

Reverberation Time dan Distribusi Bunyi dalam Ruang (Studi Kasus: Auditorium Lt. 1 Fakultas Teknik Kampus Gowa)

Anjas Prasetya Runtulalo^{1*}, Muhammad Ramli Rahim¹, Asniawaty Kusno¹

¹Departemen Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: anjasprasetya@yahoo.com

DOI: 10.25042/jpe.112018.07

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kualitas bunyi berdasarkan nilai kriteria kebisingan (*noise criteria*), *Reverberation Time* (RT), dan hasil distribusi suara berasal dari *speaker* dalam ruang Auditorium LT 1 Gedung Perpustakaan Kampus Gowa, Universitas Hasanuddin. Analisis kualitas bunyi ditinjau dari nilai *background noise* untuk menentukan *noise criteria* ruang, *reverberation time* (RT) sesuai rekomendasi berdasarkan jenis ruang, serta perilaku bunyi dalam ruang auditorium yang bersumber dari pengeras suara (*speaker*). Kemudian hasil nilai dari pengukuran dan simulasi disesuaikan dengan rekomendasi oleh McMullan dan SNI 03-6386-2000. Metode penelitian ini dilakukan dengan cara pengukuran lapangan untuk tingkat tekanan bunyi dan *reverberation time* (RT) sesuai titik ukur yang ditentukan dan menganalisis nilai *statistical RT* serta *linked acoustic rays* dan simulasi *rays and particles* dengan menggunakan simulasi komputer yaitu software *ecotect*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kriteria kebisingan belum memenuhi rekomendasi Egan untuk ruang auditorium dengan kegiatan utama percakapan, sementara untuk waktu dengung (RT) belum dirasa maksimal untuk ruang auditorium dengan kegiatan percakapan, dan hasil analisis simulasi akustik dengan *ecotect* menemukan beberapa suara gema hasil dari pantulan suara dari bidang dinding bata auditorium.

Abstract

Reverberation Time and Sound Distribution in Room (Case Study: Auditorium Lt. 1 Faculty of Engineering, Gowa Campus). This research purpose is to identify sound quality based on noise criteria, reverberation time (RT) and sound distribution from speaker in the auditorium LT.1 Library at Gowa, Hasanuddin University. This Sound quality analysis shows that number of background noise to determine noise criteria in the room, recommended reverberation time based on the room type and sound behavior in audition room from the speaker. Then result from this stimulation adapted to the standart recommendation from McMullan SNI 03-6386-2000. This research method is carried out by means of field measurements for sound pressure levels and reverberation time (RT) according to the specified measuring points, then analyzing statistical RT values, simulating linked acoustic rays, and rays and particles simulation using *ecotect* software. The results of this study indicate that the value of noise criteria has not qualify Egan's recommendations for the auditorium with the main activities is conversation, while the reverberation time (RT) has not quite perfect yet for the auditorium with conversation activities, and the results of *ecotect* analysis using several echo sounds reflection from the field of the brick wall of the auditorium.

Kata Kunci: Akustik, *ecotect*, kriteria kebisingan, perilaku bunyi, waktu dengung

1. Pendahuluan

Auditorium merupakan suatu tempat untuk melaksanakan suatu kegiatan tertentu seperti teater atau pertunjukan, musik atau seni, maupun percakapan atau seminar. Desain akustik bagi auditorium untuk pertemuan harus dapat memberi kepuasan kepada setiap audiens atau pengunjung di berbagai sudut ruang agar dapat mendengar percakapan pemateri dengan jelas. Dalam auditorium untuk percakapan *intelligibility* (kejelasan) suara harus diberi prioritas utama.

Auditorium berasal dari kata audiens (penonton/penikmat) dan rium (tempat), sehingga auditorium dapat diartikan sebagai tempat berkumpulnya penonton untuk menyaksikan suatu acara tertentu. Berdasarkan jenis aktivitas yang dapat berlangsung didalamnya, maka suatu auditorium dibedakan jenisnya menjadi: (1) Auditorium untuk pertemuan, yaitu auditorium dengan aktivitas percakapan seperti untuk seminar, konferensi, rapat besar, dan lain-lain; (2) Auditorium untuk pertunjukan seni, yaitu



auditorium dengan aktivitas utama sajian kesenian, seperti seni musik, tari, dan lain-lain. Secara akustik, jenis auditorium ini masih dapat dibedakan lagi menjadi auditorium yang menampung aktivitas musik saja dan yang menampung musik sekaligus gerak; (3) Auditorium multifungsi, yaitu auditorium yang tidak dirancang secara khusus untuk fungsi percakapan atau musik, namun sengaja dirancang untuk berbagai keperluan tersebut, termasuk pameran produk, acara pernikahan, ulang tahun, dan lain-lain [1].

