permukiman Dep.PU.
-, 1993, *Laporan Pekerjaan Pengujian Nilai Peredaman Bunyi Dari Beberapa Bahan Bangunan*, Puslitbang Kalibrasi, Instrumentasi dan Metrologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

ACOUSTICS, NOISE AND BUILDINGS

	Frequency Hz							L.R.C.
	62	125	250	500	1000	2000	4000	
COMMON BUILDING MATERIALS								
1. Boarded roof; underside of pitched slate or tile covering		0.15		0.1		0.1		
2. Boarding ('match') about 19 mm thick over air-space against solid wall		0.3		0.1		0.1		
3. Brickwork, plain or painted	0.05	0.05	0.04	0.02	0.04	0.05	0.05	
4. Clinker ('breeze') concrete unplastered	0.1	0.2	0.3	0.6	0.6	0.5	0.5	
5. Concrete, constructional or tooled stone or granolithic	0.05	0.02	0.02	0.02	0.04	0.05	0.05	
6. Cork tiles (thin), wood blocks, linoleum or rubber flooring on solid floor (or wall)	0.05	0.02	0.04	0.05	0.05	0.1	0.05	
7. Cork tiles 25 mm thick on solid backing		0.05	0.1	0.2	0.55	0.6	0.55	0.5
8. Fibreboard (normal soft) 12 mm thick, mounted against solid backing—unpainted	0.05	0.05	0.1	0.15	0.25	0.3	0.3	
9. Ditto, painted	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15	
10. Fibreboard (normal soft) 12 mm thick mounted over 25 mm air-space on battens against solid backing—unpainted		0.3		0.3		0.3		
11. Ditto, painted		0.3		0.15		0.1		
12. Floor tiles (hard) or 'composition' floor		0.03		0.03		0.05		
13. Glass; windows glazed with up to 4 mm glass		0.3		0.1		0.05		
14. Glass, 6 mm plate windows in large sheets		0.1		0.04		0.02		
15. Glass used as a wall finish (e.g. 'Vitrolite') or glazed tile or polished marble		0.01		0.01		0.02		
Granolithic floor—see 5								
Lath and plaster—see 17								
Linoleum—see 6								
Marble—see 15								
Match-boarding—see 2								
16. Plaster, lime or gypsum on solid backing	0.05	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05	
17. Plaster, lime or gypsum on lath, over air-space against solid backing or on joists or studs including plasterboard	0.1	0.3	0.15	0.1	0.05	0.04	0.05	
18. Plaster or plasterboard suspended ceiling with large air-space above		0.2		0.1		0.04		
19. Plywood or hardboard panels mounted over air-space against solid backing		0.3		0.15		0.1		

APPENDIX A

	Frequency Hz							L.R.C.
	62	125	250	500	1000	2000	4000	
Absorbent Materials,								
<i>Proprietary—continued</i>								
54. 'Gypklith' wood-wool tile, 25 mm thick over 25 mm air-space		0.25	0.45	0.9	0.7	0.55	0.75	0.7
55. 'Gyproc' perforated plaster-board over 25 mm scrim-covered rock-wool		0.15	0.7	0.9	0.7	0.45	0.3	0.6
56. Ditto over 50 mm glass-wool		0.4	0.75	0.85	0.55	0.45	0.3	0.55
57. Ditto over 25 mm air-space (empty)		0.1	0.2	0.4	0.3	0.15	0.2	
58. 'Gyproc' slotted plaster-board tile over 25 mm bitumen-bonded glass-wool		0.15	0.5	0.8	0.6	0.25	0.3	0.5
59. 'Paxfelt' asbestosfelt 25 mm thick over 25 mm air-space			0.5	0.55	0.65	0.7	0.75	0.65
60. 'Paxtiles' asbestos tiles 25 mm thick over 25 mm air-space			0.55	0.75	0.85	0.8		
61. 'Perfonit' wood fibre perforated tile 19 mm thick over 25 mm air-space		0.2	0.5	0.7	0.85	0.75	0.65	0.75
62. 'Tentest' Rabbit-Warren perforated hardboard tile with grooved fibre backing 25 mm mounted over 25 mm air-space		0.15	0.5	0.6	0.8	0.75	0.25	0.6
63. 'Thermacooust' wood-wool slab 50 mm thick against solid backing		0.2	0.3	0.8	0.75	0.75	0.75	0.75
64. 'Treetex', 'Decorac' slotted wood-fibre tile 25 mm thick		0.15	0.65	0.75	1.00	0.95	0.7	0.85
65. 'Treetex', 'Slotac' grooved wood-fibre tile 19 mm thick		0.15	0.4	0.55	0.7	0.8	0.7	0.7
66. 'Treetex', 'Tremperac' perforated wood-fibre tile 19 mm thick		0.2	0.55	0.65	0.9	0.8	0.55	0.7
67. 'Unitex' perforated wood-fibre tile 12 mm thick		0.2	0.55	0.6	0.6	0.65	0.8	0.65
68. 'Unitex' perforated wood-fibre tile 19 mm thick		0.25	0.65	0.65	0.7	0.8	0.75	0.7
69. 'W. Cullum' Acoustic Felt, covered with painted and pin-hole perforated muslin—solid backing			0.35	0.75	0.85	0.7	0.65	0.75

APPENDIX A

	Frequency Hz							L.R.C.
	62	125	250	500	1000	2000	4000	
COMMON BUILDING MATERIALS— <i>continued</i>								
20. Ditto with porous absorbent in air-space		0.4		0.15		0.1		
Rubber flooring—see 6								
Stone, polished—see 15								
21. Water—as in swimming-baths		0.01		0.01		0.02		
Windows—see 13 and 14								
Wood-block floor—see 6								
22. Wood boards on joists or battens	0.1	0.15	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	
COMMON ABSORBENT MATERIALS (NON-PROPRIETARY)								
23. Asbestos spray, 25 mm on solid backing—unpainted		0.15		0.5		0.7		
24. Carpet—thin, such as hair cord over thin felt on concrete floor	0.05	0.1	0.15	0.25	0.3	0.3	0.3	0.3
25. Ditto on wood-board floor	0.15	0.2	0.25	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
26. Carpet, pile over thick felt on concrete floor	0.05	0.07	0.25	0.5	0.5	0.6	0.65	0.55
27. Curtain—medium or similar fabric, straight against solid backing	0.05	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.2
28. Curtain medium fabric hung in folds against solid backing				0.35		0.5		
29. Curtains (dividing), double, canvas	0.03	0.03	0.04	0.1	0.15	0.2	0.15	
30. Felt—hair, 25 mm thick with perforated membrane (viz. muslin) against solid backing		0.1		0.7		0.8		
Mineral or glass wool, 60-190 Kg/m ³ density, 25 mm thick blanket or semi-rigid slabs against solid backing:								
31. With no covering, or very porous (scrim or open-weave fabric) or open metal mesh covering	0.08	0.15	0.35	0.7	0.85	0.9	0.9	0.65
32. With 5% perforated hard-board covering	0.05	0.1	0.35	0.85	0.85	0.55	0.15	0.55
33. With 10% perforated or 20% slotted hard-board covering	0.05	0.15	0.3	0.75	0.85	0.75	0.4	0.7
Mineral or glass wool, 60-190 Kg/m ³ density, 50 mm thick blanket or mattress mounted over 25 mm air-space against solid backing:								
34. No covering or with very porous (scrim or open-weave fabric) or open metal mesh covering	0.15	0.35	0.7	0.9	0.9	0.95	0.9	0.9
35. Ditto with 10% perforated or 20% slotted hard-board covering	0.15	0.4	0.8	0.9	0.85	0.75	0.4	0.7

ACOUSTICS, NOISE AND BUILDINGS

	Frequency Hz							L.R.C.
	62	125	250	500	1000	2000	4000	
COMMON ABSORBENT MATERIALS (NON-PROPRIETARY)—continued								
36. Panel (about 5 Kg/m ²) of 3 mm hardboard with bitumen roofing felt stuck to back mounted over 50 mm air-space against solid backing	0.5	0.9	0.45	0.25	0.15	0.1	0.1	
37. Panel (about 4 Kg/m ²) of two layers bitumen roofing felt mounted over 250 mm air-space against solid backing	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	
38. Polystyrene (expanded) board 25 mm thick spaced 50 mm from solid backing		0.1	0.25	0.55	0.2	0.1	0.15	0.25
39. Polyurethane flexible foam 50 mm thick on solid backing		0.25	0.5	0.85	0.95	0.9	0.9	0.9
40. Wood-wool slabs 25 mm thick mounted solidly—unplastered		0.1		0.4		0.6		
41. Ditto mounted 25 mm from solid backing		0.15		0.6		0.6		
42. Ditto, plastered and with mineral wool in cavity		0.5		0.2		0.1		
ROOM CONTENTS								
43. Air. (α) (per cu. m)	nil	nil	nil	nil	0.003	0.007	0.02	
44. Audience seated in fully upholstered seats (per person)	0.15	0.18	0.4	0.46	0.46	0.51	0.46	
45. Audience seated in wood or padded seat (per person)		0.16		0.4		0.44	0.4	
46. Seats (unoccupied), fully upholstered (per seat)		0.12		0.28		0.32	0.37	
47. Seats (unoccupied), wood or padded (per seat)		0.08		0.15		0.18	0.2	
48. Orchestral player with instrument (average)	0.18	0.37	0.8	1.1	1.3	1.2	1.1	
49. Rostrum (portable wood) per m ² of surface	0.6	0.4	0.1	nil	nil	nil	nil	
ABSORBENT MATERIALS, PROPRIETARY								
50. 'Burgess' metal perforated tile (type C) against solid backing	0.1	0.3	0.6	0.75	0.8	0.8	0.7	
51. 'Echostop' plaster perforated tile over 125 mm air-space	0.45	0.7	0.8	0.8	0.65	0.45	0.7	
52. Fibreglass 19 mm plastic filmed acoustic tiles spaced 50 mm from solid backing. (Film 0.038 mm stretched across tiles and stuck at edges only)	0.3	0.45	0.7	0.75	0.85	0.75	0.75	
53. 'Franger' metal perforated (beated) panel with 19 mm bitumen-bonded glass wool behind, over air-space	0.2	0.45	0.65	0.45	0.35	0.25	0.4	

Material/Frequency (Hz)	125	250	500	1,000	2,000	4,000
RPG Diffusor Systems Inc., Upper Marlboro, Maryland						
Sound absorbers and diffusers						
Fabric wrapped absorbing/diffusing panel (Abs/diffuser), mount, type A	0.82	0.90	1.07	1.04	1.05	1.04
Fabric wrapped acoustical panel (Absorber), mount, type E-400	0.07	0.37	0.73	0.97	1.08	0.85
Wood diffuser, two-dimensional (Omni-diffuser), mount, type E-400	0.30	0.21	0.28	0.53	0.21	0.36
Wood quadratic residue diffuser (Bi-diffuser), mount, type A	0.82	0.90	1.07	1.04	1.05	1.04
Wood quadratic residue diffuser, mount, type A	0.23	0.24	0.35	0.23	0.20	0.20
Fiber-reinforced gypsum pyramidal diffuser, mount, type E-400	0.39	0.19	0.10	0.10	0.08	0.14
Fiber-reinforced gypsum 2-d diffuser, mount, type E-400	0.30	0.21	0.28	0.53	0.21	0.36
Epic Metals Corporation, Rankin, Pennsylvania						
Perforated floor/roof metal decks with fiberglass backing						
Type W450A, mount, type A	0.21	0.51	0.91	0.60	0.39	0.35
Type W600A, mount, type A	0.31	0.61	0.92	0.68	0.47	0.40
Type W750A, mount, type A	0.36	0.68	0.91	0.73	0.52	0.45
Type WP450A, mount, type A	0.65	1.08	1.14	0.99	0.79	0.61
Type WP600A, mount, type A	0.68	1.13	1.11	0.95	0.78	0.58
Type WP750A, mount, type A	0.91	1.23	1.07	1.00	0.79	0.61
Type SW44A, mount, type A	1.11	1.01	0.80	0.68	0.60	0.50
Type SW66A, mount, type A	1.17	1.04	0.84	0.71	0.63	0.53
Type SW77A, mount, type A	1.20	1.09	0.90	0.77	0.65	0.55
Type E324A, mount, type A	0.32	0.47	0.90	0.62	0.43	0.45
Type E450A, mount, type A	0.37	0.57	0.91	0.70	0.52	0.49
Type E600A, mount, type A	0.43	0.67	0.90	0.78	0.61	0.55
Type E750A, mount, type A	0.48	0.77	0.88	0.86	0.70	0.60
Type EP324A, mount, type A	0.42	0.78	1.10	0.96	0.72	0.47
Type EP450A, mount, type A	0.83	1.02	1.18	0.96	0.79	0.47
Type EP600A, mount, type A	0.68	1.13	1.11	0.95	0.78	0.58
Type EP750A, mount, type A	1.11	1.12	1.09	0.94	0.85	0.78
Conwed Designscape, Ladysmith, Wisconsin						
Sound absorbing fabric/vinyl covered wall panels						
0.75" wall panel, fabric wrapped 7 pcf fiberglass, mount, type A	0.05	0.15	0.54	0.94	1.09	1.04
1" wall panel, fabric wrapped 7 pcf fiberglass, mount, type A	0.29	0.26	0.76	1.09	1.21	1.09
1" wall panel, vinyl covered 7 pcf fiberglass, mount, type A	0.04	0.29	0.83	1.22	1.06	0.87
1.5" wall panel, fabric wrapped 7 pcf fiberglass, mount, type A	0.08	0.46	1.05	1.20	1.16	1.18
2" wall panel, fabric wrapped 7 pcf fiberglass, mount, type A	0.13	0.74	1.23	1.26	1.25	1.18
3" wall panel, fabric wrapped 7 pcf fiberglass, mount, type A	0.34	0.91	1.20	1.18	1.12	1.12
4" wall panel, fabric wrapped 7 pcf fiberglass, mount, type A	0.45	1.03	1.25	1.18	1.12	1.12

SOUND ABSORPTION DATA FOR COMMON BUILDING MATERIALS AND FURNISHINGS

Material	Sound Absorption Coefficient						NRC Number*
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
Walls (1, 2, 5)							
Sound-reflecting:							
1. Brick, unglazed	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.07	0.05
2. Brick, unglazed and painted	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.00
3. Concrete block, painted	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08	0.05
4. Cork on brick or concrete	0.02	0.03	0.05	0.03	0.03	0.02	0.05
5. Glass, heavy plate	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05
6. Glass, typical window	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04	0.15
7. Gypsum board, 1/2-in. paneling	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09	0.05
8. Marble or glazed tile	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
9. Metal venetian blinds	0.06	0.05	0.07	0.15	0.15	0.17	0.10
10. Plaster, gypsum or lime, on brick	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05
11. Plaster, gypsum or lime, on concrete block	0.12	0.09	0.07	0.05	0.05	0.04	0.05
12. Plaster, gypsum or lime, on lath	0.14	0.10	0.05	0.05	0.04	0.03	0.05
13. Plywood, 3/8-in. paneling	0.25	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11	0.15
14. Wood, 1/4-in. paneling, with air space behind	0.42	0.21	0.10	0.08	0.06	0.06	0.10
Sound-absorbing:							
15. Concrete block, coarse	0.56	0.44	0.31	0.29	0.39	0.25	0.35
16. Cork, 1 in. with air space behind	0.14	0.25	0.40	0.25	0.34	0.21	0.50
17. Lightweight drapery, 10 oz/sq yd, flat on wall (note: sound-reflecting at most frequencies)	0.03	0.04	0.11	0.17	0.24	0.35	0.15
18. Mediumweight drapery, 14 oz/sq yd, draped to half area	0.07	0.31	0.49	0.75	0.70	0.60	0.55
19. Heavyweight drapery, 18 oz/sq yd, draped to half area	0.14	0.35	0.55	0.72	0.70	0.65	0.60
20. Fiberglass fabric curtain, 8 1/2 oz/sq yd, draped to half area	0.09	0.32	0.68	0.85	0.59	0.76	0.53
21. Shredded wood fiberboard, 2 in. thick on concrete (mounting No. 4)	0.32	0.37	0.77	0.99	0.79	0.88	0.75
22. Thick, porous sound-absorbing material with open facing	0.60	0.75	0.82	0.80	0.60	0.38	0.75
23. Carpet, heavy, on 5/8 in. perforated mineral fiberboard with air space behind	0.37	0.41	0.63	0.85	0.96	0.92	0.70

*NRC (noise reduction coefficient) is an average single-number rating of a material's sound absorption coefficients. It does not include the coefficients at 125 or 4000 Hz, which are often important information. Also, the name "noise reduction coefficient" is poorly chosen since noise reduction refers to the difference in sound intensity levels between any two conditions (or rooms). See page 31 for a discussion of the NRC's uses and limitations.

Material	Sound Absorption Coefficient						NRC Number*
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
24. Wood, 1/2-in. paneling, perforated 3/16-in.-diameter holes, 11% open area, with 2 1/2-in. glass fiber in air space behind	0.40	0.90	0.80	0.50	0.40	0.50	0.65
Floors⁽⁵⁾							
Sound-reflecting:							
25. Concrete or terrazzo	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
26. Cork, rubber, linoleum, or asphalt tile on concrete	0.02	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.05
27. Marble or glazed tile	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
28. Wood	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07	0.10
29. Wood parquet on concrete	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07	0.05
Sound-absorbing:							
30. Carpet, heavy, on concrete	0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.65	0.30
31. Carpet, heavy, on foam rubber	0.08	0.24	0.57	0.69	0.71	0.75	0.55
32. Carpet, heavy, with impermeable latex backing on foam rubber	0.08	0.27	0.59	0.54	0.48	0.65	0.35
33. Indoor-outdoor carpet	0.01	0.05	0.10	0.20	0.45	0.65	0.20
Ceilings⁽⁵⁾							
Sound-reflecting:							
34. Concrete	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
35. Gypsum board, 1/2-in. thick	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09	0.05
36. Plaster, gypsum or lime, on lath	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03	0.05
37. Plywood, 5/8-in. thick	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11	0.15
Sound-absorbing: †							
38. Suspended acoustical tile, 5/4-in. thick (mounting No. 7)	0.75	0.95	0.83	0.99	0.99	0.94	0.95
39. Shredded wood fiberboard, 2 in. thick on lay-in grid (mounting No. 7)	0.59	0.51	0.53	0.73	0.88	0.74	0.65
40. Thin, porous sound-absorbing material, 3/4 in. thick (mounting No. 1)	0.10	0.60	0.80	0.82	0.78	0.60	0.75
41. Thick, porous sound-absorbing material, 2 in. thick (mounting No. 1), or thin material with air space behind (mounting No. 2)	0.38	0.60	0.78	0.80	0.78	0.70	0.75
42. Sprayed cellulose fibers, 1 in. thick on concrete (mounting No. 4)	0.08	0.29	0.75	0.98	0.93	0.76	0.75

*See p. 32

†Refer to manufacturers' catalogs or AIMA Performance Data Bulletin, which lists data for several hundred commercial sound-absorbing tile and panel materials. Data should be from up-to-date tests by acoustical laboratories per current ASTM procedures.

Material	Sound Absorption Coefficient						NRC
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
Seats and Audience (3, 3-5)[‡]							
43. Fabric well-upholstered seats, with perforated seat pans, unoccupied	0.19	0.37	0.56	0.67	0.61	0.59	
44. Leather-covered upholstered seats, unoccupied	0.44	0.54	0.60	0.62	0.58	0.58	
45. Audience, seated in upholstered seats [§]	0.59	0.57	0.80	0.94	0.92	0.87	
46. Chairs, metal or wood seats, each, unoccupied	0.15	0.19	0.22	0.39	0.58	0.59	
47. Students, informally dressed, seated in tablet-arm chairs	0.50	0.41	0.49	0.84	0.87	0.84	
Openings (5)¶							
48. Deep balcony, upholstered seats			0.50-1.00				
49. Grilles, mechanical system air			0.15-0.50				
50. Stage			0.25-0.75				
Miscellaneous (2, 5, 6)							
51. Gravel, loose and moist, 4 in. thick	0.25	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.70
52. Grass, meadow bluegrass, 2 in. high	0.11	0.26	0.60	0.69	0.92	0.99	0.60
53. Snow, freshly fallen, 4 in. thick	0.45	0.75	0.90	0.95	0.95	0.95	0.99
54. Soil, rough	0.15	0.25	0.40	0.55	0.60	0.60	0.45
55. Trees, balsam firs, 20 sq ft ground area/tree, 8 ft high	0.05	0.06	0.11	0.17	0.27	0.51	0.15
56. Water surface, as in a pool	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.00

*See p. 52

[‡]Coefficients are per square foot of seating floor area or per unit. Where the audience is widely spaced (e.g., in a courtroom, cafeteria, etc.), mid-frequency absorption can be estimated at about 5 units per person. Coefficients per person, however, must be stated in relation to spacing pattern to be precise.

[§]The audience area must be calculated to include an edge effect at aisles equal in area to a strip 5 ft wide for an aisle bounded on both sides by audience and a strip 1 1/2 ft wide for an aisle bounded on only one side by audience. No edge effect is used when the seating abuts walls or balcony fronts. The coefficients are also valid for orchestra and choral areas. Orchestra areas include people, instruments, music racks, etc., and so edge effects are used around musicians.

[¶]Coefficients for openings depend on absorption and volume of opposite side.

Test Reference

"Sound Absorption of Acoustical Materials in Reverberant Rooms," ASTM Method C425-66. American Society for Testing and Materials (ASTM), 1916 Race Street, Philadelphia, Pa. 19103.

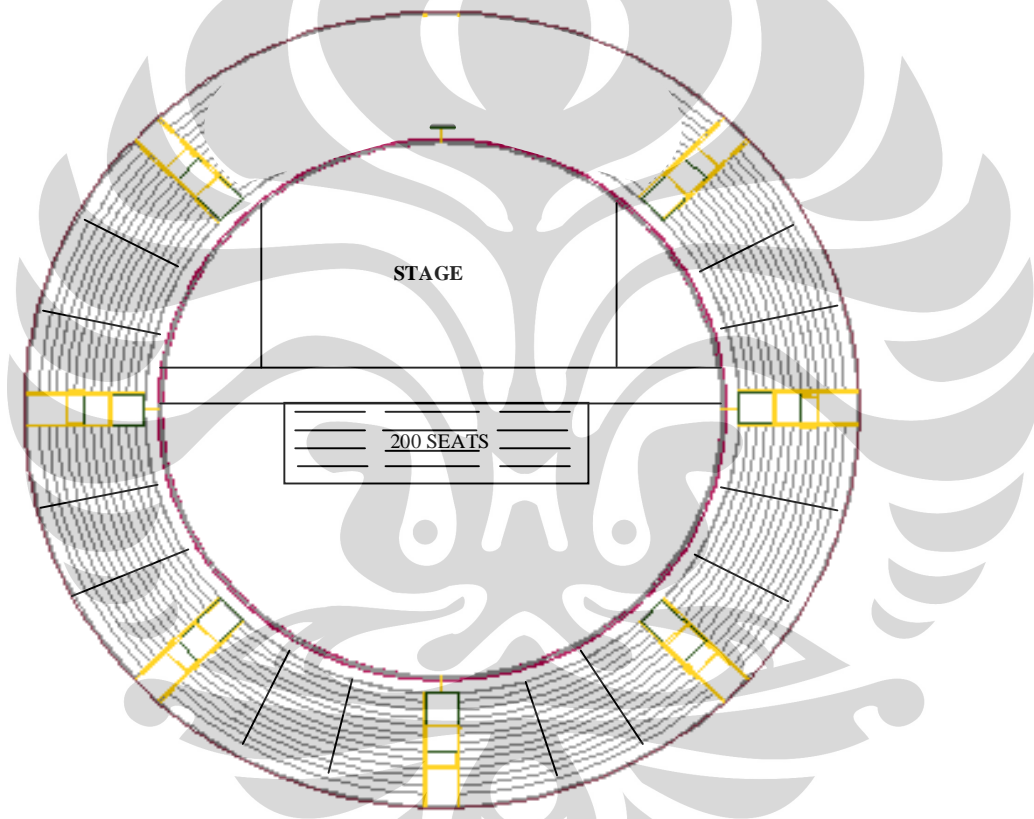
Sources

1. Beranek, L. L.; Audience and Chair Absorption in Large Halls II, *J. Acoust. Soc. Amer.*, vol. 45, no. 1, January, 1969.
2. Evans, E. J., and E. N. Bazley; "Sound Absorbing Materials," H. M. Stationery Office, London, 1964.
3. Kingsbury, H. F., and W. J. Wallace; Acoustic Absorption Characteristics of People, *Sound III*, vol. 2, no. 12, December, 1968.
4. Moore, J. E., and R. West; In Search of an Instant Audience, *J. Acoust. Soc. Amer.*, vol. 48, no. 5, December 1970.
5. "Performance Data, Architectural Acoustical Materials," Acoustical and Insulating Material Association (AIMA), 203 West Touhy Avenue, Park Ridge, Ill. 60068. This bulletin is published annually.
6. Sickman, W.; Outdoor Acoustical Treatment: Grass and Trees, *J. Acoust. Soc. Amer.*, vol. 46, no. 4, October, 1969.

KUISONER UNTUK PENONTON AUDITORIUM

HARI / TANGGAL : Selasa , 8 April 2008
LOKASI : PLENARY HALL JCC.
JENIS PERTUNJUKAN : Duran Duran Concert
DATA :

Umur : tahun
Jenis kelamin : s / u (dipilih)
Posisi kursi : silahkan diberi tanda sesuai gambar denah (tiket)
No kursi



- Berilah tanda ✓ pada salah satu jawaban yang paling tepat
- Isilah titik-titik dengan jawaban menurut pendapat anda

PERTANYAAN :

1. Bagaimana Anda mendengar Dengung ketika pertunjukan berlangsung ?

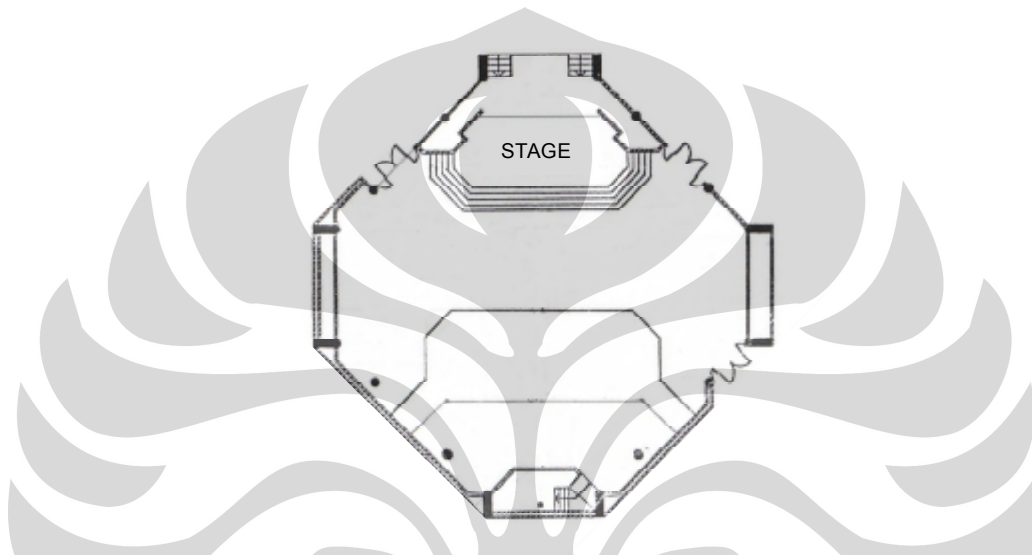
TINGKAT KENYAMANAN :

Kurang (berdengung)
Cukup
Lama (panjang)

Lanjutan di halaman sebelah

**KUISONER
UNTUK PENONTON AUDITORIUM**

HARI / TANGGAL : / / 2008
 LOKASI : ERASMUS HUIS
 JENIS PERTUNJUKAN :
 DATA : Umur : tahun
 Jenis kelamin : s / u
 Posisi kursi : silahkan di beri tanda/diisi pada gambar denah atau
 No kursi



- Anda dipercaya untuk ikut menilai mutu tata bunyi pada Auditorium ini
- Mohon diberi tanda ✓ pada salah satu dan diisi. . . . dengan jawaban paling tepat bagi anda.

PERTANYAAN :

1. Bagaimana Anda mendengar Dengung ketika pertunjukan berlangsung ?

TINGKAT KENYAMANAN : **Kurang (berdengung)**
 Cukup
 Lama (panjang)

2. Bagaimana Anda mendengar Bunyi Musik/Solo ketika pertunjukan berlangsung ?

TINGKAT KEJERNIHAN : **Kurang jernih**
 Cukup jernih
 Sangat jernih

3. Bagaimana Anda mendengar Pidato/dialog ketika pertunjukan berlangsung ?

TINGKAT KEJELASAN : **Kurang jelas**
 Cukup jelas
 Sangat jelas

Lanjutan di halaman sebelah







```
-KECIL MASTER.GEO
;PROJECT=TIM KECIL
```

```
;INCLUDE
```

```
;OFFSETCO
;OFFSETPL
```

```
MIRROR 1000 500
```

```
ABS karpet_tipis <5 10 15 20 20 30> ;L <10 10 10 10 10 10>
ABS kayu <42 21 10 8 6 6> ;4 cm
ABS plesteran <1 2 2 3 4 5>
ABS panil <40 90 80 50 40 30>
ABS difusor <5 10 20 55 60 55>
ABS gipsum <29 10 5 4 7 9>
ABS upholstered <44 54 60 62 58 50> ;kursi audience
ABS parquet <4 4 7 6 6 7 > ;
ABS beton <2 2 2 4 5 5>
ABS karpet_foam <8 27 39 34 48 63>
ABS tirai < 10 15 25 30 30 30>
ABS kaca <35 25 18 12 7 4>
ABS bukaan <100 100 100 100 100 100>
```

```
CORNERS
```

1	-6	0	0
2	-6	23	0
3	-6	23	6.40
4	-6	9.30	6.40
5	-6	9.30	10
6	-6	0	10
7	-8.5	9.30	10
8	-8.5	9.30	6.40
9	-8.5	25	10
10	-8.5	25	6.40
11	-6	9.30	0
12	-4.10	9.30	0
13	-4.10	9.30	-1.18
14	-4.10	12.70	-1.18
15	-4.10	12.70	0
16	-5.40	12.70	0
17	-5.40	13.80	0
18	-4.10	13.80	0
19	-4.10	13.80	-1.18
20	-4.10	21	0

```
;lantai 2/ plafond
```

```
;lantai
```

21	-6	9.30	3.20
22	-6	23	3.20
23	-4.10	9.30	3.20
24	-4.10	21	3.20

```
;plafond
```

25	-6	9.30	3
26	-6	23	3
27	-4.10	9.30	3
28	-4.10	21	3

```
;lantai 3/ plafond
```

```
;lantai
```

29	-6	9.30	6.40
30	-6	23	6.40

```

31    -4.10  9.30  6.40
32    -4.10  21    6.40
;plafond
33    -6     9.30  6
34    -6     23    6
35    -4.10  9.30  6
36    -4.10  21    6

;balkon 1
37    -6     9.30  1
38    -4.10  9.30  1
39    -4.10  12.70 1
40    -5     12.70 1
41    -5     12.70 0
42    -5     13.80 0
43    -5     13.80 1
44    -4.10  13.80 1
45    -4.10  20.50 1
46    -4.10  20.50 0
47    -5     20.50 0
48    -5     20.50 1
49    -3.60  21    1
50    -3.60  21.90 1
51    -3.60  21.90 0
52    -3.60  21    0
53    3.60   21    0
54    3.60   21    1

;balkon 2
55    -6     9.30  3
56    -4.10  9.30  3
57    -4.10  12.70 3
58    -5     12.70 3
59    -5     12.70 4
60    -4.10  12.70 4
61    -4.10  9.30  4
62    -6     9.30  4
63    -5     13.80 3
64    -4.10  13.80 3
65    -4.10  20.50 3
66    -5     20.50 3
67    -5     20.50 4
68    -4.10  20.50 4
69    -4.10  13.80 4
70    -5     13.80 4
71    -3.60  21.90 3
72    -3.60  21.90 4
73    -3.60  21    4
74    -3.60  21    3
75    3.60   21    3
76    3.60   21    4

;rg monitor
77    -4.10  25    6.40
78    -4.10  21    6.40
79    -4.10  20    10
80    -4.10  25    10
81    -3     20.8  6.80;kaca
82    -3     20.55 7.80;kaca
83    3     20.55 7.80;kaca
84    3     20.8  6.80;kaca
85    -6     9.30  10
86    -6     9.30  6

```


;dinding difusor lt 1_panil

87	-6	9.30	0.5
88	-6	11.60	0.5
89	-6	11.60	2.80
90	-6	9.30	2.80
91	-6	15	0.5
92	-6	22	0.5
93	-6	22	2.80
94	-6	15	2.80
95	-4.30	23	0.5
96	4.30	23	0.5
97	4.30	23	2.80
98	-4.30	23	2.80

;dinding difusor lt 2_panil

99	-6	9.30	4
100	-6	11.60	4
101	-6	11.60	5.85
102	-6	9.30	5.85
103	-6	15	4
104	-6	22	4
105	-6	22	5.85
106	-6	15	5.85
107	-4.30	23	4
108	4.30	23	4
109	4.30	23	5.85
110	-4.30	23	5.85

;bukaan lt 1

111	-6	11.60	0
112	-6	15	0
113	-6	15	2.85
114	-6	11.60	2.85
115	-6	21.80	0
116	-6	23	0
117	-6	23	2.85
118	-6	21.80	2.85
119	-4.40	23	0
120	-4.40	23	2.85

; bukaan lt 2

121	-6	11.60	3
122	-6	15	3
123	-6	15	5.85
124	-6	11.60	5.85
125	-6	21.80	3
126	-6	23	3
127	-6	23	5.85
128	-6	21.80	5.85
129	-4.40	23	3
130	-4.40	23	5.85

;pintu

131	-4.10	24	6.40
132	-4.10	24	8.50
133	-4.10	25	8.50

PLANES

```
[1 lantai panggung /1 1001 1011 11/ parquet]
[2 lantai audience /13 1013 1014 14/ parquet]
[3 lantai audience 1 /14 1014 1019 19/ karpet_foam]
[4 lantai audience 2 /19 1019 1020 20/ karpet_foam]
[5 lantai balkon 1 /11 12 15 16 17 18 20 1020 1018 1017 1016 1015 1012 1011 1002
2/ karpet_foam]
```

```

[6 dinding stage 1 /13 12 1012 1013/ beton]
[7 dinding stage 2 /13 14 15 12/ kayu]
[8 dinding stage 3 /18 19 20/ kayu]
[9 dinding stage 4 /18 17 19/ kayu]
[10 dinding stage 5 /16 15 14 / kayu]

[11 tangga 1 / 14 19 17 16/ karpet_foam]

[12 dinding 1 /1 2 3 4 5 6/
(a /87 88 89 90/ panil)
(b /91 92 93 94/ panil)

(d /99 100 101 102/ panil)
(e /103 104 105 106/ panil)

(g /111 112 113 114/ bukaan)
(h /115 116 117 118/ bukaan)
(i /1 2 3 4 5 6/ karpet_tipis)]
[13 dinding panggung /1 6 1006 1001/ tirai]
[14 dinding depan /2 1002 1003 3/
(j /95 96 97 98/ panil)
(k /107 108 109 110/ panil)
(l /116 119 120 117/ bukaan)
(m /126 129 130 127/ bukaan)
(n /2 1002 1003 3/ karpet_tipis)]
[15 plafond atap /6 5 7 9 1009 1007 1005 1006/ beton]

;[dinding 2 /8' 11 10 8/ plesteran]
;[dinding 3 /6 9 8 7/ plesteran]
;[ dinding depan lt 3 /11 1011 1010 10/ plesteran]

;lantai 2
[16 plafond 1 \25 27 28 1028 1027 1025 1026 26\ gipsum]
;[17 lantai 2 /

;lantai 3
[17 plafond 2 \33 35 36 1036 1035 1033 1034 34\ gipsum]

;balkon lt 1
[18 balkon 1 /11 12 38 37/ difusor]
[19 balkon 1a /14 41 40 39/ difusor]
[20 balkon 1b /63 64 69 70/ difusor]
[21 balkon 1c /65 66 67 68/ difusor]
[22 balkon 1d /51 52 49 50/ difusor]
[23 balkon 1e /12 14 39 38/ difusor]
[24 balkon 1f /18 46 45 44/ difusor]
[25 balkon 1g /52 53 54 49/ difusor]

;balkon lt 2
[26 balkon 2a /55 56 61 62/ difusor]
[27 balkon 2b /57 58 59 60/ difusor]
[28 balkon 2c /64 69 70 63/ difusor]
[29 balkon 2d /65 66 67 68/ difusor]
[30 balkon 2e /74 73 72 71/ difusor]
[31 balkon 2f /56 57 60 61/ difusor]
[32 balkon 2g /64 65 68 69/ difusor]
[33 balkon 2h /74 75 76 73/ difusor]

;rg monitor
[34 dinding 1 /78 1078 1079 79/
(o /81 84 83 82/ kaca)

```

```
(p / 78 1078 1079 79/ plesteran)]  
[35 dinding 2 /77 78 79 80/  
(q pintu /77 131 132 133/ kayu)  
(r /77 78 79 80/ plesteran)]
```

```
;layar panggung  
[37 layar depan /5 1005 1004 4/ tirai]  
[38 layar 1 /1 11 5 6/ tirai]
```

```
;Audience balkon  
[39 balkon lt2 /21 23 24 1024 1023 1021 1022 22/ upholstered]  
[40 floor /14 1014 1019 1020 20 19/ upholstered]  
[41 balkon lt1 /11 12 15 16 17 18 20 1020 1018 1017 1016 1015 1012 1011 1002 2/  
upholstered]
```

```
;dinding lt3  
[42 dinding 1 /4 8 7 5/ plesteran]  
[43 dinding 2 /8 10 9 7/ plesteran]  
[45 dinding 3 /10 77 80 9/ plesteran]  
[46 lantai /8 4 3 1003 1004 1008 1010 10/ beton]
```

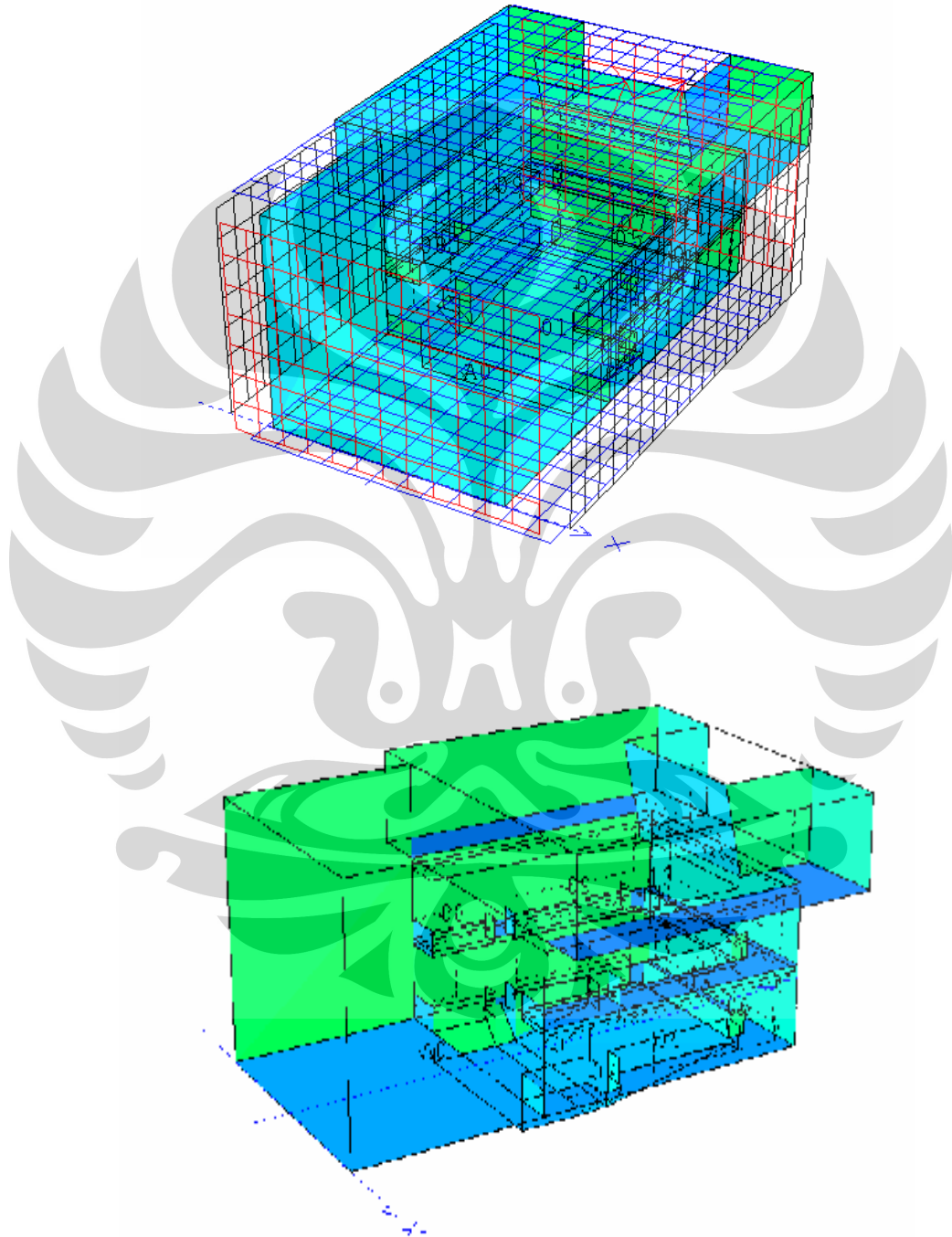
```
;lantai 2  
[47 lantai /21 23 24 1024 1023 1021 1022 22/karpet_foam]
```

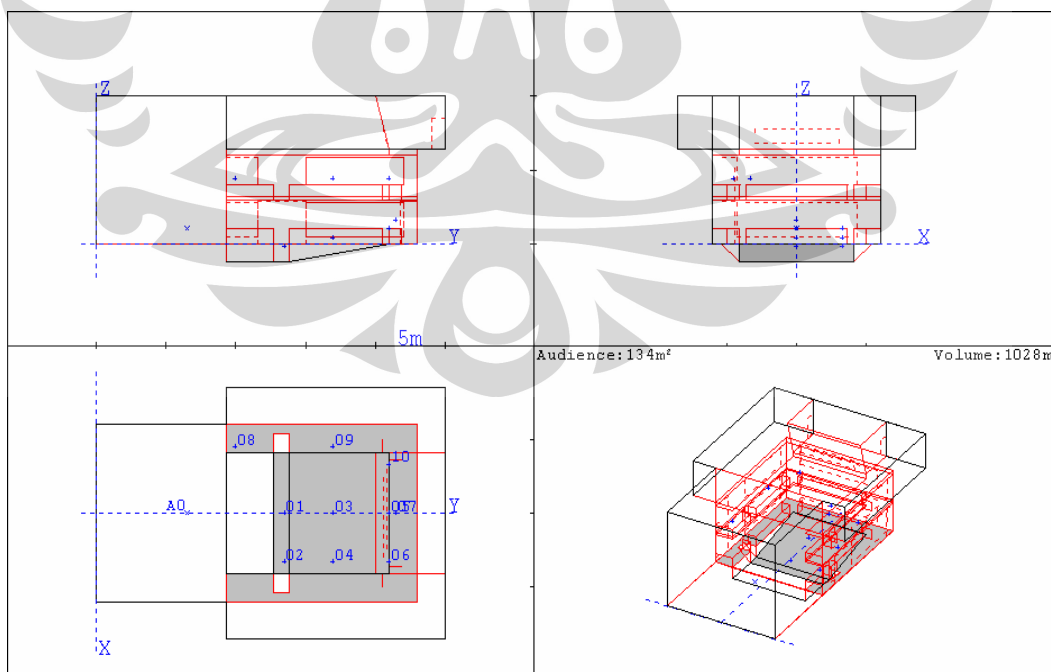
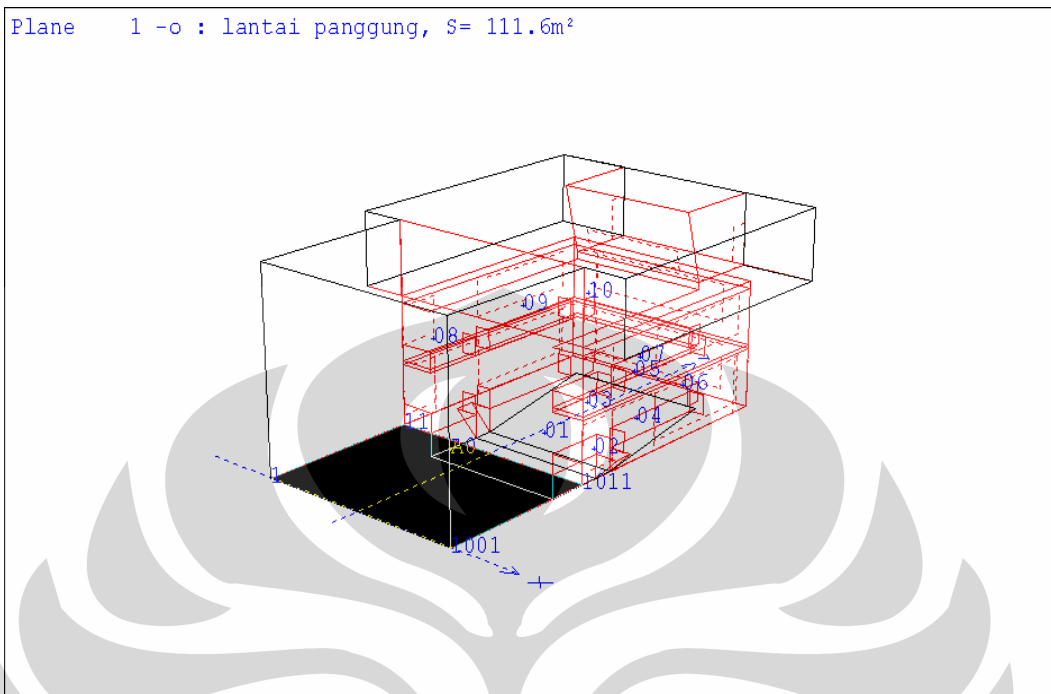
```
;panil lantai 2  
;[42 dinding 1 /85 86 87 88/ panil]  
;[43 dinding 2 /89 90 91 92/ panil]  
;[44 dinding 3 /93 94 95 96/ panil]
```