Kebanyakan auditorium mempunyai masalah pada *background noise level* melebihi kriteria kebisingan (*noise criteria*) yang disyaratkan sehingga mempengaruhi kinerja akustik auditorium [2]. Performa kualitas akustik yang baik dalam suatu auditorium dipengaruhi juga faktor-faktor subjektif dan objektif hasil desain interior bidang-bidang penutupnya (lantai, dinding pembatas, dan plafon) serta dimensi yang dipengaruhi oleh kapasitas maksimum pengguna ruang. Selain itu, pengaruh penggunaan dan perletakan bahan-bahan pelapis bersifat absorptif atau reflektif yang melingkupinya.

Arsitek perlu memahami atau menghayati karakter sumber bunyi. Pemahaman akan bunyi sangat membantu arsitek dalam menyiapkan jalan bunyi sampai dengan jelas dan baik ke telinga pendengar. Pemahaman yang tidak kalah penting ialah gelombang bunyi, hal ini dapat memudahkan arsitek membayangkan sifat-sifat bunyi dan perilakunya dalam rancangan arsitektural tertentu. Telinga manusia menjadi elemen yang mungkin paling jauh dari kendali karena arsitek tentu tidak mempunyai hak mengatur telinga orang lain. Meskipun demikian, pemahaman akan karakter telinga manusia pun akan menjadi penting bagi seorang arsitek agar dapat menghayati apa yang diinginkan oleh manusia dalam mendengar sesuatu [3].

Penelitian ini berupaya untuk memberikan informasi tambahan dan menumbuhkan kesadaran akan proses perancangan ruang yang membutuhkan kualitas akustik sesuai dengan standar yang dianjurkan. Mulai dari pemilihan jenis material, bentuk ruang dalam, sampai pada perletakan sistem penguat suara elektrik.

2. Tujuan Penelitian

- Mengetahui nilai kriteria kebisingan (*noise criteria*) pada ruang Auditorium LT 1 Gedung Perpustakaan Kampus Gowa, Universitas Hasanuddin, baik yang berasal dari dalam maupun dari luar ruang.
- Mengetahui Reverberation Time (RT) pada Auditorium LT 1 Gedung Perpustakaan Kampus Gowa, Universitas Hasanuddin apakah telah memenuhi syarat yang dianjurkan untuk fungsi ruang pertemuan dengan aktivitas utama percakapan (*speech*).
- Mengetahui hasil distribusi suara berasal dari speaker dalam ruang Auditorium LT 1 Gedung Perpustakaan Kampus Gowa, Universitas Hasanuddin.

3. Metode Penelitian

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian terletak di ruang auditorium LT.1, tepatnya di lantai 2 Gedung Perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Kab. Gowa, dan berlokasi di Jalan Poros Malino, Kab. Gowa. Waktu penelitian mulai dari pengumpulan hingga pengolahan data dilaksanakan selama 3 bulan yaitu bulan Juni hingga September tahun 2018.

3.2. Sumber Data

Penataan bunyi pada bangunan mempunyai dua tujuan, yaitu untuk kesehatan dan untuk kenikmatan. Penataan bunyi akan melibatkan empat elemen yang harus dipahami oleh arsitek, yaitu: (1) sumber bunyi; (2) penerima bunyi; (3) media perambatan bunyi; dan (4) gelombang bunyi [4, 5].

Ruang auditorium aktivitas percakapan memiliki nilai rekomendasi waktu dengung (*reverberation time*) idealnya 0 sampai dengan 1 detik. Secara detail, kebutuhan waktu dengung untuk aktivitas berbeda ditampilkan pada Tabel 1.