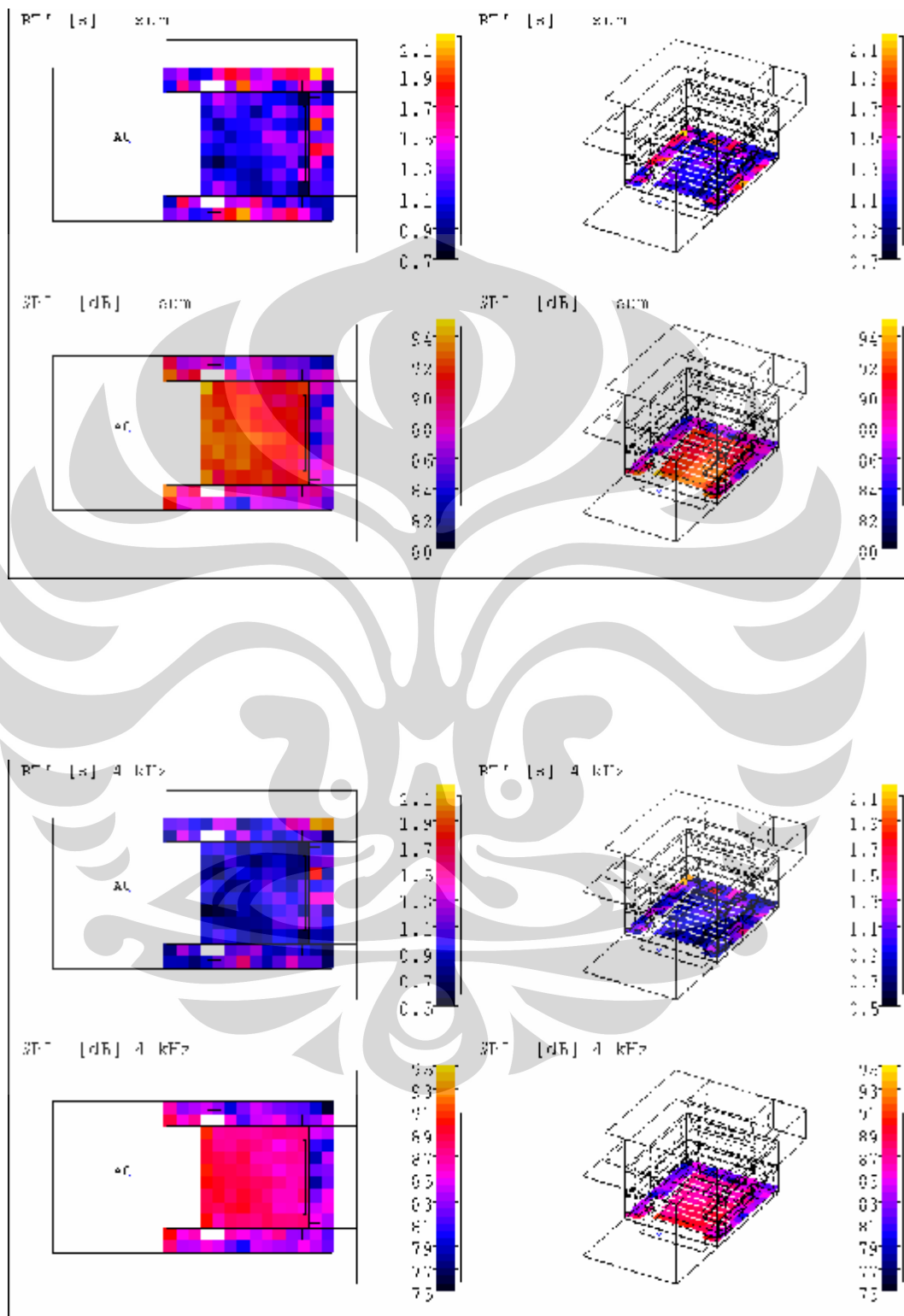
```
;bukaan  
;lantai 1  
;[45 bukaan 1 /97 98 99 100/ bukaan]  
;[46 bukaan 2 /101 102 103 104/ bukaan]  
;[47 bukaan 3 /102 105 106 103/ bukaan]  
;lantai 2  
;[48 bukaan 1 /107 108 109 110/ bukaan]  
;[49 bukaan 2 /111 112 113 114/ bukaan]  
;[50 bukaan 3 /112 115 116 113/ bukaan]
```

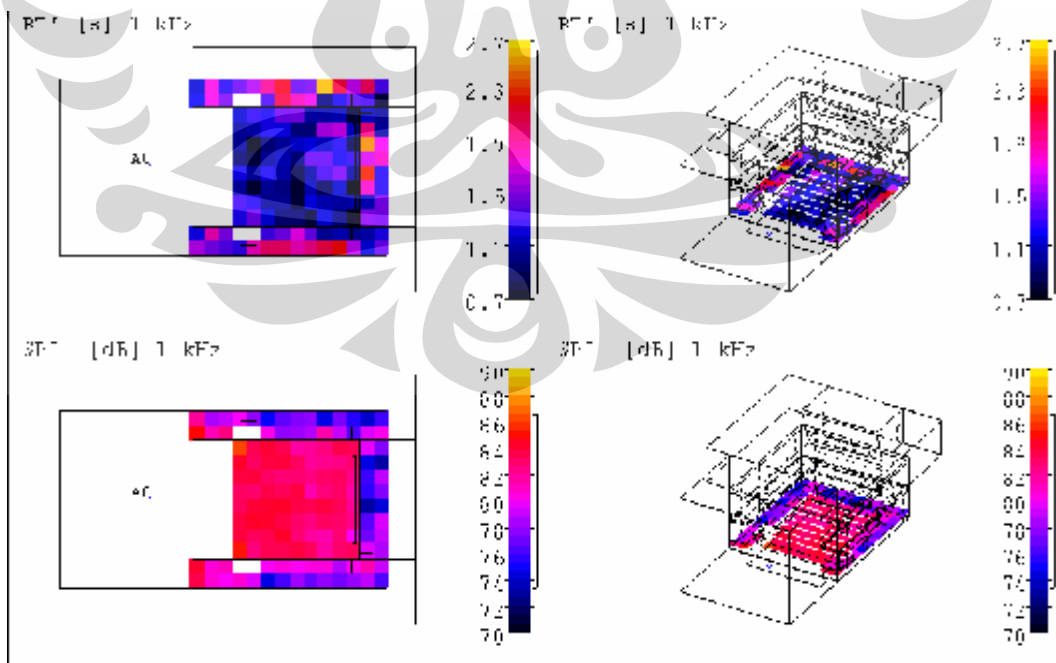
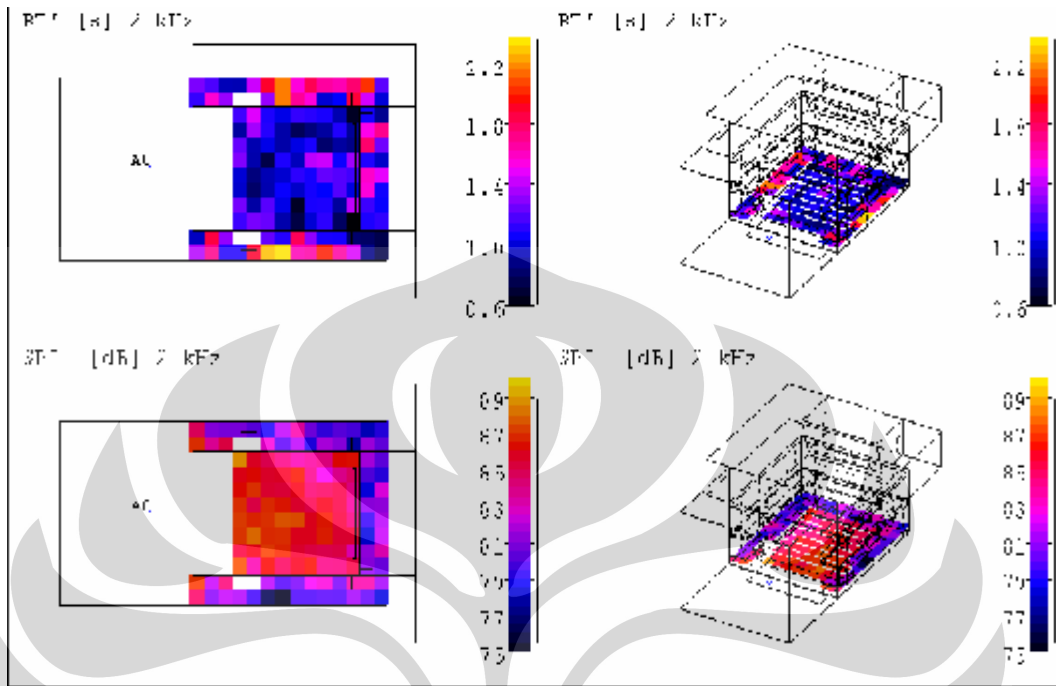
```
;[id name / / (a / / a_abs) (b / / b_abs) ]
```

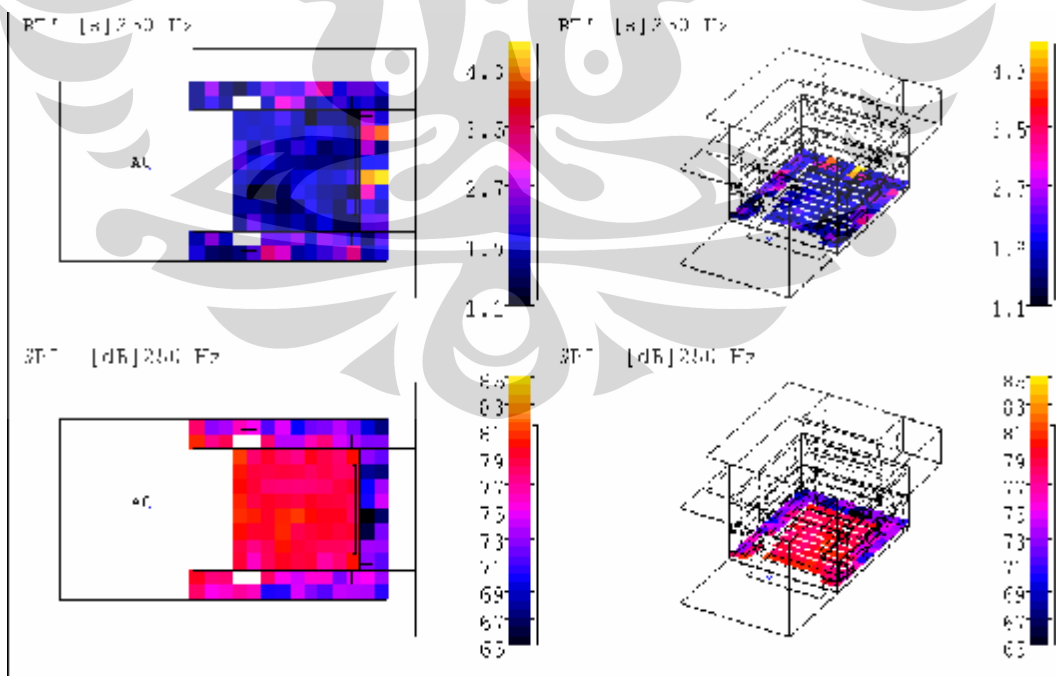
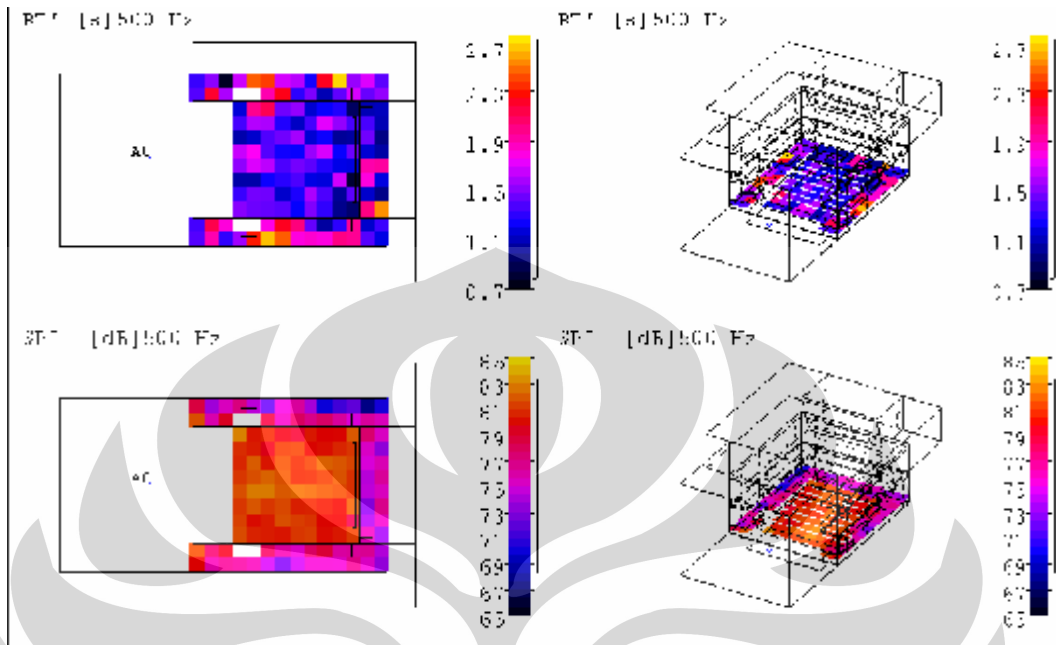
HASIL SIMULASI RT DENGAN CATT V7.2
DI LABORATORIUM KOMPUTER DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA
ITB

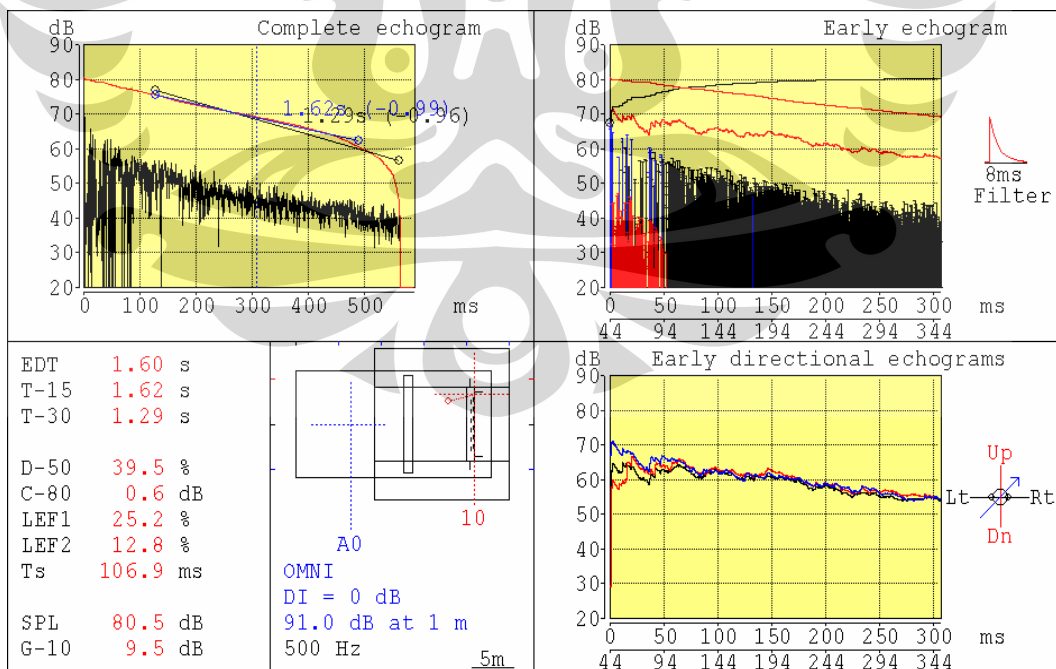
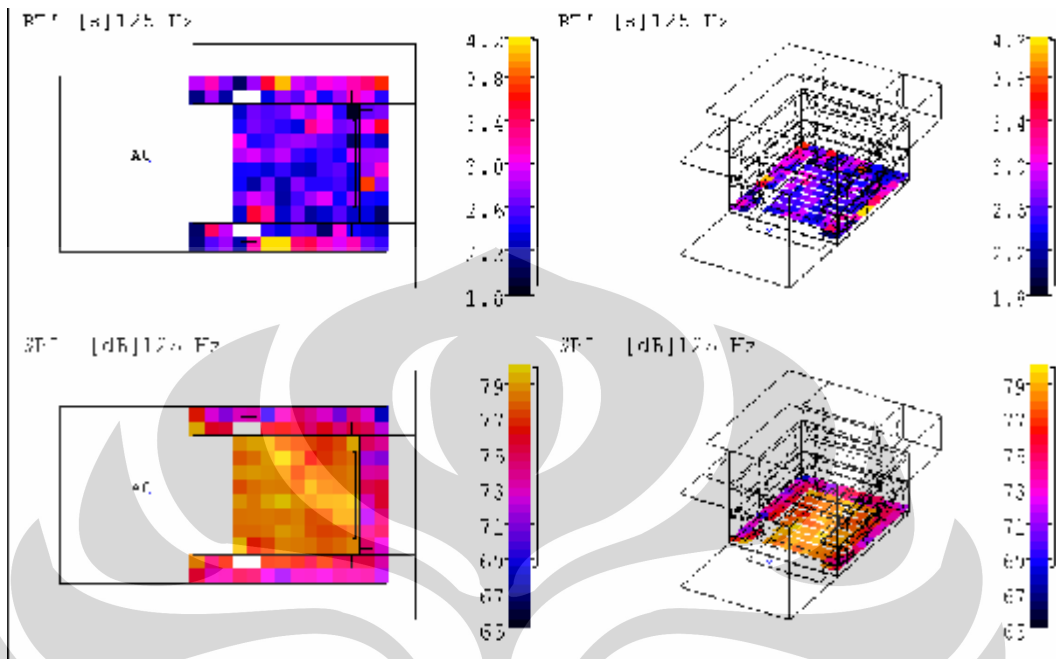












5. Lamp. On-site 1. TXT

"Instrument", "B&K- 7667, VP7342, V1. 20, 145, 106, 113, 165, 109, 133"
"File no.", "001"
"Measured", "08-06-21 11:30:12"
"Measurement text", "NOISE BARRIER"
"Measurement type", "1 Channel Auto Spectrum Analysis (single)"
"Input ch. A", "PROBE/PREAMP, HP 100 Hz, Max. 102 dB, ref. 2.0E-05 Pa."
"No. of spectra", "100"
"Bandwidth", "1/3 oct., 22.4E+3 Hz upper freq. real time."
"Averaging", "Linear, 0:00:00.100, IMPULS-AVERAGING"
"Spectrum weight ch. A", "Add to spectrum : LIN., Add to W-Ch : A"
"Hold", "Inactive"
"Applications", "Inactive"

(Start of Data)

"Spectrum no.", "1"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 26.88
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 25.63
"20.00", "V", 17.85
"25.00", "V", 40.24
"31.50", "V", 37.21
"40.00", "V", 35.63
"50.00", "V", 43.93
"63.00", "V", 55.69
"80.00", "V", 60.32
"100.00", "V", 61.41
"125.00", "V", 68.11
"160.00", "V", 67.68
"200.00", "V", 71.45
"250.00", "V", 73.45
"315.00", "V", 74.81
"400.00", "V", 75.09
"500.00", "V", 72.84
"630.00", "V", 72.11
"800.00", "V", 73.28
"1000.00", "V", 71.85
"1250.00", "V", 70.32
"1600.00", "V", 67.57
"2000.00", "V", 66.67
"2500.00", "V", 64.30
"3150.00", "V", 65.83
"4000.00", "V", 66.30
"5000.00", "V", 66.72
"6300.00", "V", 64.65
"8000.00", "V", 57.52
"10000.00", "V", 52.89
"12500.00", "V", 45.53
"16000.00", "V", 36.03
"20000.00", "V", 19.68
"A/L", "V", 83.68
"I", "V", 82.15

"Spectrum no.", "2"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22

5. Lamp. On-site 1. TXT

"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", 26.88
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 22.62
"16.00", "V", 27.40
"20.00", "V", 17.85
"25.00", "V", 35.49
"31.50", "V", 35.49
"40.00", "V", 42.78
"50.00", "V", 40.47
"63.00", "V", 51.06
"80.00", "V", 60.58
"100.00", "V", 62.75
"125.00", "V", 66.58
"160.00", "V", 67.71
"200.00", "V", 72.81
"250.00", "V", 71.94
"315.00", "V", 72.76
"400.00", "V", 73.26
"500.00", "V", 72.72
"630.00", "V", 74.29
"800.00", "V", 72.60
"1000.00", "V", 70.88
"1250.00", "V", 71.26
"1600.00", "V", 69.52
"2000.00", "V", 67.33
"2500.00", "V", 64.79
"3150.00", "V", 65.76
"4000.00", "V", 65.94
"5000.00", "V", 66.04
"6300.00", "V", 64.67
"8000.00", "V", 56.98
"10000.00", "V", 52.16
"12500.00", "V", 45.46
"16000.00", "V", 34.67
"20000.00", "V", 19.78
"A/L", "V", 83.25
"I", "V", 83.79

"Spectrum no.", "3"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", 20.86
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 26.88
"12.50", "V", 22.62
"16.00", "V", 24.83
"20.00", "V", -238.27

5. Lamp. On-site 1. TXT

"25.00", "V", 30.97
"31.50", "V", 35.91
"40.00", "V", 44.03
"50.00", "V", 47.13
"63.00", "V", 53.06
"80.00", "V", 53.50
"100.00", "V", 55.29
"125.00", "V", 64.96
"160.00", "V", 74.86
"200.00", "V", 74.15
"250.00", "V", 71.94
"315.00", "V", 73.45
"400.00", "V", 76.10
"500.00", "V", 73.19
"630.00", "V", 72.95
"800.00", "V", 75.82
"1000.00", "V", 71.35
"1250.00", "V", 72.51
"1600.00", "V", 68.67
"2000.00", "V", 66.65
"2500.00", "V", 64.30
"3150.00", "V", 64.98
"4000.00", "V", 65.97
"5000.00", "V", 65.45
"6300.00", "V", 63.97
"8000.00", "V", 57.17
"10000.00", "V", 52.16
"12500.00", "V", 45.41
"16000.00", "V", 34.52
"20000.00", "V", 19.38
"A/L", "V", 84.52
"I", "V", 84.64

"Spectrum no.", "4"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", 20.86
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 27.85
"12.50", "V", 17.85
"16.00", "V", 26.29
"20.00", "V", 17.85
"25.00", "V", 38.80
"31.50", "V", 28.06
"40.00", "V", 47.15
"50.00", "V", 45.79
"63.00", "V", 55.13
"80.00", "V", 57.36
"100.00", "V", 61.29
"125.00", "V", 66.74
"160.00", "V", 73.78
"200.00", "V", 74.74
"250.00", "V", 69.75
"315.00", "V", 73.23
"400.00", "V", 74.18
"500.00", "V", 75.09
"630.00", "V", 73.82
"800.00", "V", 70.18
"1000.00", "V", 69.68

5. Lamp. On-site 1. TXT

"1250.00", "V", 70.25
"1600.00", "V", 69.35
"2000.00", "V", 65.76
"2500.00", "V", 64.46
"3150.00", "V", 65.33
"4000.00", "V", 65.83
"5000.00", "V", 64.63
"6300.00", "V", 64.89
"8000.00", "V", 57.34
"10000.00", "V", 52.52
"12500.00", "V", 45.23
"16000.00", "V", 34.69
"20000.00", "V", 19.33
"A/L", "V", 83.54
"I", "V", 84.99

"Spectrum no. ", "5"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 17.85
"20.00", "V", 26.29
"25.00", "V", 41.56
"31.50", "V", 39.44
"40.00", "V", 36.17
"50.00", "V", 47.81
"63.00", "V", 50.54
"80.00", "V", 53.55
"100.00", "V", 61.97
"125.00", "V", 68.32
"160.00", "V", 72.95
"200.00", "V", 71.73
"250.00", "V", 70.06
"315.00", "V", 72.62
"400.00", "V", 73.63
"500.00", "V", 75.02
"630.00", "V", 73.28
"800.00", "V", 72.39
"1000.00", "V", 71.26
"1250.00", "V", 70.51
"1600.00", "V", 67.87
"2000.00", "V", 67.14
"2500.00", "V", 65.05
"3150.00", "V", 66.30
"4000.00", "V", 65.50
"5000.00", "V", 64.63
"6300.00", "V", 64.46
"8000.00", "V", 57.85
"10000.00", "V", 53.06
"12500.00", "V", 45.88
"16000.00", "V", 34.62
"20000.00", "V", 20.08
"A/L", "V", 83.32
"I", "V", 84.92

"Spectrum no. ", "6"

"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
 "0.50", "V", -223.22
 "0.63", "V", -223.22
 "0.80", "V", -226.23
 "1.00", "V", -226.23
 "1.25", "V", -226.23
 "1.60", "V", -229.24
 "2.00", "V", -229.24
 "2.50", "V", -229.24
 "3.15", "V", -232.25
 "4.00", "V", 23.87
 "5.00", "V", -232.25
 "6.30", "V", -235.26
 "8.00", "V", -235.26
 "10.00", "V", 20.86
 "12.50", "V", -238.27
 "16.00", "V", 20.86
 "20.00", "V", 20.86
 "25.00", "V", 39.09
 "31.50", "V", 41.58
 "40.00", "V", 31.16
 "50.00", "V", 45.30
 "63.00", "V", 43.74
 "80.00", "V", 58.94
 "100.00", "V", 61.83
 "125.00", "V", 69.24
 "160.00", "V", 75.75
 "200.00", "V", 70.27
 "250.00", "V", 69.31
 "315.00", "V", 71.38
 "400.00", "V", 79.44
 "500.00", "V", 72.15
 "630.00", "V", 72.91
 "800.00", "V", 73.52
 "1000.00", "V", 70.06
 "1250.00", "V", 71.19
 "1600.00", "V", 67.85
 "2000.00", "V", 67.03
 "2500.00", "V", 63.52
 "3150.00", "V", 65.78
 "4000.00", "V", 65.54
 "5000.00", "V", 63.92
 "6300.00", "V", 64.53
 "8000.00", "V", 57.34
 "10000.00", "V", 52.33
 "12500.00", "V", 45.13
 "16000.00", "V", 34.50
 "20000.00", "V", 19.12
 "A/L", "V", 84.43
 "I", "V", 84.95

"Spectrum no.", "7"
 "Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
 "0.50", "V", -223.22
 "0.63", "V", -223.22
 "0.80", "V", -226.23
 "1.00", "V", -226.23
 "1.25", "V", -226.23
 "1.60", "V", -229.24
 "2.00", "V", -229.24
 "2.50", "V", -229.24
 "3.15", "V", -232.25
 "4.00", "V", -232.25
 "5.00", "V", -232.25
 "6.30", "V", -235.26
 "8.00", "V", -235.26
 "10.00", "V", -235.26
 "12.50", "V", -238.27

5. Lamp. On-site 1. TXT

"16.00", "V", 30.41
"20.00", "V", 30.62
"25.00", "V", 41.93
"31.50", "V", 39.75
"40.00", "V", 33.82
"50.00", "V", 46.75
"63.00", "V", 48.87
"80.00", "V", 55.43
"100.00", "V", 62.28
"125.00", "V", 66.37
"160.00", "V", 73.92
"200.00", "V", 73.23
"250.00", "V", 71.40
"315.00", "V", 71.38
"400.00", "V", 71.40
"500.00", "V", 73.68
"630.00", "V", 70.55
"800.00", "V", 72.58
"1000.00", "V", 70.84
"1250.00", "V", 70.67
"1600.00", "V", 69.14
"2000.00", "V", 64.77
"2500.00", "V", 64.60
"3150.00", "V", 65.17
"4000.00", "V", 65.78
"5000.00", "V", 65.71
"6300.00", "V", 63.66
"8000.00", "V", 57.50
"10000.00", "V", 52.75
"12500.00", "V", 46.24
"16000.00", "V", 35.14
"20000.00", "V", 19.38
"A/L", "V", 83.07
"I", "V", 84.90

"Spectrum no.", "8"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 23.87
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 27.40
"20.00", "V", 20.86
"25.00", "V", 41.77
"31.50", "V", 36.34
"40.00", "V", 40.07
"50.00", "V", 51.69
"63.00", "V", 50.02
"80.00", "V", 54.16
"100.00", "V", 61.48
"125.00", "V", 67.38
"160.00", "V", 67.57
"200.00", "V", 74.76
"250.00", "V", 69.85
"315.00", "V", 74.65
"400.00", "V", 72.46
"500.00", "V", 74.36
"630.00", "V", 74.39

5. Lamp. On-site 1. TXT

"800.00", "V", 73.54
"1000.00", "V", 71.17
"1250.00", "V", 69.61
"1600.00", "V", 69.00
"2000.00", "V", 67.66
"2500.00", "V", 65.00
"3150.00", "V", 65.50
"4000.00", "V", 65.62
"5000.00", "V", 64.56
"6300.00", "V", 63.71
"8000.00", "V", 57.38
"10000.00", "V", 52.16
"12500.00", "V", 46.12
"16000.00", "V", 35.11
"20000.00", "V", 19.33
"A/L", "V", 83.32
"I", "V", 84.81

"Spectrum no.", "9"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 23.87
"12.50", "V", 17.85
"16.00", "V", 20.86
"20.00", "V", 27.85
"25.00", "V", 40.05
"31.50", "V", 38.69
"40.00", "V", 40.73
"50.00", "V", 51.69
"63.00", "V", 52.42
"80.00", "V", 58.11
"100.00", "V", 60.58
"125.00", "V", 69.52
"160.00", "V", 70.81
"200.00", "V", 73.31
"250.00", "V", 67.31
"315.00", "V", 70.55
"400.00", "V", 73.66
"500.00", "V", 73.78
"630.00", "V", 72.25
"800.00", "V", 74.41
"1000.00", "V", 71.73
"1250.00", "V", 72.48
"1600.00", "V", 67.94
"2000.00", "V", 66.51
"2500.00", "V", 65.12
"3150.00", "V", 65.26
"4000.00", "V", 65.45
"5000.00", "V", 65.38
"6300.00", "V", 64.46
"8000.00", "V", 57.05
"10000.00", "V", 52.94
"12500.00", "V", 45.72
"16000.00", "V", 35.35
"20000.00", "V", 19.24
"A/L", "V", 84.15
"I", "V", 84.74

5. Lamp. On-site 1. TXT

```
"Spectrum no. ", " 10"  
"Frequency [Hz] ", " ", "Auto-A [dB] "  
"0.40", "V", -223.22  
"0.50", "V", -223.22  
"0.63", "V", -223.22  
"0.80", "V", -226.23  
"1.00", "V", -226.23  
"1.25", "V", -226.23  
"1.60", "V", -229.24  
"2.00", "V", -229.24  
"2.50", "V", -229.24  
"3.15", "V", -232.25  
"4.00", "V", -232.25  
"5.00", "V", -232.25  
"6.30", "V", -235.26  
"8.00", "V", -235.26  
"10.00", "V", -235.26  
"12.50", "V", 20.86  
"16.00", "V", 27.40  
"20.00", "V", 33.42  
"25.00", "V", 39.39  
"31.50", "V", 29.47  
"40.00", "V", 43.63  
"50.00", "V", 48.96  
"63.00", "V", 49.93  
"80.00", "V", 58.84  
"100.00", "V", 58.87  
"125.00", "V", 68.37  
"160.00", "V", 71.66  
"200.00", "V", 76.41  
"250.00", "V", 69.00  
"315.00", "V", 71.71  
"400.00", "V", 76.72  
"500.00", "V", 72.27  
"630.00", "V", 71.68  
"800.00", "V", 72.98  
"1000.00", "V", 72.98  
"1250.00", "V", 71.12  
"1600.00", "V", 68.88  
"2000.00", "V", 67.45  
"2500.00", "V", 64.16  
"3150.00", "V", 64.96  
"4000.00", "V", 65.97  
"5000.00", "V", 65.19  
"6300.00", "V", 64.98  
"8000.00", "V", 57.78  
"10000.00", "V", 52.21  
"12500.00", "V", 45.84  
"16000.00", "V", 34.85  
"20000.00", "V", 19.94  
"A/L", "V", 83.23  
"I", "V", 85.09
```

```
"Spectrum no. ", " 11"  
"Frequency [Hz] ", " ", "Auto-A [dB] "  
"0.40", "V", -223.22  
"0.50", "V", -223.22  
"0.63", "V", -223.22  
"0.80", "V", -226.23  
"1.00", "V", -226.23  
"1.25", "V", -226.23  
"1.60", "V", -229.24  
"2.00", "V", -229.24  
"2.50", "V", -229.24  
"3.15", "V", -232.25  
"4.00", "V", -232.25  
"5.00", "V", -232.25  
"6.30", "V", -235.26  
"8.00", "V", -235.26
```

5. Lamp. On-site 1. TXT

"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 17.85
"16.00", "V", 27.40
"20.00", "V", 20.86
"25.00", "V", 38.80
"31.50", "V", 30.01
"40.00", "V", 40.97
"50.00", "V", 46.14
"63.00", "V", 51.32
"80.00", "V", 57.62
"100.00", "V", 62.75
"125.00", "V", 63.33
"160.00", "V", 67.83
"200.00", "V", 71.71
"250.00", "V", 74.36
"315.00", "V", 72.98
"400.00", "V", 76.08
"500.00", "V", 72.27
"630.00", "V", 72.11
"800.00", "V", 71.73
"1000.00", "V", 70.88
"1250.00", "V", 70.51
"1600.00", "V", 69.17
"2000.00", "V", 66.67
"2500.00", "V", 65.52
"3150.00", "V", 66.13
"4000.00", "V", 65.24
"5000.00", "V", 65.59
"6300.00", "V", 64.25
"8000.00", "V", 58.28
"10000.00", "V", 52.28
"12500.00", "V", 46.00
"16000.00", "V", 35.44
"20000.00", "V", 20.11
"A/L", "V", 83.07
"I", "V", 85.02

"Spectrum no.", "12"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 22.62
"16.00", "V", 30.15
"20.00", "V", 26.29
"25.00", "V", 41.02
"31.50", "V", 37.68
"40.00", "V", 44.54
"50.00", "V", 46.02
"63.00", "V", 53.34
"80.00", "V", 61.76
"100.00", "V", 60.28
"125.00", "V", 66.25
"160.00", "V", 71.49
"200.00", "V", 70.60
"250.00", "V", 68.88
"315.00", "V", 72.74
"400.00", "V", 75.66

5. Lamp. On-site 1. TXT

"500.00", "V", 73.61
"630.00", "V", 72.22
"800.00", "V", 74.22
"1000.00", "V", 70.34
"1250.00", "V", 69.75
"1600.00", "V", 67.36
"2000.00", "V", 66.13
"2500.00", "V", 65.24
"3150.00", "V", 65.52
"4000.00", "V", 65.22
"5000.00", "V", 64.51
"6300.00", "V", 64.13
"8000.00", "V", 57.64
"10000.00", "V", 52.89
"12500.00", "V", 46.17
"16000.00", "V", 35.02
"20000.00", "V", 19.94
"A/L", "V", 83.58
"I", "V", 84.92

"Spectrum no.", "13"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 17.85
"16.00", "V", 25.63
"20.00", "V", 27.40
"25.00", "V", 35.65
"31.50", "V", 37.56
"40.00", "V", 40.90
"50.00", "V", 42.59
"63.00", "V", 45.58
"80.00", "V", 60.37
"100.00", "V", 60.44
"125.00", "V", 65.33
"160.00", "V", 66.20
"200.00", "V", 73.07
"250.00", "V", 72.15
"315.00", "V", 75.47
"400.00", "V", 75.00
"500.00", "V", 75.16
"630.00", "V", 72.58
"800.00", "V", 73.80
"1000.00", "V", 72.91
"1250.00", "V", 70.53
"1600.00", "V", 68.46
"2000.00", "V", 66.09
"2500.00", "V", 64.79
"3150.00", "V", 65.94
"4000.00", "V", 66.13
"5000.00", "V", 66.09
"6300.00", "V", 64.04
"8000.00", "V", 57.83
"10000.00", "V", 52.42
"12500.00", "V", 45.74
"16000.00", "V", 34.83
"20000.00", "V", 19.92

5. Lamp. On-site 1. TXT

"A/L", "V", 83. 79
"I", "V", 84. 83

"Spectrum no. ", "14"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0. 40", "V", -223. 22
"0. 50", "V", -223. 22
"0. 63", "V", -223. 22
"0. 80", "V", -226. 23
"1. 00", "V", -226. 23
"1. 25", "V", -226. 23
"1. 60", "V", -229. 24
"2. 00", "V", -229. 24
"2. 50", "V", -229. 24
"3. 15", "V", -232. 25
"4. 00", "V", -232. 25
"5. 00", "V", -232. 25
"6. 30", "V", -235. 26
"8. 00", "V", -235. 26
"10. 00", "V", -235. 26
"12. 50", "V", -238. 27
"16. 00", "V", 24. 83
"20. 00", "V", 26. 29
"25. 00", "V", 37. 23
"31. 50", "V", 35. 72
"40. 00", "V", 44. 92
"50. 00", "V", 51. 34
"63. 00", "V", 48. 07
"80. 00", "V", 58. 35
"100. 00", "V", 62. 82
"125. 00", "V", 68. 70
"160. 00", "V", 68. 46
"200. 00", "V", 73. 02
"250. 00", "V", 71. 78
"315. 00", "V", 73. 87
"400. 00", "V", 76. 53
"500. 00", "V", 75. 02
"630. 00", "V", 73. 96
"800. 00", "V", 75. 12
"1000. 00", "V", 71. 92
"1250. 00", "V", 71. 02
"1600. 00", "V", 68. 11
"2000. 00", "V", 66. 30
"2500. 00", "V", 64. 13
"3150. 00", "V", 65. 87
"4000. 00", "V", 64. 63
"5000. 00", "V", 65. 38
"6300. 00", "V", 64. 51
"8000. 00", "V", 57. 60
"10000. 00", "V", 53. 24
"12500. 00", "V", 45. 32
"16000. 00", "V", 34. 36
"20000. 00", "V", 19. 83
"A/L", "V", 84. 19
"I", "V", 84. 81

"Spectrum no. ", "15"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0. 40", "V", -223. 22
"0. 50", "V", -223. 22
"0. 63", "V", -223. 22
"0. 80", "V", -226. 23
"1. 00", "V", -226. 23
"1. 25", "V", -226. 23
"1. 60", "V", -229. 24
"2. 00", "V", -229. 24
"2. 50", "V", -229. 24
"3. 15", "V", -232. 25
"4. 00", "V", -232. 25
"5. 00", "V", -232. 25

5. Lamp. On-site 1. TXT

"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 22.62
"16.00", "V", 29.89
"20.00", "V", 27.40
"25.00", "V", 35.32
"31.50", "V", 36.15
"40.00", "V", 43.77
"50.00", "V", 46.71
"63.00", "V", 49.39
"80.00", "V", 56.51
"100.00", "V", 58.75
"125.00", "V", 63.85
"160.00", "V", 72.22
"200.00", "V", 72.84
"250.00", "V", 73.05
"315.00", "V", 75.26
"400.00", "V", 73.71
"500.00", "V", 72.84
"630.00", "V", 70.27
"800.00", "V", 72.58
"1000.00", "V", 71.05
"1250.00", "V", 70.08
"1600.00", "V", 68.08
"2000.00", "V", 67.66
"2500.00", "V", 65.05
"3150.00", "V", 65.59
"4000.00", "V", 65.17
"5000.00", "V", 64.60
"6300.00", "V", 64.44
"8000.00", "V", 57.67
"10000.00", "V", 52.61
"12500.00", "V", 45.86
"16000.00", "V", 35.18
"20000.00", "V", 19.73
"A/L", "V", 83.11
"I", "V", 84.74

"Spectrum no.", "16"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 22.62
"16.00", "V", 26.88
"20.00", "V", 23.87
"25.00", "V", 34.43
"31.50", "V", 38.76
"40.00", "V", 48.68
"50.00", "V", 50.61
"63.00", "V", 48.61
"80.00", "V", 58.42
"100.00", "V", 59.45
"125.00", "V", 66.81
"160.00", "V", 68.46
"200.00", "V", 70.44
"250.00", "V", 71.64

5. Lamp. On-site 1. TXT

"315.00", "V", 73.75
"400.00", "V", 75.16
"500.00", "V", 74.29
"630.00", "V", 70.72
"800.00", "V", 75.28
"1000.00", "V", 70.53
"1250.00", "V", 70.72
"1600.00", "V", 69.38
"2000.00", "V", 67.73
"2500.00", "V", 65.76
"3150.00", "V", 67.33
"4000.00", "V", 65.73
"5000.00", "V", 64.58
"6300.00", "V", 64.91
"8000.00", "V", 57.76
"10000.00", "V", 52.45
"12500.00", "V", 45.95
"16000.00", "V", 34.92
"20000.00", "V", 19.47
"A/L", "V", 83.72
"I", "V", 84.66

"Spectrum no.", "17"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", 26.88
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 22.62
"16.00", "V", 26.29
"20.00", "V", 26.29
"25.00", "V", 38.15
"31.50", "V", 31.66
"40.00", "V", 48.14
"50.00", "V", 44.87
"63.00", "V", 47.01
"80.00", "V", 57.64
"100.00", "V", 67.40
"125.00", "V", 65.83
"160.00", "V", 67.71
"200.00", "V", 72.55
"250.00", "V", 71.66
"315.00", "V", 75.59
"400.00", "V", 73.59
"500.00", "V", 74.48
"630.00", "V", 69.14
"800.00", "V", 74.08
"1000.00", "V", 70.39
"1250.00", "V", 71.78
"1600.00", "V", 66.74
"2000.00", "V", 64.58
"2500.00", "V", 64.35
"3150.00", "V", 66.06
"4000.00", "V", 66.04
"5000.00", "V", 65.14
"6300.00", "V", 64.86
"8000.00", "V", 58.14
"10000.00", "V", 52.52
"12500.00", "V", 45.46

5. Lamp. On-site 1. TXT

"16000.00", "V", 35.18
"20000.00", "V", 19.57
"A/L", "V", 83.37
"I", "V", 84.59

"Spectrum no.", "18"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 20.86
"20.00", "V", 20.86
"25.00", "V", 40.85
"31.50", "V", 31.28
"40.00", "V", 47.20
"50.00", "V", 45.37
"63.00", "V", 51.43
"80.00", "V", 54.35
"100.00", "V", 64.77
"125.00", "V", 62.02
"160.00", "V", 73.87
"200.00", "V", 73.94
"250.00", "V", 68.53
"315.00", "V", 75.75
"400.00", "V", 75.23
"500.00", "V", 73.21
"630.00", "V", 69.73
"800.00", "V", 74.62
"1000.00", "V", 70.01
"1250.00", "V", 71.54
"1600.00", "V", 68.37
"2000.00", "V", 65.78
"2500.00", "V", 65.19
"3150.00", "V", 65.05
"4000.00", "V", 65.00
"5000.00", "V", 65.22
"6300.00", "V", 64.58
"8000.00", "V", 57.71
"10000.00", "V", 52.70
"12500.00", "V", 46.66
"16000.00", "V", 34.81
"20000.00", "V", 19.17
"A/L", "V", 83.94
"I", "V", 84.52

"Spectrum no.", "19"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25

5. Lamp. On-site 1. TXT

"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 20.86
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 17.85
"16.00", "V", 26.29
"20.00", "V", 30.62
"25.00", "V", 41.32
"31.50", "V", 27.61
"40.00", "V", 45.60
"50.00", "V", 51.03
"63.00", "V", 49.83
"80.00", "V", 59.52
"100.00", "V", 63.17
"125.00", "V", 61.66
"160.00", "V", 68.70
"200.00", "V", 73.33
"250.00", "V", 71.38
"315.00", "V", 73.54
"400.00", "V", 73.71
"500.00", "V", 71.82
"630.00", "V", 70.77
"800.00", "V", 73.47
"1000.00", "V", 72.41
"1250.00", "V", 69.64
"1600.00", "V", 67.73
"2000.00", "V", 65.83
"2500.00", "V", 64.13
"3150.00", "V", 64.25
"4000.00", "V", 64.32
"5000.00", "V", 63.05
"6300.00", "V", 62.46
"8000.00", "V", 55.97
"10000.00", "V", 51.46
"12500.00", "V", 44.57
"16000.00", "V", 33.02
"20000.00", "V", 18.41
"A/L", "V", 82.12
"I", "V", 84.48

"Spectrum no.", "20"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", 37.68
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 23.87
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 27.40
"16.00", "V", 24.83
"20.00", "V", 27.85
"25.00", "V", 38.92
"31.50", "V", 31.98
"40.00", "V", 39.11
"50.00", "V", 46.80
"63.00", "V", 49.20
"80.00", "V", 57.48
"100.00", "V", 61.55
"125.00", "V", 65.80
"160.00", "V", 66.72

5. Lamp. On-site 1. TXT

"200.00", "V", 64.74
"250.00", "V", 65.29
"315.00", "V", 66.58
"400.00", "V", 60.58
"500.00", "V", 58.09
"630.00", "V", 58.94
"800.00", "V", 57.38
"1000.00", "V", 63.17
"1250.00", "V", 58.09
"1600.00", "V", 57.36
"2000.00", "V", 56.73
"2500.00", "V", 53.79
"3150.00", "V", 52.30
"4000.00", "V", 53.06
"5000.00", "V", 52.05
"6300.00", "V", 51.53
"8000.00", "V", 46.92
"10000.00", "V", 39.53
"12500.00", "V", 30.41
"16000.00", "V", 19.52
"20000.00", "V", 14.70
"A/L", "V", 73.89
"I", "V", 84.34

"Spectrum no.", "21"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 23.87
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 26.88
"16.00", "V", 22.62
"20.00", "V", 26.88
"25.00", "V", 28.27
"31.50", "V", 33.47
"40.00", "V", 39.70
"50.00", "V", 44.94
"63.00", "V", 49.43
"80.00", "V", 58.30
"100.00", "V", 59.57
"125.00", "V", 60.94
"160.00", "V", 60.44
"200.00", "V", 58.98
"250.00", "V", 56.73
"315.00", "V", 59.81
"400.00", "V", 51.62
"500.00", "V", 47.86
"630.00", "V", 48.47
"800.00", "V", 48.28
"1000.00", "V", 49.76
"1250.00", "V", 48.73
"1600.00", "V", 49.46
"2000.00", "V", 46.57
"2500.00", "V", 43.41
"3150.00", "V", 43.16
"4000.00", "V", 45.01
"5000.00", "V", 42.78
"6300.00", "V", 42.14
"8000.00", "V", 35.72

5. Lamp. On-site 1. TXT

"10000.00", "V", 27.82
"12500.00", "V", 20.04
"16000.00", "V", 15.10
"20000.00", "V", 12.09
"A/L", "V", 66.34
"I", "V", 84.08

"Spectrum no.", "22"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 27.85
"16.00", "V", 28.27
"20.00", "V", -238.27
"25.00", "V", 28.64
"31.50", "V", 35.04
"40.00", "V", 38.99
"50.00", "V", 44.38
"63.00", "V", 47.93
"80.00", "V", 48.26
"100.00", "V", 53.60
"125.00", "V", 55.95
"160.00", "V", 54.16
"200.00", "V", 50.33
"250.00", "V", 49.08
"315.00", "V", 46.64
"400.00", "V", 41.70
"500.00", "V", 40.22
"630.00", "V", 37.16
"800.00", "V", 39.09
"1000.00", "V", 40.24
"1250.00", "V", 38.48
"1600.00", "V", 40.97
"2000.00", "V", 38.50
"2500.00", "V", 36.15
"3150.00", "V", 35.07
"4000.00", "V", 36.81
"5000.00", "V", 35.14
"6300.00", "V", 32.71
"8000.00", "V", 26.55
"10000.00", "V", 20.58
"12500.00", "V", 11.83
"16000.00", "V", 12.09
"20000.00", "V", 7.57
"A/L", "V", 60.23
"I", "V", 83.79