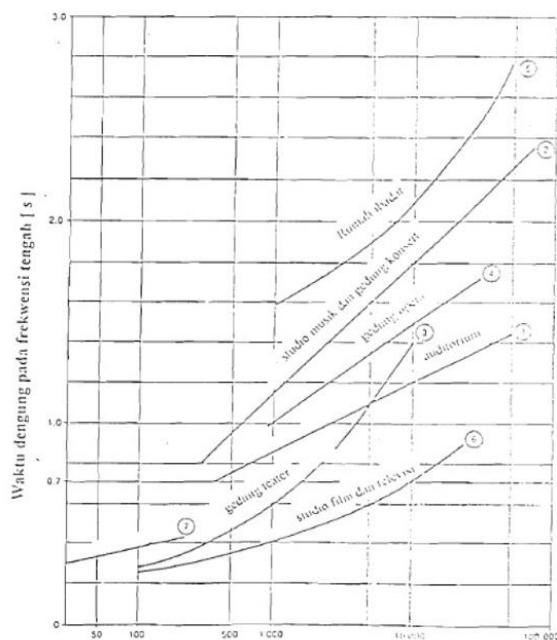
Berdasarkan SNI 03-6368-2000, desain waktu dengung yang dianjurkan mengacu kepada nilai frekuensi menengah (pada frekuensi 500 Hz atau 1000 Hz). Nilai rekomendasi waktu dengung untuk ruang auditorium percakapan berkisar antara 0,6-0,8 detik untuk ruang kapasitas sampai



dengan 250 kursi [6]. Untuk lebih detail nilai RT yang direkomendasikan dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Kesesuaian waktu dengung menurut fungsi ruangan

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



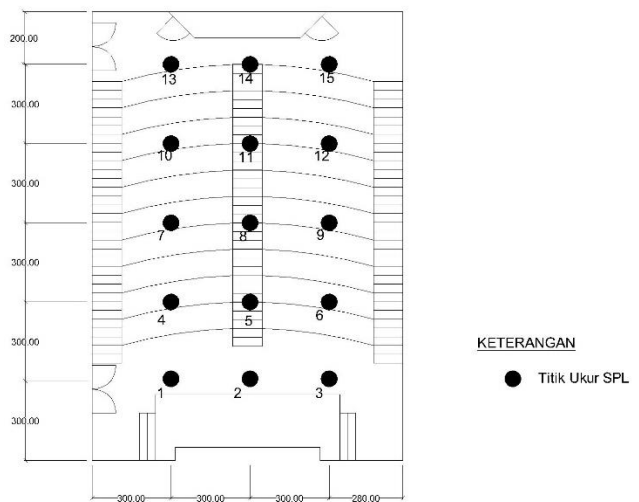
Gambar 1. Kurva waktu dengung rata-rata (SNI 03-6368-2000)

Selain data sekunder yang berupa informasi yang berasal dari berbagai literatur, dilakukan pula pengumpulan data primer yang diperoleh dari hasil pengukuran langsung di lokasi penelitian, meliputi :

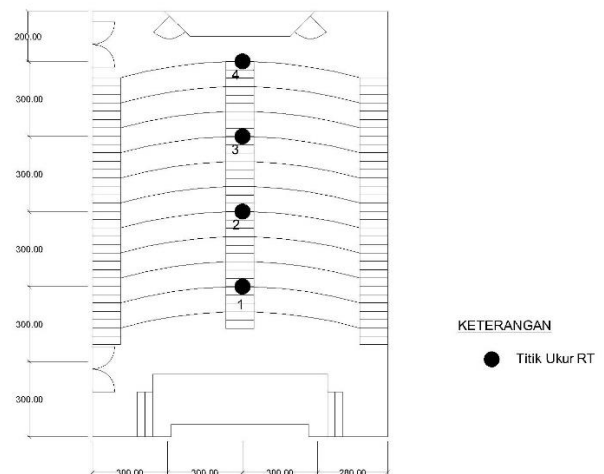
- Potensi kebisingan lingkungan.
- Perletakan elemen material mekanikal elektrik.
- Geometri ruang.
- Material lantai, dinding, plafon, dan kursi.

3.3. Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Dalam penerapannya, penelitian dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap pertama merupakan pendataan geometri ruangan auditorium meliputi: (1) Pengukuran dilakukan pada Ruang auditorium LT 1 Kampus Gowa, Universitas Hasanuddin yang meliputi dimensi ruang, jendela, penempatan layout perabot dengan menggunakan alat ukur berupa meteran dan mengukur ketinggian plafon dengan menggunakan alat ukur *laser distance meter*; dan (2) Mencatat dan mendokumentasikan jenis material lantai, dinding, langit-langit, pengeras suara (loudspeaker), dan penataan kursi.



Gambar 2. Letak titik pengukuran SPL dalam auditorium



Gambar 3. Letak titik pengukuran RT dalam auditorium

Tahap kedua, merupakan pengukuran terhadap tingkat tekanan bunyi (*sound pressure level: SPL*) untuk menentukan kriteria kebisingan (*noise criteria: NC*) dilakukan dengan dua kondisi yaitu: (1) kondisi mekanikal elektrik dimatikan; dan (2) kondisi mekanikal elektrik dihidupkan. Pengukuran dilakukan berdasarkan titik ukur yang telah ditentukan sebelumnya oleh peneliti dan menggunakan alat sound level meter (SLM) jenis KW0600290.

Tahap ketiga, merupakan pengukuran terhadap waktu dengung (*reverberation time: RT*) dilakukan pada kondisi dimana seluruh peralatan mekanikal elektrik dimatikan agar suara respon letusan balon lebih fokus pada saat perekaman. Pengukuran RT ini juga dilakukan berdasarkan titik ukur yang telah ditentukan oleh peneliti dengan menggunakan peralatan sebagai berikut: (1) konektor *microphone* ke *usb*; (2) komputer dan *software* pengolahan audio (*Audacity*); dan (3) balon dan *cutter*.

Tabel 2. Variabel penelitian

Variabel Bebas	Sub Variabel Bebas	Variabel Terikat	Teknik Pengukuran
Lingkungan	Penempatan ruang, potensi kebisingan	<i>Background noise</i>	Pengukuran Tingkat Tekanan Bunyi
Layout Ruang	Bentuk denah, volume ruang	Refleksi bunyi, gema, dengung, pemusatan dan bayangan bunyi	Simulasi akustik
Geometri Ruang	Luas bidang lantai dinding & plafon, bentuk bidang lantai dinding & plafon	Absorpsi bunyi, Difusi bunyi, Difraksi bunyi Gema, waktu dengung (RT)	Simulasi akustik
Material	Jenis material lantai dinding & plafon	Refleksi bunyi, Absorpsi bunyi, Difusi bunyi, Gema, Waktu Dengung (RT)	Simulasi Akustik

Setelah pengukuran dilaksanakan, selanjutnya yang dilakukan adalah pengolahan data dengan *software* pengolahan audio (*Audacity*) dan simulasi (*ecotect*) berdasarkan data-data hasil pengumpulan data primer yang telah dilakukan. Program *Audacity* digunakan untuk mendapatkan hasil pengukuran nilai RT, sementara simulasi *ecotect* dengan metode *linked acoustic rays* untuk menganalisa distribusi suara yang bersumber dari penguas suara (*speaker*), dan simulasi *ecotect* metode *rays and particles* untuk mengidentifikasi perilaku sumber bunyi dari *speaker* yang mengenai bidang elemen interior auditorium.

Adapun variabel penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

4. Metode Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah menganalisis sejumlah data yang didapatkan di lapangan selanjutnya disesuaikan dengan rekomendasi dan kemudian dibuat kesimpulan serta saran sehingga mudah dipahami.

- Untuk menentukan kriteria kebisingan (*noise criteria: NC*), dilakukan pengukuran tingkat tekanan bunyi (*sound pressure level: SPL*) sesuai titik ukur yang selanjutnya di distribusikan kedalam tabel sehingga mudah untuk diidentifikasi. Setelah menganalisa data, hasilnya disesuaikan dengan rekomendasi nilai NC oleh Egan [7] untuk ruang auditorium percakapan.
- Untuk dapat mengetahui nilai waktu dengung (*reverberation time: RT*), dilakukan pengukuran di lapangan sesuai titik ukur dan dianalisa dengan *software* pengolahan audio (*Audacity*), setelah nilai RT didapatkan kemudian dilakukan simulasi statistical RT pada *ecotect* untuk memverifikasi hasil pengukuran RT. Setelah hasil pengukuran dan simulasi dilakukan, maka selanjutnya hasil tersebut disesuaikan dengan rekomendasi nilai RT oleh McMullan dan SNI 03-6368-2000 untuk ruang auditorium percakapan.
- Untuk memperoleh distribusi suara maupun hasil pantulan dari sumber suara (*speaker*), dilakukan simulasi *linked acoustic rays* dan simulasi *rays and particles* pada *ecotect*.



Setelah hasil simulasi didapatkan, selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk tampak atas, tampak samping, dan 3 dimensi.