"Spectrum no.", "23"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24

5. Lamp. On-site 1. TXT

"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 20.86
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 25.63
"16.00", "V", 28.97
"20.00", "V", -238.27
"25.00", "V", 24.39
"31.50", "V", 30.27
"40.00", "V", 30.86
"50.00", "V", 36.50
"63.00", "V", 43.58
"80.00", "V", 46.05
"100.00", "V", 48.75
"125.00", "V", 53.36
"160.00", "V", 53.36
"200.00", "V", 47.76
"250.00", "V", 44.94
"315.00", "V", 45.01
"400.00", "V", 35.28
"500.00", "V", 32.78
"630.00", "V", 32.22
"800.00", "V", 31.33
"1000.00", "V", 29.89
"1250.00", "V", 29.49
"1600.00", "V", 33.21
"2000.00", "V", 29.21
"2500.00", "V", 29.42
"3150.00", "V", 29.94
"4000.00", "V", 29.63
"5000.00", "V", 27.09
"6300.00", "V", 26.08
"8000.00", "V", 17.19
"10000.00", "V", 13.59
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.34
"20000.00", "V", 6.77
"A/L", "V", 56.96
"I", "V", 83.51

"Spectrum no.", "24"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 30.62
"16.00", "V", 33.42
"20.00", "V", 17.85
"25.00", "V", 36.08
"31.50", "V", 28.06
"40.00", "V", 33.75
"50.00", "V", 41.93
"63.00", "V", 42.73
"80.00", "V", 37.53
"100.00", "V", 42.59

5. Lamp. On-site 1. TXT

"125.00", "V", 45.46
"160.00", "V", 47.79
"200.00", "V", 46.97
"250.00", "V", 39.60
"315.00", "V", 37.46
"400.00", "V", 32.43
"500.00", "V", 28.57
"630.00", "V", 27.89
"800.00", "V", 29.42
"1000.00", "V", 26.29
"1250.00", "V", 24.74
"1600.00", "V", 24.06
"2000.00", "V", 23.00
"2500.00", "V", 23.07
"3150.00", "V", 22.95
"4000.00", "V", 23.68
"5000.00", "V", 21.38
"6300.00", "V", 16.77
"8000.00", "V", 12.35
"10000.00", "V", 10.21
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 11.24
"20000.00", "V", 6.77
"A/L", "V", 52.52
"I", "V", 83.21

"Spectrum no.", "25"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 20.86
"12.50", "V", 28.97
"16.00", "V", 33.54
"20.00", "V", 32.31
"25.00", "V", 42.40
"31.50", "V", 39.27
"40.00", "V", 36.36
"50.00", "V", 36.38
"63.00", "V", 42.36
"80.00", "V", 36.90
"100.00", "V", 36.90
"125.00", "V", 38.12
"160.00", "V", 40.64
"200.00", "V", 37.72
"250.00", "V", 35.35
"315.00", "V", 32.27
"400.00", "V", 24.67
"500.00", "V", 25.40
"630.00", "V", 26.15
"800.00", "V", 26.25
"1000.00", "V", 21.19
"1250.00", "V", 21.42
"1600.00", "V", 19.43
"2000.00", "V", 19.43
"2500.00", "V", 19.52
"3150.00", "V", 9.78
"4000.00", "V", 16.86
"5000.00", "V", 14.84

5. Lamp. On-site 1. TXT

"6300.00", "V", 2.80
"8000.00", "V", 13.92
"10000.00", "V", 4.56
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.23
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 48.64
"I", "V", 82.92

"Spectrum no.", "26"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 23.87
"12.50", "V", 27.85
"16.00", "V", 30.15
"20.00", "V", 28.27
"25.00", "V", 43.41
"31.50", "V", 33.75
"40.00", "V", 40.15
"50.00", "V", 38.66
"63.00", "V", 35.77
"80.00", "V", 31.96
"100.00", "V", 32.27
"125.00", "V", 42.03
"160.00", "V", 37.49
"200.00", "V", 39.56
"250.00", "V", 33.35
"315.00", "V", 30.41
"400.00", "V", 25.42
"500.00", "V", 19.43
"630.00", "V", 24.41
"800.00", "V", 26.32
"1000.00", "V", 21.24
"1250.00", "V", 21.03
"1600.00", "V", 20.46
"2000.00", "V", 17.19
"2500.00", "V", 15.57
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 15.69
"5000.00", "V", 13.41
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 11.83
"10000.00", "V", 7.57
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 7.57
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 50.33
"I", "V", 82.64

"Spectrum no.", "27"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23

5. Lamp. On-site 1. TXT

"1. 60", "V", -229. 24
"2. 00", "V", -229. 24
"2. 50", "V", -229. 24
"3. 15", "V", -232. 25
"4. 00", "V", -232. 25
"5. 00", "V", -232. 25
"6. 30", "V", -235. 26
"8. 00", "V", -235. 26
"10. 00", "V", -235. 26
"12. 50", "V", 35. 77
"16. 00", "V", 25. 63
"20. 00", "V", 26. 29
"25. 00", "V", 42. 05
"31. 50", "V", 38. 50
"40. 00", "V", 41. 67
"50. 00", "V", 43. 37
"63. 00", "V", 40. 62
"80. 00", "V", 35. 65
"100. 00", "V", 41. 72
"125. 00", "V", 38. 88
"160. 00", "V", 38. 71
"200. 00", "V", 32. 20
"250. 00", "V", 31. 30
"315. 00", "V", 27. 70
"400. 00", "V", 21. 24
"500. 00", "V", 21. 94
"630. 00", "V", 20. 65
"800. 00", "V", 26. 15
"1000. 00", "V", 18. 18
"1250. 00", "V", 19. 99
"1600. 00", "V", 16. 86
"2000. 00", "V", 18. 18
"2500. 00", "V", 14. 09
"3150. 00", "V", 10. 58
"4000. 00", "V", 10. 58
"5000. 00", "V", 10. 21
"6300. 00", "V", -256. 12
"8000. 00", "V", 13. 92
"10000. 00", "V", 7. 57
"12500. 00", "V", -256. 12
"16000. 00", "V", 10. 91
"20000. 00", "V", 2. 80
"A/L", "V", 48. 66
"I", "V", 82. 36

"Spectrum no. ", "28"
"Frequency [Hz] ", " ", "Auto-A [dB] "
"0. 40", "V", -223. 22
"0. 50", "V", -223. 22
"0. 63", "V", -223. 22
"0. 80", "V", -226. 23
"1. 00", "V", -226. 23
"1. 25", "V", -226. 23
"1. 60", "V", -229. 24
"2. 00", "V", -229. 24
"2. 50", "V", -229. 24
"3. 15", "V", -232. 25
"4. 00", "V", -232. 25
"5. 00", "V", -232. 25
"6. 30", "V", -235. 26
"8. 00", "V", -235. 26
"10. 00", "V", 20. 86
"12. 50", "V", 32. 62
"16. 00", "V", 23. 87
"20. 00", "V", 24. 83
"25. 00", "V", 40. 92
"31. 50", "V", 40. 54
"40. 00", "V", 34. 38
"50. 00", "V", 31. 21
"63. 00", "V", 37. 39

5. Lamp. On-site 1. TXT

"80.00", "V", 31.37
"100.00", "V", 39.35
"125.00", "V", 38.29
"160.00", "V", 38.15
"200.00", "V", 35.70
"250.00", "V", 30.17
"315.00", "V", 25.45
"400.00", "V", 19.24
"500.00", "V", 19.68
"630.00", "V", 26.53
"800.00", "V", 33.70
"1000.00", "V", 23.42
"1250.00", "V", 22.58
"1600.00", "V", 19.92
"2000.00", "V", 16.93
"2500.00", "V", 17.10
"3150.00", "V", 10.58
"4000.00", "V", 17.64
"5000.00", "V", 13.92
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 12.56
"10000.00", "V", 8.82
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 13.01
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 46.71
"I", "V", 82.05

"Spectrum no.", "29"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 25.63
"12.50", "V", 35.84
"16.00", "V", 29.30
"20.00", "V", 28.64
"25.00", "V", 41.09
"31.50", "V", 38.08
"40.00", "V", 39.04
"50.00", "V", 37.02
"63.00", "V", 38.38
"80.00", "V", 33.35
"100.00", "V", 32.64
"125.00", "V", 32.57
"160.00", "V", 37.39
"200.00", "V", 29.19
"250.00", "V", 21.12
"315.00", "V", 22.34
"400.00", "V", 22.25
"500.00", "V", 20.04
"630.00", "V", 25.47
"800.00", "V", 27.63
"1000.00", "V", 21.40
"1250.00", "V", 19.03
"1600.00", "V", 16.11
"2000.00", "V", 16.60
"2500.00", "V", 16.11
"3150.00", "V", 8.23

5. Lamp. On-site 1. TXT

"4000.00", "V", 17.78
"5000.00", "V", 15.36
"6300.00", "V", 4.56
"8000.00", "V", 13.01
"10000.00", "V", 2.80
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.23
"20000.00", "V", 6.77
"A/L", "V", 49.83
"I", "V", 81.77

"Spectrum no.", "30"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 20.86
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 36.64
"16.00", "V", 22.62
"20.00", "V", 17.85
"25.00", "V", 38.88
"31.50", "V", 38.64
"40.00", "V", 41.65
"50.00", "V", 41.63
"63.00", "V", 41.74
"80.00", "V", 36.22
"100.00", "V", 36.64
"125.00", "V", 29.19
"160.00", "V", 30.69
"200.00", "V", 25.59
"250.00", "V", 25.63
"315.00", "V", 22.25
"400.00", "V", 18.81
"500.00", "V", 19.12
"630.00", "V", 21.82
"800.00", "V", 25.87
"1000.00", "V", 20.58
"1250.00", "V", 19.61
"1600.00", "V", 15.47
"2000.00", "V", 15.10
"2500.00", "V", 13.92
"3150.00", "V", -211.66E-3
"4000.00", "V", 14.25
"5000.00", "V", 13.76
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.01
"10000.00", "V", 8.23
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.23
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 46.85
"I", "V", 81.47

"Spectrum no.", "31"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23

5. Lamp. On-site 1. TXT

"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 25.63
"12.50", "V", 35.77
"16.00", "V", 27.40
"20.00", "V", 20.86
"25.00", "V", 37.56
"31.50", "V", 43.34
"40.00", "V", 33.09
"50.00", "V", 30.97
"63.00", "V", 37.70
"80.00", "V", 30.27
"100.00", "V", 36.90
"125.00", "V", 30.83
"160.00", "V", 27.80
"200.00", "V", 23.28
"250.00", "V", 23.45
"315.00", "V", 13.59
"400.00", "V", 10.58
"500.00", "V", 20.11
"630.00", "V", 21.99
"800.00", "V", 21.52
"1000.00", "V", 17.33
"1250.00", "V", 17.78
"1600.00", "V", 12.35
"2000.00", "V", 13.76
"2500.00", "V", 14.25
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 13.92
"5000.00", "V", 12.79
"6300.00", "V", 8.82
"8000.00", "V", 13.22
"10000.00", "V", 5.81
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 6.77
"20000.00", "V", -256.12
"A/L", "V", 47.72
"I", "V", 81.18

"Spectrum no.", "32"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", 26.88
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 38.88
"16.00", "V", 32.31
"20.00", "V", 27.40
"25.00", "V", 38.90
"31.50", "V", 38.31
"40.00", "V", 36.15

5. Lamp. On-site 1. TXT

"50.00", "V", 37.16
"63.00", "V", 32.20
"80.00", "V", 35.47
"100.00", "V", 36.31
"125.00", "V", 32.36
"160.00", "V", 33.61
"200.00", "V", 30.15
"250.00", "V", 24.79
"315.00", "V", 26.81
"400.00", "V", 25.38
"500.00", "V", 22.62
"630.00", "V", 24.13
"800.00", "V", 26.32
"1000.00", "V", 21.82
"1250.00", "V", 19.94
"1600.00", "V", 14.56
"2000.00", "V", 15.80
"2500.00", "V", 13.01
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 15.57
"5000.00", "V", 15.10
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 12.79
"10000.00", "V", 9.78
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 12.56
"20000.00", "V", 4.56
"A/L", "V", 47.11
"I", "V", 80.90

"Spectrum no.", "33"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", 28.64
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 26.88
"12.50", "V", 34.29
"16.00", "V", 23.87
"20.00", "V", 20.86
"25.00", "V", 40.59
"31.50", "V", 40.05
"40.00", "V", 38.31
"50.00", "V", 34.31
"63.00", "V", 37.61
"80.00", "V", 36.83
"100.00", "V", 33.14
"125.00", "V", 36.26
"160.00", "V", 38.19
"200.00", "V", 24.55
"250.00", "V", 24.25
"315.00", "V", 23.59
"400.00", "V", 20.44
"500.00", "V", 19.52
"630.00", "V", 21.05
"800.00", "V", 19.94
"1000.00", "V", 16.77
"1250.00", "V", 13.41
"1600.00", "V", 10.58
"2000.00", "V", 18.11

5. Lamp. On-site 1. TXT

"2500.00", "V", 12.79
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 14.70
"5000.00", "V", 11.24
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 10.91
"10000.00", "V", 5.81
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 11.55
"20000.00", "V", -256.12
"A/L", "V", 49.88
"I", "V", 80.60

"Spectrum no.", "34"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 23.87
"10.00", "V", 20.86
"12.50", "V", 37.35
"16.00", "V", 22.62
"20.00", "V", 34.99
"25.00", "V", 44.05
"31.50", "V", 42.94
"40.00", "V", 39.35
"50.00", "V", 32.69
"63.00", "V", 33.07
"80.00", "V", 35.16
"100.00", "V", 34.78
"125.00", "V", 35.58
"160.00", "V", 34.99
"200.00", "V", 28.20
"250.00", "V", 22.13
"315.00", "V", 22.04
"400.00", "V", 19.33
"500.00", "V", 16.42
"630.00", "V", 18.58
"800.00", "V", 22.46
"1000.00", "V", 17.19
"1250.00", "V", 19.03
"1600.00", "V", 8.23
"2000.00", "V", 13.01
"2500.00", "V", 15.92
"3150.00", "V", 4.56
"4000.00", "V", 14.42
"5000.00", "V", 13.92
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.01
"10000.00", "V", 8.82
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 7.57
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 50.75
"I", "V", 80.31

"Spectrum no.", "35"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22

5. Lamp. On-site 1. TXT

"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 25.63
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 35.98
"16.00", "V", 34.38
"20.00", "V", 30.86
"25.00", "V", 43.04
"31.50", "V", 44.57
"40.00", "V", 29.75
"50.00", "V", 37.30
"63.00", "V", 38.08
"80.00", "V", 35.84
"100.00", "V", 37.98
"125.00", "V", 36.76
"160.00", "V", 29.02
"200.00", "V", 26.01
"250.00", "V", 24.72
"315.00", "V", 25.19
"400.00", "V", 22.30
"500.00", "V", 21.42
"630.00", "V", 23.61
"800.00", "V", 24.76
"1000.00", "V", 19.38
"1250.00", "V", 20.15
"1600.00", "V", 15.69
"2000.00", "V", 15.10
"2500.00", "V", 14.42
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 13.01
"5000.00", "V", 13.92
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.76
"10000.00", "V", 10.58
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 13.01
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 48.68
"I", "V", 80.03

"Spectrum no.", "36"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", 26.88
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 20.86
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 28.64
"16.00", "V", 34.29
"20.00", "V", 30.41
"25.00", "V", 45.34

5. Lamp. On-site 1. TXT

"31.50", "V", 45.48
"40.00", "V", 39.27
"50.00", "V", 36.59
"63.00", "V", 32.43
"80.00", "V", 35.32
"100.00", "V", 31.21
"125.00", "V", 28.36
"160.00", "V", 28.90
"200.00", "V", 25.80
"250.00", "V", 25.00
"315.00", "V", 19.94
"400.00", "V", 21.94
"500.00", "V", 20.93
"630.00", "V", 25.45
"800.00", "V", 32.31
"1000.00", "V", 24.60
"1250.00", "V", 23.14
"1600.00", "V", 18.77
"2000.00", "V", 17.50
"2500.00", "V", 21.28
"3150.00", "V", 9.78
"4000.00", "V", 18.49
"5000.00", "V", 15.92
"6300.00", "V", 6.77
"8000.00", "V", 11.55
"10000.00", "V", 8.82
"12500.00", "V", 5.81
"16000.00", "V", 6.77
"20000.00", "V", 5.81
"A/L", "V", 48.82
"I", "V", 79.73

"Spectrum no.", "37"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 27.85
"16.00", "V", 39.18
"20.00", "V", 37.75
"25.00", "V", 41.93
"31.50", "V", 47.18
"40.00", "V", 39.67
"50.00", "V", 33.61
"63.00", "V", 31.98
"80.00", "V", 29.07
"100.00", "V", 34.59
"125.00", "V", 34.22
"160.00", "V", 29.23
"200.00", "V", 24.60
"250.00", "V", 16.60
"315.00", "V", 22.25
"400.00", "V", 20.51
"500.00", "V", 23.52
"630.00", "V", 28.10
"800.00", "V", 25.07
"1000.00", "V", 23.61
"1250.00", "V", 20.39

5. Lamp. On-site 1. TXT

"1600.00", "V", 20.79
"2000.00", "V", 18.58
"2500.00", "V", 21.66
"3150.00", "V", 12.09
"4000.00", "V", 17.10
"5000.00", "V", 12.09
"6300.00", "V", 6.77
"8000.00", "V", 10.91
"10000.00", "V", 9.78
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 10.21
"20000.00", "V", 4.56
"A/L", "V", 49.34
"I", "V", 79.44

"Spectrum no.", "38"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", 23.87
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 20.86
"12.50", "V", 31.82
"16.00", "V", 36.76
"20.00", "V", 23.87
"25.00", "V", 28.64
"31.50", "V", 46.59
"40.00", "V", 35.94
"50.00", "V", 38.38
"63.00", "V", 40.90
"80.00", "V", 35.89
"100.00", "V", 38.43
"125.00", "V", 37.32
"160.00", "V", 26.13
"200.00", "V", 26.69
"250.00", "V", 22.79
"315.00", "V", 24.51
"400.00", "V", 23.40
"500.00", "V", 19.24
"630.00", "V", 27.59
"800.00", "V", 26.36
"1000.00", "V", 21.90
"1250.00", "V", 19.78
"1600.00", "V", 17.92
"2000.00", "V", 16.32
"2500.00", "V", 18.93
"3150.00", "V", 13.59
"4000.00", "V", 15.69
"5000.00", "V", 12.09
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 12.56
"10000.00", "V", 5.81
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 10.58
"20000.00", "V", -256.12
"A/L", "V", 49.43
"I", "V", 79.14

"Spectrum no.", "39"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

5. Lamp. On-site 1. TXT

"0. 40", "V", -223. 22
"0. 50", "V", -223. 22
"0. 63", "V", -223. 22
"0. 80", "V", -226. 23
"1. 00", "V", -226. 23
"1. 25", "V", -226. 23
"1. 60", "V", -229. 24
"2. 00", "V", -229. 24
"2. 50", "V", -229. 24
"3. 15", "V", -232. 25
"4. 00", "V", -232. 25
"5. 00", "V", -232. 25
"6. 30", "V", -235. 26
"8. 00", "V", -235. 26
"10. 00", "V", 25. 63
"12. 50", "V", 37. 04
"16. 00", "V", 38. 78
"20. 00", "V", 27. 40
"25. 00", "V", 24. 39
"31. 50", "V", 44. 57
"40. 00", "V", 32. 31
"50. 00", "V", 40. 45
"63. 00", "V", 42. 36
"80. 00", "V", 35. 30
"100. 00", "V", 37. 46
"125. 00", "V", 38. 17
"160. 00", "V", 32. 60
"200. 00", "V", 30. 24
"250. 00", "V", 27. 14
"315. 00", "V", 29. 91
"400. 00", "V", 29. 02
"500. 00", "V", 23. 94
"630. 00", "V", 25. 07
"800. 00", "V", 28. 22
"1000. 00", "V", 22. 18
"1250. 00", "V", 19. 38
"1600. 00", "V", 15. 57
"2000. 00", "V", 15. 47
"2500. 00", "V", 14. 70
"3150. 00", "V", -211. 66E-3
"4000. 00", "V", 14. 96
"5000. 00", "V", 14. 56
"6300. 00", "V", -256. 12
"8000. 00", "V", 14. 09
"10000. 00", "V", 8. 23
"12500. 00", "V", -256. 12
"16000. 00", "V", 8. 23
"20000. 00", "V", -211. 66E-3
"A/L", "V", 49. 36
"I", "V", 78. 86

"Spectrum no.", "40"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0. 40", "V", 32. 90
"0. 50", "V", -223. 22
"0. 63", "V", -223. 22
"0. 80", "V", -226. 23
"1. 00", "V", -226. 23
"1. 25", "V", -226. 23
"1. 60", "V", -229. 24
"2. 00", "V", -229. 24
"2. 50", "V", -229. 24
"3. 15", "V", -232. 25
"4. 00", "V", -232. 25
"5. 00", "V", -232. 25
"6. 30", "V", -235. 26
"8. 00", "V", -235. 26
"10. 00", "V", 25. 63
"12. 50", "V", 35. 49
"16. 00", "V", 38. 33

5. Lamp. On-site 1. TXT

"20.00", "V", 28.64
"25.00", "V", 32.62
"31.50", "V", 43.06
"40.00", "V", 30.15
"50.00", "V", 38.55
"63.00", "V", 37.44
"80.00", "V", 36.19
"100.00", "V", 35.63
"125.00", "V", 35.61
"160.00", "V", 37.04
"200.00", "V", 29.80
"250.00", "V", 27.47
"315.00", "V", 23.87
"400.00", "V", 24.58
"500.00", "V", 24.32
"630.00", "V", 26.36
"800.00", "V", 30.55
"1000.00", "V", 22.46
"1250.00", "V", 23.19
"1600.00", "V", 21.57
"2000.00", "V", 17.71
"2500.00", "V", 16.86
"3150.00", "V", 13.41
"4000.00", "V", 16.42
"5000.00", "V", 16.11
"6300.00", "V", 10.58
"8000.00", "V", 13.59
"10000.00", "V", 11.83
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.23
"20000.00", "V", 4.56
"A/L", "V", 47.15
"I", "V", 78.57

"Spectrum no.", "41"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", 23.87
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 20.86
"12.50", "V", 35.70
"16.00", "V", 38.57
"20.00", "V", 30.15
"25.00", "V", 36.19
"31.50", "V", 36.76
"40.00", "V", 34.92
"50.00", "V", 37.51
"63.00", "V", 35.65
"80.00", "V", 38.33
"100.00", "V", 37.91
"125.00", "V", 35.23
"160.00", "V", 35.94
"200.00", "V", 27.16
"250.00", "V", 24.20
"315.00", "V", 22.13
"400.00", "V", 22.30
"500.00", "V", 23.66
"630.00", "V", 24.34
"800.00", "V", 25.14

5. Lamp. On-site 1. TXT

"1000.00", "V", 19.73
"1250.00", "V", 19.24
"1600.00", "V", 17.19
"2000.00", "V", 16.02
"2500.00", "V", 16.32
"3150.00", "V", 10.58
"4000.00", "V", 14.56
"5000.00", "V", 13.01
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 7.57
"10000.00", "V", 6.77
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.34
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 47.25
"I", "V", 78.27