5. Hasil Penelitian dan Pembahasan

5.1. Identifikasi Ruang

Auditorium LT.1 memiliki luas ruang sebesar 197,85 m², dengan panjang 17 meter dan lebar 11,8 meter. Sementara untuk volume ruang sebesar 955,53 m³ dengan kapasitas ruangan ± 160 orang. Identifikasi penggunaan material lebih rinci dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Identifikasi material auditorium LT.1

Uraian	Bahan Material	Jumlah/ Luas Permukaan	Koefisien (500Hz)
Lantai	Kayu parket	263,861 m ²	0,07
Dinding	Bata dipleser	77,601 m ²	0,02
	Panel akustik	207,087 m ²	0,63
Plafon	Gypsumboard	215,4 m ²	0,05
Kursi	Kain perpori	155 buah	0,56

Jumlah speaker auditorium sebanyak 6 buah yang terletak 3 buah di sisi kanan dan 3 buah di sisi kiri auditorium. Sementara untuk jumlah mesin indor *air conditioner* (AC) sebanyak 8 buah dengan model *Ceiling Mounted Cassette Round Flow/ 4 way* (melekat pada plafon dan memiliki 4 arah udara).

Untuk potensi kebisingan dirasa tidak signifikan mempengaruhi auditorium karena jarak antar gedung dan jalan raya sangat jauh, dengan jarak 102 meter dari jalan poros malino dan 15,8 meter dari jalan utama kampus yang memiliki frekuensi lalu lintas yang rendah. Sementara untuk keadaan ruang disekitar auditorium LT.1 hanya berseberangan dengan ruang perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

5.2. Background Noise Auditorium

Pengukuran dilakukan dengan dua kondisi seperti pada penjelasan pada tahapan penelitian. Pengukuran dilakukan 1 menit per titik pada setiap kondisi. Hasil pengukuran didistribusikan

kedalam bentuk tabel, dan selanjutnya dianalisa untuk mendapatkan Noise Criteria (NC).

5.2.1 Kondisi Mekanikal Elektrikal Dimatikan

Pada pengukuran kondisi ini dilakukan pada siang hari dimana keadaan auditorium tidak ada kegiatan dan mekanikal elektrikal (AC & Lampu) tidak dihidupkan. Pengukuran ini terdapat 15 titik ukur yang memiliki jarak berbeda-beda. Letak titik ukur difokuskan pada area kursi audiens auditorium. Adapun hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil pengukuran kondisi mekanikal elektrikal dimatikan

Titik Ukur	Tingkat Tekanan Bunyi/ <i>Sound Pressure Level (SPL)</i>		
	Terendah (dB)	Tertinggi (dB)	Rata-rata (dB)
1	38,7	46,8	43,2
2	39,1	60,1	45,3
3	38,7	58,2	44,6
4	37,6	47,8	41,3
5	39,7	53,8	45,1
6	39,3	54,3	46,2
7	39,7	52,3	46,6
8	39,7	53,4	45,7
9	38,4	55,6	43,5
10	38,2	58,9	44,1
11	39,7	56,4	46,3
12	38,6	52,3	45,7
13	37,8	53,4	43,6
14	37,8	55,6	42,4
15	37,6	58,4	42,7

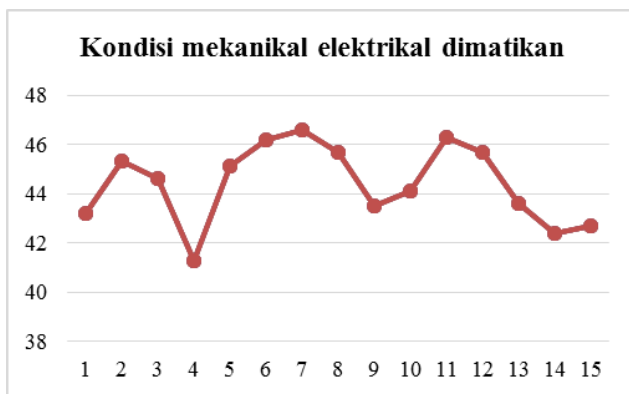
5.2.2 Kondisi Mekanikal Elektrikal Dihidupkan

Pada kondisi ini dilakukan pada waktu siang hari dimana keadaan auditorium tidak ada kegiatan dan mekanikal elektrikal (AC & lampu) dihidupkan. Pengukuran ini terdapat 15 titik ukur yang memiliki jarak berbeda-beda. Letak titik ukur difokuskan pada area kursi audiens auditorium. Adapun hasil pengukuran sebagai berikut:

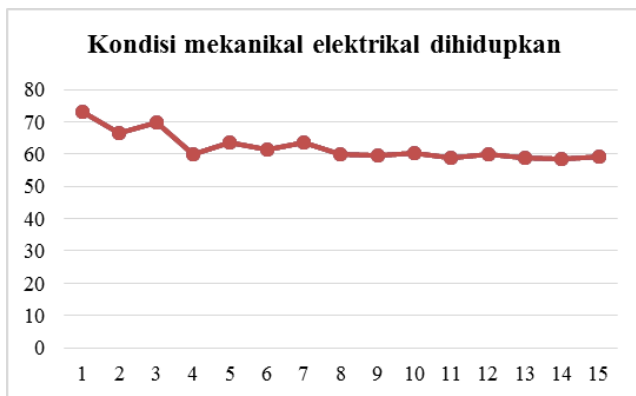


Tabel 5. Hasil pengukuran kondisi mekanikal elektrikal dihidupkan

Titik Ukur	Tingkat Tekanan Bunyi/ <i>Sound Pressure Level (SPL)</i>		
	Terendah (dB)	Tertinggi (dB)	Rata-rata (dB)
1	72,3	73,6	73,1
2	64,8	67,3	66,5
3	67,7	70,4	69,8
4	57,4	61,2	59,8
5	61,2	64,7	63,4
6	58,7	62,2	61,3
7	59,6	64,1	63,7
8	57,3	60,4	59,8
9	55,8	61,2	59,6
10	55,4	62,2	60,4
11	57,3	62,5	58,9
12	58,7	61,8	60,1
13	57,6	60,2	58,8
14	57,4	59,8	58,6
15	57,8	62,2	59,2



Gambar 4. Grafik SPL kondisi mekanikal elektrikal dimatikan



Gambar 5. Grafik SPL kondisi mekanikal elektrikal dihidupkan

5.2.3 Analisa Hasil Pengukuran *Background Noise*

Dari hasil pengukuran tingkat tekanan bunyi (*sound pressure level: SPL*) pada Auditorium LT.1 Kampus Gowa dapat analisa sebagai berikut:

- Pada kondisi mekanikal elektrikal dimatikan tingkat tekanan bunyi yang tertinggi ada pada titik ukur 7 (46,6 dB) sedangkan yang terendah pada titik ukur 4 (41,3 dB). Pada kondisi mekanikal elektrikal dihidupkan tingkat tekanan bunyi yang tertinggi ada pada titik ukur 1 (73,1 dB) sedangkan yang terendah ada pada titik ukur 14 (58,6 dB).
- Sumber kebisingan utama yang menyebabkan peningkatan tingkat tekanan bunyi di dalam auditorium adalah mesin indoor *Air Conditioner (AC)* khususnya pada titik ukur 1, 2 dan 3. Sedangkan kebisingan dari luar (lalu lintas) tidak memberikan dampak dikarenakan jarak gedung auditorium LT.1 dengan jalan raya (jalan poros malino-makassar) memiliki jarak yang sangat jauh yaitu ±100 meter dari badan jalan raya.
- Kriteria kebisingan (*noise criteria: NC*) pada kondisi mekanikal elektrikal dimatikan berada pada nilai NC-35 dengan nilai tingkat tekanan bunyi 41,4 dB – 46,6 dB, sedangkan pada kondisi mekanikal elektrikal dihidupkan berada pada nilai NC-55 dengan nilai tingkat tekanan bunyi 58,6 dB – 73,1 dB.

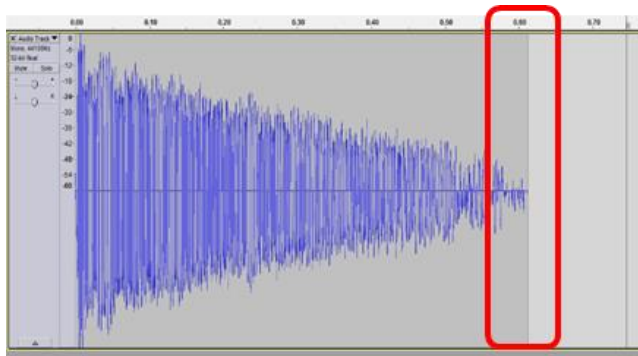
5.3. Hasil Pengukuran RT60

Pengukuran *Reverberation Time (RT60)* pada Auditorium LT.1 dilakukan pada 4 titik ukur yang dimana pada masing-masing titik keadaan mekanikal elektrikal dimatikan (AC dan lampu) agar suara respon letusan balon lebih fokus saat perekaman.