"Spectrum no.", "42"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", 29.89
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 37.30
"16.00", "V", 43.25
"20.00", "V", 28.97
"25.00", "V", 36.55
"31.50", "V", 35.44
"40.00", "V", 39.18
"50.00", "V", 35.65
"63.00", "V", 27.85
"80.00", "V", 32.36
"100.00", "V", 34.59
"125.00", "V", 32.88
"160.00", "V", 31.35
"200.00", "V", 26.62
"250.00", "V", 22.44
"315.00", "V", 20.11
"400.00", "V", 19.33
"500.00", "V", 19.68
"630.00", "V", 20.65
"800.00", "V", 25.14
"1000.00", "V", 19.12
"1250.00", "V", 19.33
"1600.00", "V", 13.01
"2000.00", "V", 11.83
"2500.00", "V", 18.30
"3150.00", "V", -211.66E-3
"4000.00", "V", 16.42
"5000.00", "V", 11.83
"6300.00", "V", 2.80
"8000.00", "V", 12.09
"10000.00", "V", 8.23
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.78
"20000.00", "V", 6.77
"A/L", "V", 44.83
"I", "V", 78.01

5. Lamp. On-site 1. TXT

```
"Spectrum no. ", "43"  
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"  
"0.40", "V", -223.22  
"0.50", "V", -223.22  
"0.63", "V", -223.22  
"0.80", "V", -226.23  
"1.00", "V", -226.23  
"1.25", "V", -226.23  
"1.60", "V", -229.24  
"2.00", "V", -229.24  
"2.50", "V", -229.24  
"3.15", "V", -232.25  
"4.00", "V", -232.25  
"5.00", "V", -232.25  
"6.30", "V", -235.26  
"8.00", "V", -235.26  
"10.00", "V", 25.63  
"12.50", "V", 31.98  
"16.00", "V", 40.54  
"20.00", "V", -238.27  
"25.00", "V", 38.73  
"31.50", "V", 35.25  
"40.00", "V", 37.32  
"50.00", "V", 35.04  
"63.00", "V", 35.47  
"80.00", "V", 35.84  
"100.00", "V", 35.82  
"125.00", "V", 28.81  
"160.00", "V", 31.68  
"200.00", "V", 21.24  
"250.00", "V", 24.32  
"315.00", "V", 20.27  
"400.00", "V", 21.87  
"500.00", "V", 21.87  
"630.00", "V", 21.12  
"800.00", "V", 26.53  
"1000.00", "V", 19.73  
"1250.00", "V", 18.41  
"1600.00", "V", 9.78  
"2000.00", "V", 15.47  
"2500.00", "V", 17.50  
"3150.00", "V", 16.02  
"4000.00", "V", 15.36  
"5000.00", "V", 11.83  
"6300.00", "V", -256.12  
"8000.00", "V", 13.01  
"10000.00", "V", 9.34  
"12500.00", "V", -256.12  
"16000.00", "V", 10.91  
"20000.00", "V", 4.56  
"A/L", "V", 49.06  
"I", "V", 77.70
```

```
"Spectrum no. ", "44"  
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"  
"0.40", "V", -223.22  
"0.50", "V", -223.22  
"0.63", "V", -223.22  
"0.80", "V", -226.23  
"1.00", "V", -226.23  
"1.25", "V", -226.23  
"1.60", "V", -229.24  
"2.00", "V", -229.24  
"2.50", "V", -229.24  
"3.15", "V", -232.25  
"4.00", "V", -232.25  
"5.00", "V", -232.25  
"6.30", "V", -235.26  
"8.00", "V", -235.26  
"10.00", "V", 23.87
```

5. Lamp. On-site 1. TXT

```
"12.50", "V", 23.87
"16.00", "V", 41.23
"20.00", "V", 29.89
"25.00", "V", 39.70
"31.50", "V", 39.53
"40.00", "V", 37.11
"50.00", "V", 38.55
"63.00", "V", 33.61
"80.00", "V", 39.16
"100.00", "V", 36.62
"125.00", "V", 36.12
"160.00", "V", 27.40
"200.00", "V", 20.27
"250.00", "V", 22.13
"315.00", "V", 21.24
"400.00", "V", 15.80
"500.00", "V", 21.38
"630.00", "V", 21.54
"800.00", "V", 22.27
"1000.00", "V", 20.04
"1250.00", "V", 17.03
"1600.00", "V", 16.23
"2000.00", "V", 16.32
"2500.00", "V", 14.09
"3150.00", "V", 6.77
"4000.00", "V", 13.41
"5000.00", "V", 10.58
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 12.35
"10000.00", "V", 5.81
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.82
"20000.00", "V", 4.56
"A/L", "V", 47.25
"I", "V", 77.42

"Spectrum no.", "45"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 20.86
"12.50", "V", 30.86
"16.00", "V", 32.15
"20.00", "V", 31.82
"25.00", "V", 41.18
"31.50", "V", 42.14
"40.00", "V", 36.90
"50.00", "V", 40.24
"63.00", "V", 34.50
"80.00", "V", 29.96
"100.00", "V", 35.02
"125.00", "V", 35.77
"160.00", "V", 27.61
"200.00", "V", 20.98
"250.00", "V", 23.52
"315.00", "V", 20.86
"400.00", "V", 19.03
"500.00", "V", 17.57
```

5. Lamp. On-site 1. TXT

"630.00", "V", 18.58
"800.00", "V", 18.81
"1000.00", "V", 18.04
"1250.00", "V", 18.98
"1600.00", "V", 13.59
"2000.00", "V", 16.42
"2500.00", "V", 13.92
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 13.92
"5000.00", "V", 14.96
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.22
"10000.00", "V", 4.56
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.23
"20000.00", "V", 5.81
"A/L", "V", 47.25
"I", "V", 77.12

"Spectrum no.", "46"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", 23.87
"4.00", "V", 23.87
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 26.88
"12.50", "V", 31.28
"16.00", "V", 33.02
"20.00", "V", 30.15
"25.00", "V", 38.90
"31.50", "V", 40.64
"40.00", "V", 34.71
"50.00", "V", 39.65
"63.00", "V", 38.80
"80.00", "V", 36.92
"100.00", "V", 35.18
"125.00", "V", 32.71
"160.00", "V", 28.06
"200.00", "V", 21.94
"250.00", "V", 23.52
"315.00", "V", 15.80
"400.00", "V", 23.68
"500.00", "V", 16.93
"630.00", "V", 19.68
"800.00", "V", 18.53
"1000.00", "V", 16.86
"1250.00", "V", 18.18
"1600.00", "V", -256.12
"2000.00", "V", 15.92
"2500.00", "V", 16.11
"3150.00", "V", 10.58
"4000.00", "V", 13.01
"5000.00", "V", 13.59
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.22
"10000.00", "V", 6.77
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 7.57
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 45.48

5. Lamp. On-site 1. TXT

"I", "V", 76. 83

```
"Spectrum no. ", "47"  
"Frequency [Hz] ", " ", "Auto-A [dB] "  
"0. 40", "V", -223. 22  
"0. 50", "V", -223. 22  
"0. 63", "V", -223. 22  
"0. 80", "V", -226. 23  
"1. 00", "V", -226. 23  
"1. 25", "V", -226. 23  
"1. 60", "V", -229. 24  
"2. 00", "V", 31. 66  
"2. 50", "V", 26. 88  
"3. 15", "V", -232. 25  
"4. 00", "V", -232. 25  
"5. 00", "V", -232. 25  
"6. 30", "V", -235. 26  
"8. 00", "V", -235. 26  
"10. 00", "V", -235. 26  
"12. 50", "V", 35. 25  
"16. 00", "V", 37. 68  
"20. 00", "V", 29. 30  
"25. 00", "V", 36. 03  
"31. 50", "V", 41. 13  
"40. 00", "V", 37. 49  
"50. 00", "V", 36. 81  
"63. 00", "V", 31. 07  
"80. 00", "V", 32. 15  
"100. 00", "V", 37. 13  
"125. 00", "V", 31. 58  
"160. 00", "V", 26. 46  
"200. 00", "V", 26. 74  
"250. 00", "V", 24. 20  
"315. 00", "V", 17. 26  
"400. 00", "V", 19. 61  
"500. 00", "V", 19. 87  
"630. 00", "V", 17. 43  
"800. 00", "V", 17. 33  
"1000. 00", "V", 18. 37  
"1250. 00", "V", 15. 10  
"1600. 00", "V", 12. 79  
"2000. 00", "V", 13. 92  
"2500. 00", "V", 12. 09  
"3150. 00", "V", -256. 12  
"4000. 00", "V", 11. 83  
"5000. 00", "V", 10. 91  
"6300. 00", "V", -256. 12  
"8000. 00", "V", 11. 83  
"10000. 00", "V", 8. 23  
"12500. 00", "V", -256. 12  
"16000. 00", "V", 5. 81  
"20000. 00", "V", 2. 80  
"A/L", "V", 44. 90  
"I", "V", 76. 55
```

```
"Spectrum no. ", "48"  
"Frequency [Hz] ", " ", "Auto-A [dB] "  
"0. 40", "V", -223. 22  
"0. 50", "V", -223. 22  
"0. 63", "V", -223. 22  
"0. 80", "V", -226. 23  
"1. 00", "V", -226. 23  
"1. 25", "V", -226. 23  
"1. 60", "V", -229. 24  
"2. 00", "V", -229. 24  
"2. 50", "V", -229. 24  
"3. 15", "V", 23. 87  
"4. 00", "V", 31. 66  
"5. 00", "V", 23. 87  
"6. 30", "V", -235. 26
```

5. Lamp. On-site 1. TXT

"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 28.64
"12.50", "V", 33.63
"16.00", "V", 32.48
"20.00", "V", 28.27
"25.00", "V", 36.83
"31.50", "V", 31.07
"40.00", "V", 34.97
"50.00", "V", 35.44
"63.00", "V", 32.48
"80.00", "V", 32.64
"100.00", "V", 38.03
"125.00", "V", 31.37
"160.00", "V", 29.12
"200.00", "V", 25.05
"250.00", "V", 22.69
"315.00", "V", 19.43
"400.00", "V", 7.57
"500.00", "V", 21.50
"630.00", "V", 18.37
"800.00", "V", -256.12
"1000.00", "V", 15.47
"1250.00", "V", 15.22
"1600.00", "V", -211.66E-3
"2000.00", "V", 13.01
"2500.00", "V", 14.70
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 14.56
"5000.00", "V", 13.41
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 7.57
"10000.00", "V", 6.77
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 10.21
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 46.07
"I", "V", 76.27

"Spectrum no.", "49"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 27.85
"12.50", "V", 35.39
"16.00", "V", 31.47
"20.00", "V", 27.40
"25.00", "V", 37.56
"31.50", "V", 29.14
"40.00", "V", 30.62
"50.00", "V", 36.29
"63.00", "V", 32.97
"80.00", "V", 27.00
"100.00", "V", 34.10
"125.00", "V", 31.87
"160.00", "V", 31.63
"200.00", "V", 27.80
"250.00", "V", 23.80
"315.00", "V", 19.24

5. Lamp. On-site 1. TXT

"400.00", "V", 5.81
"500.00", "V", 20.93
"630.00", "V", 17.85
"800.00", "V", -256.12
"1000.00", "V", 17.92
"1250.00", "V", 17.10
"1600.00", "V", -256.12
"2000.00", "V", 11.55
"2500.00", "V", 12.56
"3150.00", "V", 12.09
"4000.00", "V", 11.55
"5000.00", "V", 11.83
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 12.56
"10000.00", "V", 7.57
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 13.01
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 44.87
"I", "V", 75.96

"Spectrum no.", "50"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 20.86
"12.50", "V", 36.03
"16.00", "V", 29.89
"20.00", "V", 31.82
"25.00", "V", 39.77
"31.50", "V", 35.77
"40.00", "V", 29.30
"50.00", "V", 33.72
"63.00", "V", 31.21
"80.00", "V", 29.37
"100.00", "V", 33.32
"125.00", "V", 34.45
"160.00", "V", 31.40
"200.00", "V", 28.76
"250.00", "V", 25.09
"315.00", "V", 19.03
"400.00", "V", 19.94
"500.00", "V", 16.42
"630.00", "V", 18.58
"800.00", "V", 14.25
"1000.00", "V", 16.32
"1250.00", "V", 15.69
"1600.00", "V", 8.23
"2000.00", "V", 14.25
"2500.00", "V", 14.25
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 16.02
"5000.00", "V", 13.41
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.01
"10000.00", "V", 8.82
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 10.91

5. Lamp. On-site 1. TXT

"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 44.59
"I", "V", 75.68

"Spectrum no.", "51"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", 30.86
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 25.63
"12.50", "V", 35.91
"16.00", "V", -238.27
"20.00", "V", 33.98
"25.00", "V", 41.25
"31.50", "V", 30.97
"40.00", "V", 31.28
"50.00", "V", 37.28
"63.00", "V", 32.24
"80.00", "V", 28.15
"100.00", "V", 37.23
"125.00", "V", 33.58
"160.00", "V", 26.22
"200.00", "V", 25.94
"250.00", "V", 24.06
"315.00", "V", 15.80
"400.00", "V", 2.80
"500.00", "V", 19.12
"630.00", "V", 17.71
"800.00", "V", 13.76
"1000.00", "V", 12.56
"1250.00", "V", 17.26
"1600.00", "V", 10.91
"2000.00", "V", 15.69
"2500.00", "V", 15.80
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 11.55
"5000.00", "V", 12.56
"6300.00", "V", 2.80
"8000.00", "V", 10.91
"10000.00", "V", 8.23
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.82
"20000.00", "V", -256.12
"A/L", "V", 46.89
"I", "V", 75.38

"Spectrum no.", "52"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", 32.90
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25

5. Lamp. On-site 1. TXT

"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 38.40
"16.00", "V", 28.97
"20.00", "V", 27.85
"25.00", "V", 39.63
"31.50", "V", 39.75
"40.00", "V", 38.38
"50.00", "V", 30.81
"63.00", "V", 28.81
"80.00", "V", 27.73
"100.00", "V", 37.13
"125.00", "V", 31.11
"160.00", "V", 28.01
"200.00", "V", 27.85
"250.00", "V", 23.59
"315.00", "V", 23.80
"400.00", "V", 17.43
"500.00", "V", 16.42
"630.00", "V", 15.10
"800.00", "V", -256.12
"1000.00", "V", 17.33
"1250.00", "V", 16.93
"1600.00", "V", 16.51
"2000.00", "V", 11.24
"2500.00", "V", 13.59
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 12.56
"5000.00", "V", 15.57
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 12.56
"10000.00", "V", 8.23
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 11.55
"20000.00", "V", 7.57
"A/L", "V", 44.83
"I", "V", 75.09

"Spectrum no.", "53"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", 29.89
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 26.88
"12.50", "V", 32.62
"16.00", "V", 30.41
"20.00", "V", 23.87
"25.00", "V", 36.19
"31.50", "V", 41.72
"40.00", "V", 40.45
"50.00", "V", 32.55
"63.00", "V", 31.70
"80.00", "V", 31.96
"100.00", "V", 36.69
"125.00", "V", 31.26
"160.00", "V", 26.53
"200.00", "V", 26.95

5. Lamp. On-site 1. TXT

"250.00", "V", 23.12
"315.00", "V", 19.03
"400.00", "V", 17.10
"500.00", "V", 17.26
"630.00", "V", 17.43
"800.00", "V", 10.58
"1000.00", "V", 16.11
"1250.00", "V", 16.11
"1600.00", "V", -211.66E-3
"2000.00", "V", 10.21
"2500.00", "V", 13.22
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 9.34
"5000.00", "V", 10.91
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 11.24
"10000.00", "V", 4.56
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.34
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 44.33
"I", "V", 74.81

"Spectrum no.", "54"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 23.87
"12.50", "V", 27.40
"16.00", "V", 30.86
"20.00", "V", 17.85
"25.00", "V", 32.76
"31.50", "V", 36.43
"40.00", "V", 38.95
"50.00", "V", 26.74
"63.00", "V", 34.57
"80.00", "V", 30.01
"100.00", "V", 31.73
"125.00", "V", 34.76
"160.00", "V", 29.47
"200.00", "V", 30.55
"250.00", "V", 23.73
"315.00", "V", 17.26
"400.00", "V", 20.27
"500.00", "V", 17.85
"630.00", "V", 13.92
"800.00", "V", 15.10
"1000.00", "V", 14.84
"1250.00", "V", 15.36
"1600.00", "V", -256.12
"2000.00", "V", 15.92
"2500.00", "V", 15.10
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 11.24
"5000.00", "V", 10.21
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 11.83
"10000.00", "V", 11.24

5. Lamp. On-site 1. TXT

"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 2.80
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 44.17
"I", "V", 74.50

"Spectrum no.", "55"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 25.63
"12.50", "V", 33.98
"16.00", "V", 29.61
"20.00", "V", -238.27
"25.00", "V", 34.12
"31.50", "V", 36.95
"40.00", "V", 35.28
"50.00", "V", 31.28
"63.00", "V", 33.25
"80.00", "V", 32.85
"100.00", "V", 33.63
"125.00", "V", 32.64
"160.00", "V", 28.10
"200.00", "V", 28.74
"250.00", "V", 24.13
"315.00", "V", 21.82
"400.00", "V", 16.93
"500.00", "V", 10.58
"630.00", "V", 10.58
"800.00", "V", 11.83
"1000.00", "V", 13.92
"1250.00", "V", 16.42
"1600.00", "V", 9.34
"2000.00", "V", 16.77
"2500.00", "V", 14.42
"3150.00", "V", -211.66E-3
"4000.00", "V", 12.79
"5000.00", "V", 14.70
"6300.00", "V", -211.66E-3
"8000.00", "V", 12.79
"10000.00", "V", 9.34
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.34
"20000.00", "V", 5.81
"A/L", "V", 43.30
"I", "V", 74.22

"Spectrum no.", "56"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24

5. Lamp. On-site 1. TXT

"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", 26.88
"5.00", "V", 23.87
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 23.87
"12.50", "V", 34.38
"16.00", "V", 28.27
"20.00", "V", 17.85
"25.00", "V", 35.84
"31.50", "V", 38.59
"40.00", "V", 35.91
"50.00", "V", 33.58
"63.00", "V", 32.62
"80.00", "V", 33.25
"100.00", "V", 33.28
"125.00", "V", 32.31
"160.00", "V", 27.26
"200.00", "V", 28.97
"250.00", "V", 21.12
"315.00", "V", 19.03
"400.00", "V", 16.77
"500.00", "V", 18.23
"630.00", "V", 16.60
"800.00", "V", 15.57
"1000.00", "V", 16.86
"1250.00", "V", 16.32
"1600.00", "V", 9.34
"2000.00", "V", 14.84
"2500.00", "V", 14.70
"3150.00", "V", 5.81
"4000.00", "V", 15.47
"5000.00", "V", 9.34
"6300.00", "V", -211.66E-3
"8000.00", "V", 12.09
"10000.00", "V", 9.34
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.34
"20000.00", "V", 5.81
"A/L", "V", 44.54
"I", "V", 73.94

"Spectrum no.", "57"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", 29.89
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 33.42
"16.00", "V", 29.30
"20.00", "V", 22.62
"25.00", "V", 36.55
"31.50", "V", 32.15
"40.00", "V", 39.18
"50.00", "V", 26.74
"63.00", "V", 34.31
"80.00", "V", 29.37
"100.00", "V", 29.96
"125.00", "V", 34.78

5. Lamp. On-site 1. TXT

"160.00", "V", 30.06
"200.00", "V", 26.46
"250.00", "V", 22.69
"315.00", "V", 20.98
"400.00", "V", 15.10
"500.00", "V", 19.24
"630.00", "V", 14.56
"800.00", "V", 16.93
"1000.00", "V", 19.87
"1250.00", "V", 15.47
"1600.00", "V", -256.12
"2000.00", "V", 13.01
"2500.00", "V", 14.09
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 14.56
"5000.00", "V", 12.56
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 10.91
"10000.00", "V", 11.24
"12500.00", "V", -211.66E-3
"16000.00", "V", 10.91
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 44.47
"I", "V", 73.66

"Spectrum no.", "58"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 20.86
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 22.62
"16.00", "V", 23.87
"20.00", "V", 20.86
"25.00", "V", 38.24
"31.50", "V", 25.26
"40.00", "V", 28.97
"50.00", "V", 38.22
"63.00", "V", 37.23
"80.00", "V", 29.96
"100.00", "V", 36.19
"125.00", "V", 32.95
"160.00", "V", 31.35
"200.00", "V", 30.06
"250.00", "V", 22.04
"315.00", "V", 20.11
"400.00", "V", 14.25
"500.00", "V", 15.57
"630.00", "V", 16.60
"800.00", "V", 13.59
"1000.00", "V", 17.26
"1250.00", "V", 14.84
"1600.00", "V", 5.81
"2000.00", "V", 13.41
"2500.00", "V", 14.70
"3150.00", "V", 4.56
"4000.00", "V", 11.83
"5000.00", "V", 10.91
"6300.00", "V", -256.12

5. Lamp. On-site 1. TXT

"8000.00", "V", 13.22
"10000.00", "V", 8.23
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.34
"20000.00", "V", -256.12
"A/L", "V", 46.94
"I", "V", 73.35

"Spectrum no.", "59"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 20.86
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 25.63
"16.00", "V", 30.86
"20.00", "V", 29.30
"25.00", "V", 38.71
"31.50", "V", 37.84
"40.00", "V", 34.12
"50.00", "V", 39.98
"63.00", "V", 32.55
"80.00", "V", 28.46
"100.00", "V", 37.35
"125.00", "V", 33.37
"160.00", "V", 30.36
"200.00", "V", 28.90
"250.00", "V", 23.05
"315.00", "V", 15.36
"400.00", "V", 15.57
"500.00", "V", 17.26
"630.00", "V", 14.25
"800.00", "V", 14.56
"1000.00", "V", 15.57
"1250.00", "V", 16.51
"1600.00", "V", 9.78
"2000.00", "V", 15.57
"2500.00", "V", 16.60
"3150.00", "V", 17.19
"4000.00", "V", 16.60
"5000.00", "V", 12.56
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 8.23
"10000.00", "V", 4.56
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.82
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 46.35
"I", "V", 73.07

"Spectrum no.", "60"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24

5. Lamp. On-site 1. TXT

"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 20.86
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 27.40
"16.00", "V", 30.86
"20.00", "V", 26.88
"25.00", "V", 36.62
"31.50", "V", 38.78
"40.00", "V", 31.37
"50.00", "V", 33.72
"63.00", "V", 35.49
"80.00", "V", 34.08
"100.00", "V", 35.68
"125.00", "V", 34.08
"160.00", "V", 32.15
"200.00", "V", 29.56
"250.00", "V", 29.73
"315.00", "V", 32.97
"400.00", "V", 29.14
"500.00", "V", 28.25
"630.00", "V", 26.90
"800.00", "V", 29.04
"1000.00", "V", 23.64
"1250.00", "V", 18.98
"1600.00", "V", 15.69
"2000.00", "V", 14.56
"2500.00", "V", 19.47
"3150.00", "V", 17.10
"4000.00", "V", 17.43
"5000.00", "V", 15.69
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.59
"10000.00", "V", 5.81
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 10.91
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 47.20
"I", "V", 72.76

"Spectrum no.", "61"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 31.07
"20.00", "V", 17.85
"25.00", "V", 40.47
"31.50", "V", 35.72
"40.00", "V", 39.37
"50.00", "V", 38.78
"63.00", "V", 36.29
"80.00", "V", 34.36

5. Lamp. On-site 1. TXT

"100.00", "V", 39.79
"125.00", "V", 40.29
"160.00", "V", 41.32
"200.00", "V", 35.61
"250.00", "V", 33.82
"315.00", "V", 34.12
"400.00", "V", 27.40
"500.00", "V", 25.73
"630.00", "V", 26.58
"800.00", "V", 25.54
"1000.00", "V", 22.30
"1250.00", "V", 18.81
"1600.00", "V", 15.10
"2000.00", "V", 16.42
"2500.00", "V", 15.92
"3150.00", "V", 8.82
"4000.00", "V", 17.33
"5000.00", "V", 14.70
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 11.55
"10000.00", "V", 5.81
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.82
"20000.00", "V", -256.12
"A/L", "V", 48.24
"I", "V", 72.48

"Spectrum no.", "62"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 25.63
"16.00", "V", 33.54
"20.00", "V", 22.62
"25.00", "V", 40.85
"31.50", "V", 34.17
"40.00", "V", 36.76
"50.00", "V", 34.36
"63.00", "V", 37.93
"80.00", "V", 32.57
"100.00", "V", 36.74
"125.00", "V", 34.31
"160.00", "V", 39.72
"200.00", "V", 34.97
"250.00", "V", 28.20
"315.00", "V", 28.88
"400.00", "V", 22.48
"500.00", "V", 21.59
"630.00", "V", 22.39
"800.00", "V", 20.11
"1000.00", "V", 20.58
"1250.00", "V", 19.78
"1600.00", "V", 4.56
"2000.00", "V", 16.32
"2500.00", "V", 17.10
"3150.00", "V", 10.21
"4000.00", "V", 15.57

5. Lamp. On-site 1. TXT

"5000.00", "V", 13.76
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 11.55
"10000.00", "V", 10.58
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 11.83
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 45.84
"I", "V", 72.20

"Spectrum no.", "63"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", 23.87
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 26.29
"16.00", "V", 28.97
"20.00", "V", -238.27
"25.00", "V", 38.88
"31.50", "V", 31.91
"40.00", "V", 36.62
"50.00", "V", 31.70
"63.00", "V", 32.27
"80.00", "V", 36.85
"100.00", "V", 41.11
"125.00", "V", 34.29
"160.00", "V", 36.24
"200.00", "V", 32.97
"250.00", "V", 21.59
"315.00", "V", 21.24
"400.00", "V", 20.79
"500.00", "V", 19.24
"630.00", "V", 18.93
"800.00", "V", 17.19
"1000.00", "V", 17.57
"1250.00", "V", 18.11
"1600.00", "V", 13.59
"2000.00", "V", 17.92
"2500.00", "V", 17.10
"3150.00", "V", 11.83
"4000.00", "V", 14.56
"5000.00", "V", 14.42
"6300.00", "V", 8.82
"8000.00", "V", 11.55
"10000.00", "V", 5.81
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 11.24
"20000.00", "V", 5.81
"A/L", "V", 47.41
"I", "V", 71.92

"Spectrum no.", "64"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23

5. Lamp. On-site 1. TXT

"1. 25", "V", -226. 23
"1. 60", "V", -229. 24
"2. 00", "V", -229. 24
"2. 50", "V", -229. 24
"3. 15", "V", -232. 25
"4. 00", "V", -232. 25
"5. 00", "V", -232. 25
"6. 30", "V", -235. 26
"8. 00", "V", 20. 86
"10. 00", "V", -235. 26
"12. 50", "V", 31. 07
"16. 00", "V", 32. 90
"20. 00", "V", 17. 85
"25. 00", "V", 37. 02
"31. 50", "V", 29. 75
"40. 00", "V", 34. 67
"50. 00", "V", 41. 56
"63. 00", "V", 36. 69
"80. 00", "V", 32. 93
"100. 00", "V", 36. 90
"125. 00", "V", 27. 40
"160. 00", "V", 35. 04
"200. 00", "V", 22. 04
"250. 00", "V", 27. 00
"315. 00", "V", 18. 37
"400. 00", "V", 21. 24
"500. 00", "V", 19. 78
"630. 00", "V", 15. 57
"800. 00", "V", 8. 82
"1000. 00", "V", 17. 10
"1250. 00", "V", 18. 11
"1600. 00", "V", 14. 09
"2000. 00", "V", 13. 01
"2500. 00", "V", 17. 10
"3150. 00", "V", -256. 12
"4000. 00", "V", 16. 86
"5000. 00", "V", 12. 09
"6300. 00", "V", -256. 12
"8000. 00", "V", 11. 55
"10000. 00", "V", 7. 57
"12500. 00", "V", -256. 12
"16000. 00", "V", 11. 83
"20000. 00", "V", -211. 66E-3
"A/L", "V", 43. 13
"I", "V", 71. 61

"Spectrum no.", "65"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0. 40", "V", -223. 22
"0. 50", "V", -223. 22
"0. 63", "V", -223. 22
"0. 80", "V", -226. 23
"1. 00", "V", -226. 23
"1. 25", "V", -226. 23
"1. 60", "V", -229. 24
"2. 00", "V", -229. 24
"2. 50", "V", -229. 24
"3. 15", "V", -232. 25
"4. 00", "V", -232. 25
"5. 00", "V", -232. 25
"6. 30", "V", -235. 26
"8. 00", "V", -235. 26
"10. 00", "V", 23. 87
"12. 50", "V", 26. 29
"16. 00", "V", 30. 62
"20. 00", "V", 23. 87
"25. 00", "V", 38. 38
"31. 50", "V", 27. 85
"40. 00", "V", 25. 63
"50. 00", "V", 36. 95

5. Lamp. On-site 1. TXT

"63.00", "V", 34.62
"80.00", "V", 26.60
"100.00", "V", 34.57
"125.00", "V", 30.36
"160.00", "V", 31.14
"200.00", "V", 30.22
"250.00", "V", 25.45
"315.00", "V", 22.79
"400.00", "V", 22.39
"500.00", "V", 20.20
"630.00", "V", 19.78
"800.00", "V", 26.01
"1000.00", "V", 21.28
"1250.00", "V", 20.72
"1600.00", "V", 14.56
"2000.00", "V", 15.69
"2500.00", "V", 16.86
"3150.00", "V", -211.66E-3
"4000.00", "V", 14.09
"5000.00", "V", 11.24
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.41
"10000.00", "V", 8.82
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 6.77
"20000.00", "V", -256.12
"A/L", "V", 43.60
"I", "V", 71.33

"Spectrum no.", "66"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 20.86
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 23.87
"20.00", "V", 27.40
"25.00", "V", 40.19
"31.50", "V", 26.60
"40.00", "V", 30.15
"50.00", "V", 35.51
"63.00", "V", 31.21
"80.00", "V", 34.05
"100.00", "V", 35.96
"125.00", "V", 33.35
"160.00", "V", 34.85
"200.00", "V", 29.84
"250.00", "V", 23.66
"315.00", "V", 26.34
"400.00", "V", 18.70
"500.00", "V", 23.17
"630.00", "V", 23.66
"800.00", "V", 25.28
"1000.00", "V", 20.93
"1250.00", "V", 19.52
"1600.00", "V", 14.84
"2000.00", "V", 15.92
"2500.00", "V", 15.92

5. Lamp. On-site 1. TXT

"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 12.56
"5000.00", "V", 13.01
"6300.00", "V", -211.66E-3
"8000.00", "V", 13.76
"10000.00", "V", 6.77
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.23
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 44.40
"I", "V", 71.05

"Spectrum no.", "67"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", 26.88
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 17.85
"20.00", "V", 32.62
"25.00", "V", 38.29
"31.50", "V", 32.15
"40.00", "V", 33.28
"50.00", "V", 31.21
"63.00", "V", 28.55
"80.00", "V", 33.68
"100.00", "V", 36.36
"125.00", "V", 33.94
"160.00", "V", 28.97
"200.00", "V", 26.74
"250.00", "V", 24.20
"315.00", "V", 22.44
"400.00", "V", 13.92
"500.00", "V", 20.20
"630.00", "V", 21.24
"800.00", "V", 24.86
"1000.00", "V", 18.86
"1250.00", "V", 17.85
"1600.00", "V", 5.81
"2000.00", "V", 16.11
"2500.00", "V", 13.76
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 14.96
"5000.00", "V", 12.56
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 12.79
"10000.00", "V", 10.91
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.82
"20000.00", "V", -256.12
"A/L", "V", 45.23
"I", "V", 70.74

"Spectrum no.", "68"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22

5. Lamp. On-site 1. TXT

"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 17.85
"20.00", "V", 23.87
"25.00", "V", 34.83
"31.50", "V", 32.76
"40.00", "V", 35.16
"50.00", "V", 34.85
"63.00", "V", 33.77
"80.00", "V", 37.61
"100.00", "V", 37.86
"125.00", "V", 30.41
"160.00", "V", 28.97
"200.00", "V", 26.34
"250.00", "V", 23.28
"315.00", "V", 19.43
"400.00", "V", 15.80
"500.00", "V", 17.97
"630.00", "V", 18.23
"800.00", "V", 19.78
"1000.00", "V", 16.60
"1250.00", "V", 17.19
"1600.00", "V", -256.12
"2000.00", "V", 12.35
"2500.00", "V", 9.34
"3150.00", "V", 5.81
"4000.00", "V", 14.25
"5000.00", "V", 8.23
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 8.82
"10000.00", "V", 6.77
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.34
"20000.00", "V", 4.56
"A/L", "V", 43.13
"I", "V", 70.46

"Spectrum no.", "69"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 20.86
"10.00", "V", 23.87
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 25.63
"20.00", "V", 17.85
"25.00", "V", 36.85
"31.50", "V", 36.50

5. Lamp. On-site 1. TXT

"40.00", "V", 31.56
"50.00", "V", 34.38
"63.00", "V", 30.74
"80.00", "V", 34.71
"100.00", "V", 34.99
"125.00", "V", 33.51
"160.00", "V", 29.37
"200.00", "V", 27.05
"250.00", "V", 21.59
"315.00", "V", 24.06
"400.00", "V", 19.94
"500.00", "V", 16.02
"630.00", "V", 13.59
"800.00", "V", 15.47
"1000.00", "V", 17.43
"1250.00", "V", 15.47
"1600.00", "V", 10.21
"2000.00", "V", 13.92
"2500.00", "V", 14.42
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 12.79
"5000.00", "V", 11.55
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.76
"10000.00", "V", 10.58
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 11.55
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 44.85
"I", "V", 70.15

"Spectrum no.", "70"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 20.86
"10.00", "V", 23.87
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 26.29
"20.00", "V", 28.97
"25.00", "V", 35.25
"31.50", "V", 35.14
"40.00", "V", 36.78
"50.00", "V", 37.86
"63.00", "V", 30.34
"80.00", "V", 33.28
"100.00", "V", 32.53
"125.00", "V", 34.69
"160.00", "V", 31.94
"200.00", "V", 22.25
"250.00", "V", 19.03
"315.00", "V", 23.66
"400.00", "V", 11.83
"500.00", "V", 16.42
"630.00", "V", 15.36
"800.00", "V", 13.76
"1000.00", "V", 17.03
"1250.00", "V", 17.19
"1600.00", "V", 11.55

5. Lamp. On-site 1. TXT

"2000.00", "V", 13.92
"2500.00", "V", 12.09
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 10.21
"5000.00", "V", 12.35
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.01
"10000.00", "V", 8.82
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 7.57
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 45.62
"I", "V", 69.87

"Spectrum no.", "71"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 20.86
"10.00", "V", 20.86
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 24.83
"20.00", "V", 20.86
"25.00", "V", 33.70
"31.50", "V", 31.28
"40.00", "V", 36.64
"50.00", "V", 30.74
"63.00", "V", 36.08
"80.00", "V", 35.94
"100.00", "V", 35.18
"125.00", "V", 34.10
"160.00", "V", 31.84
"200.00", "V", 26.81
"250.00", "V", 23.59
"315.00", "V", 24.51
"400.00", "V", 23.35
"500.00", "V", 24.15
"630.00", "V", 26.46
"800.00", "V", 34.78
"1000.00", "V", 22.65
"1250.00", "V", 20.74
"1600.00", "V", 17.03
"2000.00", "V", 17.33
"2500.00", "V", 15.22
"3150.00", "V", 8.82
"4000.00", "V", 15.36
"5000.00", "V", 16.02
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 12.09
"10000.00", "V", 10.58
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.78
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 44.19
"I", "V", 69.57

"Spectrum no.", "72"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22

5. Lamp. On-site 1. TXT

"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 27.85
"20.00", "V", 20.86
"25.00", "V", 40.66
"31.50", "V", 26.29
"40.00", "V", 32.38
"50.00", "V", 34.99
"63.00", "V", 37.11
"80.00", "V", 29.14
"100.00", "V", 35.11
"125.00", "V", 32.27
"160.00", "V", 25.96
"200.00", "V", 27.33
"250.00", "V", 24.51
"315.00", "V", 26.29
"400.00", "V", 18.81
"500.00", "V", 20.58
"630.00", "V", 26.55
"800.00", "V", 31.28
"1000.00", "V", 22.60
"1250.00", "V", 19.83
"1600.00", "V", 15.57
"2000.00", "V", 15.69
"2500.00", "V", 17.43
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 13.76
"5000.00", "V", 13.01
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.22
"10000.00", "V", 9.34
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.34
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 45.08
"I", "V", 69.28

"Spectrum no.", "73"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", 23.87
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 20.86
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 23.87
"20.00", "V", 24.83

5. Lamp. On-site 1. TXT

"25.00", "V", 38.92
"31.50", "V", 24.83
"40.00", "V", 33.28
"50.00", "V", 35.86
"63.00", "V", 35.82
"80.00", "V", 34.43
"100.00", "V", 35.58
"125.00", "V", 32.67
"160.00", "V", 24.72
"200.00", "V", 30.76
"250.00", "V", 28.34
"315.00", "V", 25.54
"400.00", "V", 13.22
"500.00", "V", 21.50
"630.00", "V", 24.86
"800.00", "V", 26.76
"1000.00", "V", 19.73
"1250.00", "V", 18.93
"1600.00", "V", 15.36
"2000.00", "V", 13.01
"2500.00", "V", 10.21
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 13.22
"5000.00", "V", 11.83
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 11.24
"10000.00", "V", 7.57
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 5.81
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 44.75
"I", "V", 69.00

"Spectrum no.", "74"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 20.86
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 20.86
"16.00", "V", 23.87
"20.00", "V", 24.83
"25.00", "V", 38.59
"31.50", "V", 31.66
"40.00", "V", 32.08
"50.00", "V", 34.74
"63.00", "V", 34.67
"80.00", "V", 31.82
"100.00", "V", 31.61
"125.00", "V", 32.01
"160.00", "V", 28.50
"200.00", "V", 29.91
"250.00", "V", 21.82
"315.00", "V", 21.59
"400.00", "V", 13.22
"500.00", "V", 19.43
"630.00", "V", 21.19
"800.00", "V", 20.46
"1000.00", "V", 19.43

5. Lamp. On-site 1. TXT

"1250.00", "V", 18.11
"1600.00", "V", 8.82
"2000.00", "V", 14.70
"2500.00", "V", 9.34
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 13.01
"5000.00", "V", 12.35
"6300.00", "V", 4.56
"8000.00", "V", 10.91
"10000.00", "V", 8.23
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 5.81
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 45.06
"I", "V", 68.70

"Spectrum no.", "75"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", 20.86
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 24.83
"16.00", "V", 20.86
"20.00", "V", 30.62
"25.00", "V", 36.99
"31.50", "V", 34.38
"40.00", "V", 31.56
"50.00", "V", 37.75
"63.00", "V", 36.12
"80.00", "V", 34.05
"100.00", "V", 37.09
"125.00", "V", 33.77
"160.00", "V", 31.11
"200.00", "V", 30.17
"250.00", "V", 23.80
"315.00", "V", 22.62
"400.00", "V", 5.81
"500.00", "V", 15.57
"630.00", "V", 18.70
"800.00", "V", 17.71
"1000.00", "V", 19.61
"1250.00", "V", 17.50
"1600.00", "V", 11.24
"2000.00", "V", 13.22
"2500.00", "V", 11.55
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 10.21
"5000.00", "V", 13.92
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 11.55
"10000.00", "V", 10.58
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.23
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 43.79
"I", "V", 68.41

"Spectrum no.", "76"

"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
 "0.50", "V", -223.22
 "0.63", "V", -223.22
 "0.80", "V", -226.23
 "1.00", "V", -226.23
 "1.25", "V", -226.23
 "1.60", "V", -229.24
 "2.00", "V", -229.24
 "2.50", "V", -229.24
 "3.15", "V", -232.25
 "4.00", "V", 23.87
 "5.00", "V", 23.87
 "6.30", "V", -235.26
 "8.00", "V", 20.86
 "10.00", "V", -235.26
 "12.50", "V", 23.87
 "16.00", "V", 23.87
 "20.00", "V", 27.40
 "25.00", "V", 26.60
 "31.50", "V", 37.09
 "40.00", "V", 32.31
 "50.00", "V", 31.56
 "63.00", "V", 34.31
 "80.00", "V", 37.11
 "100.00", "V", 36.76
 "125.00", "V", 35.68
 "160.00", "V", 30.13
 "200.00", "V", 31.11
 "250.00", "V", 25.09
 "315.00", "V", 24.25
 "400.00", "V", 15.36
 "500.00", "V", 10.58
 "630.00", "V", 16.77
 "800.00", "V", 14.56
 "1000.00", "V", 18.77
 "1250.00", "V", 19.03
 "1600.00", "V", 8.23
 "2000.00", "V", 13.01
 "2500.00", "V", 14.84
 "3150.00", "V", -211.66E-3
 "4000.00", "V", 10.91
 "5000.00", "V", 11.24
 "6300.00", "V", -256.12
 "8000.00", "V", 10.21
 "10000.00", "V", 4.56
 "12500.00", "V", -256.12
 "16000.00", "V", 7.57
 "20000.00", "V", 2.80
 "A/L", "V", 44.03
 "I", "V", 68.11

"Spectrum no.", "77"
 "Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
 "0.50", "V", -223.22
 "0.63", "V", -223.22
 "0.80", "V", -226.23
 "1.00", "V", -226.23
 "1.25", "V", -226.23
 "1.60", "V", -229.24
 "2.00", "V", 26.88
 "2.50", "V", -229.24
 "3.15", "V", -232.25
 "4.00", "V", -232.25
 "5.00", "V", -232.25
 "6.30", "V", -235.26
 "8.00", "V", -235.26
 "10.00", "V", -235.26
 "12.50", "V", 29.61

5. Lamp. On-site 1. TXT

```
"16.00", "V", 26.29
"20.00", "V", 27.40
"25.00", "V", 35.98
"31.50", "V", 28.97
"40.00", "V", 38.66
"50.00", "V", 35.14
"63.00", "V", 32.24
"80.00", "V", 33.70
"100.00", "V", 33.61
"125.00", "V", 34.99
"160.00", "V", 28.64
"200.00", "V", 29.99
"250.00", "V", 26.10
"315.00", "V", 21.82
"400.00", "V", 18.37
"500.00", "V", 19.78
"630.00", "V", 16.02
"800.00", "V", 6.77
"1000.00", "V", 14.25
"1250.00", "V", 16.77
"1600.00", "V", -256.12
"2000.00", "V", 16.32
"2500.00", "V", 14.70
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 16.11
"5000.00", "V", 15.36
"6300.00", "V", 4.56
"8000.00", "V", 13.22
"10000.00", "V", 8.82
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 11.55
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 45.48
"I", "V", 67.83

"Spectrum no.", "78"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", 23.87
"5.00", "V", 26.88
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 24.83
"16.00", "V", 17.85
"20.00", "V", 22.62
"25.00", "V", 38.80
"31.50", "V", 28.64
"40.00", "V", 32.08
"50.00", "V", 38.71
"63.00", "V", 31.61
"80.00", "V", 37.25
"100.00", "V", 36.76
"125.00", "V", 30.67
"160.00", "V", 26.60
"200.00", "V", 27.59
"250.00", "V", 26.55
"315.00", "V", 22.44
"400.00", "V", 25.19
"500.00", "V", 25.23
"630.00", "V", 24.15
```

5. Lamp. On-site 1. TXT

"800.00", "V", 22.25
"1000.00", "V", 18.41
"1250.00", "V", 17.33
"1600.00", "V", 13.01
"2000.00", "V", 17.33
"2500.00", "V", 16.02
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 13.92
"5000.00", "V", 12.56
"6300.00", "V", 2.80
"8000.00", "V", 12.79
"10000.00", "V", 4.56
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.82
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 46.17
"I", "V", 67.52

"Spectrum no.", "79"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 17.85
"16.00", "V", 20.86
"20.00", "V", 27.40
"25.00", "V", 38.17
"31.50", "V", 29.47
"40.00", "V", 33.87
"50.00", "V", 32.50
"63.00", "V", 36.34
"80.00", "V", 35.09
"100.00", "V", 38.59
"125.00", "V", 38.97
"160.00", "V", 41.20
"200.00", "V", 33.89
"250.00", "V", 32.78
"315.00", "V", 32.38
"400.00", "V", 27.73
"500.00", "V", 22.84
"630.00", "V", 24.11
"800.00", "V", 23.24
"1000.00", "V", 18.37
"1250.00", "V", 17.50
"1600.00", "V", -256.12
"2000.00", "V", 16.23
"2500.00", "V", 15.36
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 12.79
"5000.00", "V", 9.34
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.92
"10000.00", "V", 6.77
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.23
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 48.05
"I", "V", 67.24

5. Lamp. On-site 1. TXT

```
"Spectrum no. ", "80"  
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"  
"0.40", "V", -223.22  
"0.50", "V", -223.22  
"0.63", "V", 32.90  
"0.80", "V", -226.23  
"1.00", "V", -226.23  
"1.25", "V", -226.23  
"1.60", "V", -229.24  
"2.00", "V", -229.24  
"2.50", "V", -229.24  
"3.15", "V", -232.25  
"4.00", "V", -232.25  
"5.00", "V", -232.25  
"6.30", "V", -235.26  
"8.00", "V", -235.26  
"10.00", "V", -235.26  
"12.50", "V", -238.27  
"16.00", "V", 22.62  
"20.00", "V", 28.64  
"25.00", "V", 37.44  
"31.50", "V", 37.23  
"40.00", "V", 37.28  
"50.00", "V", 34.43  
"63.00", "V", 37.42  
"80.00", "V", 35.14  
"100.00", "V", 37.28  
"125.00", "V", 36.52  
"160.00", "V", 39.77  
"200.00", "V", 31.82  
"250.00", "V", 27.00  
"315.00", "V", 27.54  
"400.00", "V", 20.65  
"500.00", "V", 18.58  
"630.00", "V", 16.23  
"800.00", "V", 18.18  
"1000.00", "V", 18.77  
"1250.00", "V", 15.80  
"1600.00", "V", 15.69  
"2000.00", "V", 14.42  
"2500.00", "V", 16.23  
"3150.00", "V", 2.80  
"4000.00", "V", 14.25  
"5000.00", "V", 13.76  
"6300.00", "V", -211.66E-3  
"8000.00", "V", 13.01  
"10000.00", "V", 12.09  
"12500.00", "V", -256.12  
"16000.00", "V", 8.23  
"20000.00", "V", 2.80  
"A/L", "V", 46.00  
"I", "V", 66.96
```

```
"Spectrum no. ", "81"  
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"  
"0.40", "V", -223.22  
"0.50", "V", -223.22  
"0.63", "V", -223.22  
"0.80", "V", -226.23  
"1.00", "V", -226.23  
"1.25", "V", -226.23  
"1.60", "V", -229.24  
"2.00", "V", -229.24  
"2.50", "V", -229.24  
"3.15", "V", -232.25  
"4.00", "V", 23.87  
"5.00", "V", 23.87  
"6.30", "V", -235.26  
"8.00", "V", -235.26
```

5. Lamp. On-site 1. TXT

```
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", -238.27
"20.00", "V", 23.87
"25.00", "V", 37.75
"31.50", "V", 39.04
"40.00", "V", 36.48
"50.00", "V", 34.05
"63.00", "V", 40.31
"80.00", "V", 37.53
"100.00", "V", 36.36
"125.00", "V", 36.62
"160.00", "V", 36.78
"200.00", "V", 31.02
"250.00", "V", 22.79
"315.00", "V", 21.12
"400.00", "V", 14.84
"500.00", "V", 17.71
"630.00", "V", 17.57
"800.00", "V", 13.41
"1000.00", "V", 19.07
"1250.00", "V", 16.86
"1600.00", "V", 13.92
"2000.00", "V", 18.04
"2500.00", "V", 14.25
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 14.25
"5000.00", "V", 11.55
"6300.00", "V", 6.77
"8000.00", "V", 13.01
"10000.00", "V", 10.21
"12500.00", "V", 4.56
"16000.00", "V", 8.23
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 46.14
"I", "V", 66.65

"Spectrum no.", "82"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 17.85
"16.00", "V", 17.85
"20.00", "V", 17.85
"25.00", "V", 38.71
"31.50", "V", 37.37
"40.00", "V", 29.30
"50.00", "V", 30.15
"63.00", "V", 41.44
"80.00", "V", 37.44
"100.00", "V", 32.38
"125.00", "V", 32.29
"160.00", "V", 31.09
"200.00", "V", 27.80
"250.00", "V", 22.62
"315.00", "V", 22.34
"400.00", "V", 16.60
```

5. Lamp. On-site 1. TXT

"500.00", "V", 18.70
"630.00", "V", 17.85
"800.00", "V", 14.70
"1000.00", "V", 18.41
"1250.00", "V", 17.64
"1600.00", "V", 10.58
"2000.00", "V", 14.56
"2500.00", "V", 15.36
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 12.79
"5000.00", "V", 10.58
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 9.34
"10000.00", "V", 7.57
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 7.57
"20000.00", "V", 4.56
"A/L", "V", 44.85
"I", "V", 66.37

"Spectrum no.", "83"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 17.85
"20.00", "V", 22.62
"25.00", "V", 33.98
"31.50", "V", 32.76
"40.00", "V", 22.62
"50.00", "V", 36.92
"63.00", "V", 42.87
"80.00", "V", 34.31
"100.00", "V", 34.57
"125.00", "V", 31.80
"160.00", "V", 28.20
"200.00", "V", 25.89
"250.00", "V", 23.80
"315.00", "V", 18.58
"400.00", "V", 18.49
"500.00", "V", 17.26
"630.00", "V", 15.80
"800.00", "V", 13.22
"1000.00", "V", 18.49
"1250.00", "V", 13.59
"1600.00", "V", 14.84
"2000.00", "V", 16.51
"2500.00", "V", 13.22
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 15.10
"5000.00", "V", 11.83
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 9.78
"10000.00", "V", 4.56
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.34
"20000.00", "V", 4.56

5. Lamp. On-site 1. TXT

"A/L", "V", 45.08
"I", "V", 66.06

"Spectrum no.", "84"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", -238.27
"20.00", "V", 17.85
"25.00", "V", 30.27
"31.50", "V", 28.81
"40.00", "V", 30.62
"50.00", "V", 34.08
"63.00", "V", 39.04
"80.00", "V", 30.62
"100.00", "V", 30.24
"125.00", "V", 31.56
"160.00", "V", 30.81
"200.00", "V", 28.48
"250.00", "V", 25.89
"315.00", "V", 23.80
"400.00", "V", 21.12
"500.00", "V", 23.59
"630.00", "V", 24.32
"800.00", "V", 23.71
"1000.00", "V", 18.81
"1250.00", "V", 19.17
"1600.00", "V", 11.83
"2000.00", "V", 14.84
"2500.00", "V", 17.03
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 14.56
"5000.00", "V", 10.58
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.41
"10000.00", "V", 2.80
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 11.55
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 45.06
"I", "V", 65.78

"Spectrum no.", "85"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25

5. Lamp. On-site 1. TXT

"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 20.86
"16.00", "V", -238.27
"20.00", "V", 17.85
"25.00", "V", 34.22
"31.50", "V", 28.06
"40.00", "V", 35.51
"50.00", "V", 29.75
"63.00", "V", 33.09
"80.00", "V", 31.51
"100.00", "V", 35.47
"125.00", "V", 37.70
"160.00", "V", 39.27
"200.00", "V", 34.12
"250.00", "V", 30.97
"315.00", "V", 29.66
"400.00", "V", 25.99
"500.00", "V", 24.65
"630.00", "V", 22.34
"800.00", "V", 23.87
"1000.00", "V", 18.18
"1250.00", "V", 21.12
"1600.00", "V", 12.79
"2000.00", "V", 13.41
"2500.00", "V", 12.79
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 13.41
"5000.00", "V", 12.56
"6300.00", "V", 5.81
"8000.00", "V", 10.91
"10000.00", "V", 8.82
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.23
"20000.00", "V", 4.56
"A/L", "V", 46.89
"I", "V", 65.47

"Spectrum no.", "86"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", 17.85
"20.00", "V", -238.27
"25.00", "V", 38.22
"31.50", "V", 31.73
"40.00", "V", 36.29
"50.00", "V", 33.82
"63.00", "V", 34.55
"80.00", "V", 35.44
"100.00", "V", 32.60
"125.00", "V", 33.25
"160.00", "V", 37.44
"200.00", "V", 32.76
"250.00", "V", 27.14

5. Lamp. On-site 1. TXT

"315.00", "V", 26.55
"400.00", "V", 19.68
"500.00", "V", 19.61
"630.00", "V", 18.37
"800.00", "V", 18.65
"1000.00", "V", 18.04
"1250.00", "V", 19.47
"1600.00", "V", 11.83
"2000.00", "V", 16.86
"2500.00", "V", 14.96
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 16.51
"5000.00", "V", 13.22
"6300.00", "V", 5.81
"8000.00", "V", 14.42
"10000.00", "V", 10.21
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.82
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 44.38
"I", "V", 65.19

"Spectrum no.", "87"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"

"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 25.63
"16.00", "V", 27.40
"20.00", "V", 22.62
"25.00", "V", 39.84
"31.50", "V", 30.15
"40.00", "V", 28.46
"50.00", "V", 30.74
"63.00", "V", 33.25
"80.00", "V", 38.43
"100.00", "V", 39.04
"125.00", "V", 34.31
"160.00", "V", 35.07
"200.00", "V", 30.48
"250.00", "V", 24.13
"315.00", "V", 19.78
"400.00", "V", 12.35
"500.00", "V", 11.83
"630.00", "V", 18.11
"800.00", "V", 15.69
"1000.00", "V", 18.58
"1250.00", "V", 13.22
"1600.00", "V", 19.52
"2000.00", "V", 15.10
"2500.00", "V", 14.09
"3150.00", "V", -211.66E-3
"4000.00", "V", 11.55
"5000.00", "V", 13.22
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 9.78
"10000.00", "V", 11.55
"12500.00", "V", -256.12

5. Lamp. On-site 1. TXT

"16000.00", "V", 12.09
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 46.47
"I", "V", 64.89

"Spectrum no.", "88"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 20.86
"12.50", "V", 25.63
"16.00", "V", 28.64
"20.00", "V", 24.83
"25.00", "V", 38.29
"31.50", "V", 31.82
"40.00", "V", 33.75
"50.00", "V", 33.94
"63.00", "V", 38.76
"80.00", "V", 37.16
"100.00", "V", 32.27
"125.00", "V", 29.47
"160.00", "V", 32.48
"200.00", "V", 29.89
"250.00", "V", 22.62
"315.00", "V", 22.69
"400.00", "V", 11.83
"500.00", "V", 18.58
"630.00", "V", 17.26
"800.00", "V", 12.09
"1000.00", "V", 17.71
"1250.00", "V", 16.11
"1600.00", "V", 14.42
"2000.00", "V", 15.22
"2500.00", "V", 13.22
"3150.00", "V", -211.66E-3
"4000.00", "V", 16.11
"5000.00", "V", 9.34
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 12.35
"10000.00", "V", 5.81
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 10.21
"20000.00", "V", 4.56
"A/L", "V", 43.39
"I", "V", 64.60

"Spectrum no.", "89"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25

5. Lamp. On-site 1. TXT

"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 20.86
"12.50", "V", 28.97
"16.00", "V", 30.62
"20.00", "V", 22.62
"25.00", "V", 34.67
"31.50", "V", 35.32
"40.00", "V", 35.28
"50.00", "V", 35.16
"63.00", "V", 36.19
"80.00", "V", 33.18
"100.00", "V", 32.71
"125.00", "V", 32.17
"160.00", "V", 26.88
"200.00", "V", 28.53
"250.00", "V", 24.44
"315.00", "V", 18.58
"400.00", "V", 17.26
"500.00", "V", 21.19
"630.00", "V", 17.97
"800.00", "V", 14.70
"1000.00", "V", 17.26
"1250.00", "V", 17.33
"1600.00", "V", 17.19
"2000.00", "V", 15.10
"2500.00", "V", 12.09
"3150.00", "V", 12.56
"4000.00", "V", 17.97
"5000.00", "V", 13.41
"6300.00", "V", 6.77
"8000.00", "V", 12.35
"10000.00", "V", 8.23
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 10.91
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 43.63
"I", "V", 64.30

"Spectrum no.", "90"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", 20.86
"12.50", "V", 17.85
"16.00", "V", 31.47
"20.00", "V", 22.62
"25.00", "V", 28.81
"31.50", "V", 30.62
"40.00", "V", 30.27
"50.00", "V", 32.71
"63.00", "V", 35.25
"80.00", "V", 34.50
"100.00", "V", 39.79
"125.00", "V", 33.02
"160.00", "V", 36.29

5. Lamp. On-site 1. TXT

"200.00", "V", 34.22
"250.00", "V", 30.46
"315.00", "V", 31.02
"400.00", "V", 29.28
"500.00", "V", 22.58
"630.00", "V", 23.47
"800.00", "V", 18.70
"1000.00", "V", 19.52
"1250.00", "V", 17.92
"1600.00", "V", 18.11
"2000.00", "V", 19.12
"2500.00", "V", 17.78
"3150.00", "V", 9.34
"4000.00", "V", 17.78
"5000.00", "V", 13.41
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 11.55
"10000.00", "V", 5.81
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 7.57
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 46.61
"I", "V", 64.02

"Spectrum no.", "91"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 20.86
"16.00", "V", 26.29
"20.00", "V", 17.85
"25.00", "V", 35.98
"31.50", "V", 28.27
"40.00", "V", 31.56
"50.00", "V", 28.90
"63.00", "V", 37.13
"80.00", "V", 34.45
"100.00", "V", 37.63
"125.00", "V", 37.02
"160.00", "V", 41.09
"200.00", "V", 32.83
"250.00", "V", 31.66
"315.00", "V", 29.63
"400.00", "V", 21.19
"500.00", "V", 21.31
"630.00", "V", 21.66
"800.00", "V", 14.09
"1000.00", "V", 16.77
"1250.00", "V", 18.41
"1600.00", "V", 16.02
"2000.00", "V", 14.56
"2500.00", "V", 14.96
"3150.00", "V", -211.66E-3
"4000.00", "V", 14.09
"5000.00", "V", 11.83
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 13.01

5. Lamp. On-site 1. TXT

"10000.00", "V", 7.57
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.82
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 46.45
"I", "V", 63.71

"Spectrum no.", "92"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 22.62
"16.00", "V", 24.83
"20.00", "V", 26.88
"25.00", "V", 40.33
"31.50", "V", 31.16
"40.00", "V", 27.14
"50.00", "V", 19.61
"63.00", "V", 36.15
"80.00", "V", 35.32
"100.00", "V", 37.25
"125.00", "V", 34.81
"160.00", "V", 35.18
"200.00", "V", 30.48
"250.00", "V", 27.85
"315.00", "V", 24.55
"400.00", "V", 12.79
"500.00", "V", 19.68
"630.00", "V", 11.83
"800.00", "V", 16.60
"1000.00", "V", 17.71
"1250.00", "V", 15.57
"1600.00", "V", 15.92
"2000.00", "V", 14.56
"2500.00", "V", 12.35
"3150.00", "V", 10.58
"4000.00", "V", 14.84
"5000.00", "V", 13.41
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 15.22
"10000.00", "V", 9.78
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.78
"20000.00", "V", -256.12
"A/L", "V", 45.46
"I", "V", 63.43

"Spectrum no.", "93"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24

5. Lamp. On-site 1. TXT

"2. 50", "V", -229. 24
"3. 15", "V", -232. 25
"4. 00", "V", -232. 25
"5. 00", "V", -232. 25
"6. 30", "V", -235. 26
"8. 00", "V", -235. 26
"10. 00", "V", -235. 26
"12. 50", "V", -238. 27
"16. 00", "V", 23. 87
"20. 00", "V", 27. 40
"25. 00", "V", 38. 88
"31. 50", "V", 29. 61
"40. 00", "V", 26. 60
"50. 00", "V", 34. 12
"63. 00", "V", 32. 93
"80. 00", "V", 37. 53
"100. 00", "V", 35. 61
"125. 00", "V", 35. 39
"160. 00", "V", 30. 93
"200. 00", "V", 26. 81
"250. 00", "V", 23. 45
"315. 00", "V", 20. 86
"400. 00", "V", 17. 85
"500. 00", "V", 20. 04
"630. 00", "V", 18. 11
"800. 00", "V", -211. 66E- 3
"1000. 00", "V", 17. 57
"1250. 00", "V", 16. 51
"1600. 00", "V", 14. 96
"2000. 00", "V", 16. 86
"2500. 00", "V", 13. 01
"3150. 00", "V", 6. 77
"4000. 00", "V", 16. 42
"5000. 00", "V", 14. 25
"6300. 00", "V", -256. 12
"8000. 00", "V", 13. 41
"10000. 00", "V", 8. 82
"12500. 00", "V", -256. 12
"16000. 00", "V", 8. 23
"20000. 00", "V", 4. 56
"A/L", "V", 42. 66
"I", "V", 63. 12

"Spectrum no.", "94"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0. 40", "V", -223. 22
"0. 50", "V", -223. 22
"0. 63", "V", -223. 22
"0. 80", "V", -226. 23
"1. 00", "V", -226. 23
"1. 25", "V", -226. 23
"1. 60", "V", -229. 24
"2. 00", "V", -229. 24
"2. 50", "V", -229. 24
"3. 15", "V", -232. 25
"4. 00", "V", -232. 25
"5. 00", "V", -232. 25
"6. 30", "V", -235. 26
"8. 00", "V", -235. 26
"10. 00", "V", 20. 86
"12. 50", "V", 17. 85
"16. 00", "V", 17. 85
"20. 00", "V", 27. 40
"25. 00", "V", 37. 23
"31. 50", "V", 30. 86
"40. 00", "V", 24. 83
"50. 00", "V", 20. 86
"63. 00", "V", 25. 63
"80. 00", "V", 28. 46
"100. 00", "V", 34. 90

5. Lamp. On-site 1. TXT

"125.00", "V", 35.84
"160.00", "V", 31.98
"200.00", "V", 27.54
"250.00", "V", 22.79
"315.00", "V", 16.23
"400.00", "V", 18.49
"500.00", "V", 18.70
"630.00", "V", 18.58
"800.00", "V", -211.66E-3
"1000.00", "V", 16.67
"1250.00", "V", 15.57
"1600.00", "V", 9.34
"2000.00", "V", 14.70
"2500.00", "V", 14.09
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 14.84
"5000.00", "V", 14.70
"6300.00", "V", 4.56
"8000.00", "V", 8.82
"10000.00", "V", 9.34
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 6.77
"20000.00", "V", 5.81
"A/L", "V", 43.20
"I", "V", 62.82

"Spectrum no.", "95"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 17.85
"16.00", "V", 17.85
"20.00", "V", 29.30
"25.00", "V", 36.50
"31.50", "V", 27.14
"40.00", "V", 24.39
"50.00", "V", 34.62
"63.00", "V", 31.16
"80.00", "V", 33.14
"100.00", "V", 33.42
"125.00", "V", 33.87
"160.00", "V", 33.61
"200.00", "V", 30.57
"250.00", "V", 23.94
"315.00", "V", 17.85
"400.00", "V", 10.58
"500.00", "V", 14.56
"630.00", "V", 15.36
"800.00", "V", 13.41
"1000.00", "V", 20.46
"1250.00", "V", 18.93
"1600.00", "V", 8.23
"2000.00", "V", 15.92
"2500.00", "V", 15.36
"3150.00", "V", 4.56
"4000.00", "V", 14.56
"5000.00", "V", 13.22

5. Lamp. On-site 1. TXT

"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 8.23
"10000.00", "V", 9.78
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 10.91
"20000.00", "V", 4.56
"A/L", "V", 44.24
"I", "V", 62.53

"Spectrum no.", "96"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", -238.27
"20.00", "V", 26.88
"25.00", "V", 35.84
"31.50", "V", 27.14
"40.00", "V", 31.28
"50.00", "V", 38.03
"63.00", "V", 27.26
"80.00", "V", 31.42
"100.00", "V", 38.29
"125.00", "V", 28.27
"160.00", "V", 27.96
"200.00", "V", 27.82
"250.00", "V", 20.58
"315.00", "V", 15.80
"400.00", "V", 15.36
"500.00", "V", 14.56
"630.00", "V", 18.37
"800.00", "V", 20.88
"1000.00", "V", 17.33
"1250.00", "V", 19.78
"1600.00", "V", 7.57
"2000.00", "V", 13.41
"2500.00", "V", 13.41
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 12.56
"5000.00", "V", 13.41
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 12.56
"10000.00", "V", 9.34
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 8.23
"20000.00", "V", 2.80
"A/L", "V", 39.72
"I", "V", 62.23

"Spectrum no.", "97"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23

5. Lamp. On-site 1. TXT

"1. 60", "V", -229. 24
"2. 00", "V", 26. 88
"2. 50", "V", -229. 24
"3. 15", "V", -232. 25
"4. 00", "V", -232. 25
"5. 00", "V", -232. 25
"6. 30", "V", -235. 26
"8. 00", "V", -235. 26
"10. 00", "V", -235. 26
"12. 50", "V", -238. 27
"16. 00", "V", 17. 85
"20. 00", "V", 29. 30
"25. 00", "V", 33. 47
"31. 50", "V", 22. 62
"40. 00", "V", 33. 42
"50. 00", "V", 33. 42
"63. 00", "V", 27. 26
"80. 00", "V", 24. 60
"100. 00", "V", 35. 44
"125. 00", "V", 28. 90
"160. 00", "V", 31. 70
"200. 00", "V", 28. 69
"250. 00", "V", 23. 80
"315. 00", "V", 18. 11
"400. 00", "V", 13. 22
"500. 00", "V", 19. 43
"630. 00", "V", 16. 42
"800. 00", "V", 19. 38
"1000. 00", "V", 16. 51
"1250. 00", "V", 17. 43
"1600. 00", "V", 10. 58
"2000. 00", "V", 14. 09
"2500. 00", "V", 12. 56
"3150. 00", "V", -256. 12
"4000. 00", "V", 6. 77
"5000. 00", "V", 13. 59
"6300. 00", "V", -256. 12
"8000. 00", "V", 11. 55
"10000. 00", "V", 10. 91
"12500. 00", "V", -256. 12
"16000. 00", "V", 10. 21
"20000. 00", "V", -211. 66E-3
"A/L", "V", 45. 20
"I", "V", 61. 92

"Spectrum no. ", "98"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0. 40", "V", -223. 22
"0. 50", "V", -223. 22
"0. 63", "V", -223. 22
"0. 80", "V", -226. 23
"1. 00", "V", -226. 23
"1. 25", "V", -226. 23
"1. 60", "V", -229. 24
"2. 00", "V", -229. 24
"2. 50", "V", -229. 24
"3. 15", "V", -232. 25
"4. 00", "V", -232. 25
"5. 00", "V", -232. 25
"6. 30", "V", -235. 26
"8. 00", "V", -235. 26
"10. 00", "V", -235. 26
"12. 50", "V", -238. 27
"16. 00", "V", 17. 85
"20. 00", "V", 22. 62
"25. 00", "V", 31. 91
"31. 50", "V", 27. 61
"40. 00", "V", 31. 98
"50. 00", "V", 27. 61
"63. 00", "V", 36. 99

5. Lamp. On-site 1. TXT

"80.00", "V", 32.03
"100.00", "V", 37.18
"125.00", "V", 35.63
"160.00", "V", 30.15
"200.00", "V", 33.25
"250.00", "V", 20.98
"315.00", "V", 14.25
"400.00", "V", 18.49
"500.00", "V", 18.81
"630.00", "V", 22.62
"800.00", "V", 21.40
"1000.00", "V", 17.78
"1250.00", "V", 16.67
"1600.00", "V", 11.55
"2000.00", "V", 14.84
"2500.00", "V", 11.55
"3150.00", "V", -211.66E-3
"4000.00", "V", 16.11
"5000.00", "V", 13.01
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 12.79
"10000.00", "V", 6.77
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.78
"20000.00", "V", -256.12
"A/L", "V", 42.69
"I", "V", 61.64

"Spectrum no.", "99"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", -238.27
"16.00", "V", -238.27
"20.00", "V", 20.86
"25.00", "V", 37.75
"31.50", "V", 34.78
"40.00", "V", 37.35
"50.00", "V", 33.84
"63.00", "V", 33.37
"80.00", "V", 32.36
"100.00", "V", 35.37
"125.00", "V", 32.71
"160.00", "V", 29.84
"200.00", "V", 29.87
"250.00", "V", 23.66
"315.00", "V", 19.61
"400.00", "V", 10.58
"500.00", "V", 13.92
"630.00", "V", 18.81
"800.00", "V", 17.26
"1000.00", "V", 16.23
"1250.00", "V", 17.03
"1600.00", "V", 16.42
"2000.00", "V", 7.57
"2500.00", "V", 13.41
"3150.00", "V", -256.12

5. Lamp. On-site 1. TXT

"4000.00", "V", 8.23
"5000.00", "V", 12.79
"6300.00", "V", -256.12
"8000.00", "V", 10.91
"10000.00", "V", 5.81
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.34
"20000.00", "V", 5.81
"A/L", "V", 45.13
"I", "V", 61.33

"Spectrum no.", "100"
"Frequency [Hz]", " ", "Auto-A [dB]"
"0.40", "V", -223.22
"0.50", "V", -223.22
"0.63", "V", -223.22
"0.80", "V", -226.23
"1.00", "V", -226.23
"1.25", "V", -226.23
"1.60", "V", -229.24
"2.00", "V", -229.24
"2.50", "V", -229.24
"3.15", "V", -232.25
"4.00", "V", -232.25
"5.00", "V", -232.25
"6.30", "V", -235.26
"8.00", "V", -235.26
"10.00", "V", -235.26
"12.50", "V", 17.85
"16.00", "V", 20.86
"20.00", "V", -238.27
"25.00", "V", 34.97
"31.50", "V", 27.40
"40.00", "V", 29.61
"50.00", "V", 32.64
"63.00", "V", 38.24
"80.00", "V", 34.90
"100.00", "V", 29.14
"125.00", "V", 31.73
"160.00", "V", 26.67
"200.00", "V", 28.97
"250.00", "V", 20.44
"315.00", "V", 18.58
"400.00", "V", 15.10
"500.00", "V", 18.37
"630.00", "V", 19.78
"800.00", "V", 15.36
"1000.00", "V", 13.92
"1250.00", "V", 16.51
"1600.00", "V", 14.70
"2000.00", "V", 11.83
"2500.00", "V", 13.59
"3150.00", "V", -256.12
"4000.00", "V", 10.58
"5000.00", "V", 13.59
"6300.00", "V", -211.66E-3
"8000.00", "V", 9.78
"10000.00", "V", 7.57
"12500.00", "V", -256.12
"16000.00", "V", 9.78
"20000.00", "V", -211.66E-3
"A/L", "V", 43.41
"I", "V", 61.03
•