5.3.1 Titik Ukur 1

Pada titik ukur 1 nilai RT60 yang didapatkan sebesar 0,60 detik untuk bunyi benar-benar hilang atas respon letusan balon.

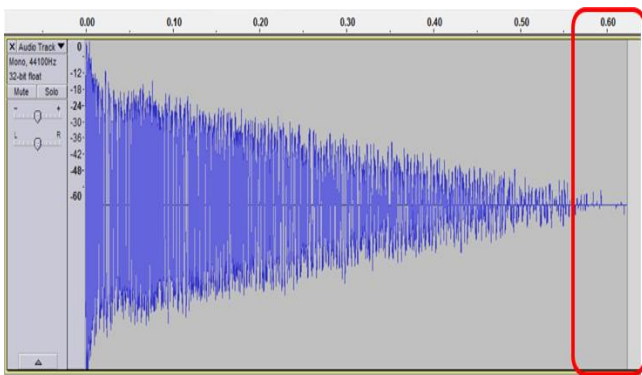




Gambar 6. Hasil rekam RT60 titik ukur 1

5.3.2 Titik Ukur 2

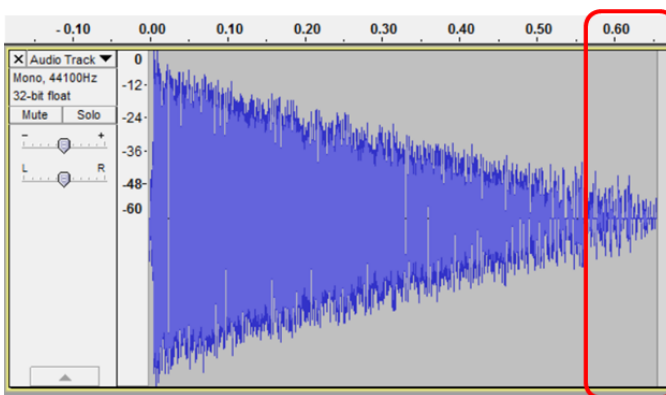
Pada titik ukur 2 nilai RT60 yang didapatkan sebesar 0,60 detik untuk bunyi benar-benar hilang atas repon letusan balon.



Gambar 7. Hasil rekam RT60 titik ukur 2

5.3.3 Titik Ukur 3

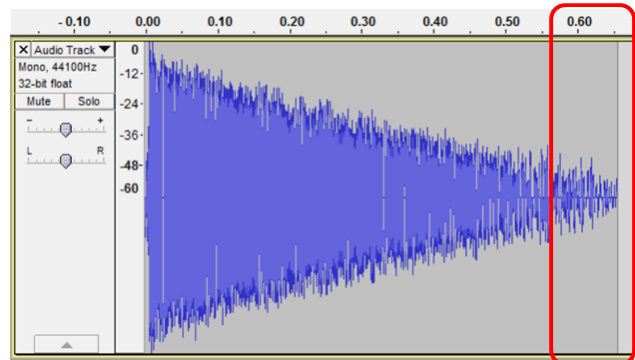
Pada titik ukur 3 nilai RT60 yang didapatkan sebesar 0,65 detik untuk bunyi benar-benar hilang atas repon letusan balon.



Gambar 8. Hasil rekam RT60 titik ukur 3

5.3.4 Titik Ukur 4

Pada titik ukur 4 nilai RT60 yang didapatkan sebesar 0,70 detik untuk bunyi benar-benar hilang atas repon letusan balon.



Gambar 9. Hasil rekam RT60 titik ukur 4

5.3.5 Analisa Hasil Pengukuran RT60

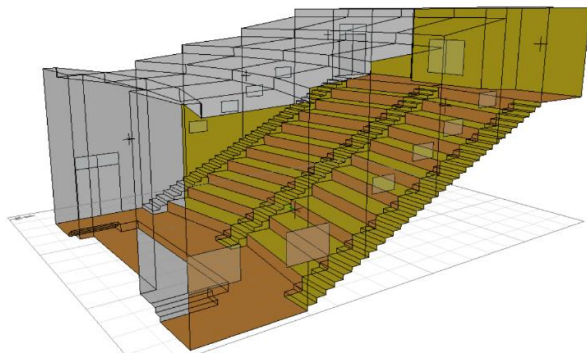
Dari hasil pengukuran RT menggunakan respon letusan balon pada ruang auditorium LT.1 Kampus Gowa dapat dianalisa sebagai berikut:

- Hasil pengukuran RT60 Auditorium LT.1 yang dilakukan dengan respon balon berkisar antara 0,6 – 0,7 detik.
- Nilai pengukuran RT60 ini menunjukkan bahwa hampir seluruh elemen material dinding (panel akustik amstrong) Auditorium LT.1 Kampus Gowa memiliki sifat absorben (material penyerap) tinggi. Hanya dinding pada belakang panggung yang menggunakan material pemantul (dinding bata finishing plester dan cat). Sementara material lantai (parket) dan plafon (*gypsumboard*) tergolong material pemantul dengan koefisien serap rendah.
- Hasil pengukuran RT60 pada auditorium LT.1 menunjukkan nilai yang belum dapat memenuhi rekomendasi McMullan dan SNI 03-6368-2000 (0,8 detik).

5.4. Hasil Simulasi *Statistical RT*

Simulasi perhitungan RT menggunakan software Autodesk Ecotect Analysis 2011. Auditorium LT.1 dibuat dalam bentuk 3D sesuai kondisi dimensi dan jenis material dilapangan mulai dari lantai, dinding, plafon dan elemen material interior lainnya. Ruang Auditorium LT.1

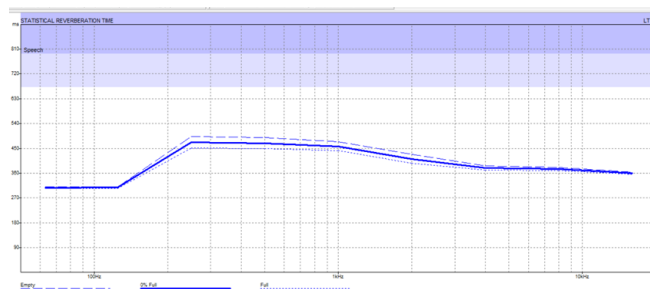
memiliki volume 955,53 m³ dan luas permukaan seluruh material 2018,65 m².



Gambar 10. Visualisasi 3 dimensi auditorium LT.1

5.4.1 RT Metode Sabine

Pada simulasi dengan metode *sabine* nilai RT terendah ada pada frekuensi 63 Hz dalam keadaan ruang auditorium full 100% dengan nilai 0,30 detik. Sementara nilai RT yang tertinggi ada pada frekuensi 250 dan 500 Hz dalam keadaan ruang auditorium empty (kosong) dengan nilai 0,49 detik.



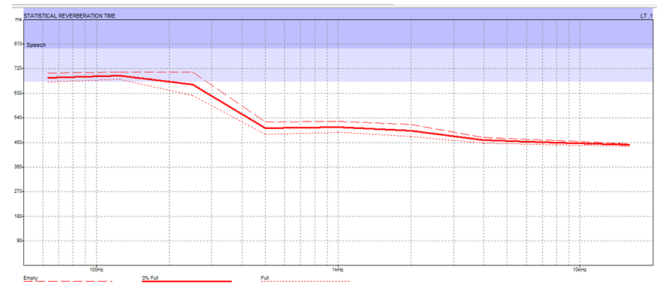
Gambar 11. Grafik simulasi RT Auditorium LT.1 metode *sabine*

5.4.2 RT Metode Norris-Eyring

Pada simulasi dengan metode Norris-Eyring nilai RT terendah ada pada frekuensi 4000 Hz dalam keadaan ruang auditorium full 100% dengan nilai 0,45 detik. Sementara nilai RT yang tertinggi ada pada frekuensi 125 dan 250 Hz dalam keadaan ruang auditorium empty (kosong) dengan nilai 0,71 detik.

Tabel 6. Hasil simulasi *ecotect* nilai RT metode *sabine*

Frekuensi	Total Absorption	Empty RT (60)	50% RT(60)	Full RT (60)
63 Hz	480.104	0.31	0.31	0.30
125 Hz	477.137	0.31	0.31	0.31
250 Hz	281.174	0.49	0.47	0.45
500 Hz	272.585	0.49	0.47	0.45
1000 Hz	278.001	0.47	0.46	0.44
2000 Hz	308.453	0.43	0.41	0.40
4000 Hz	339.204	0.39	0.38	0.37



Gambar 12. Grafik simulasi RT Auditorium LT.1 metode *Norris-Eyring*

Tabel 7. Hasil simulasi *ecotect* nilai RT metode *Norris-Eyring*

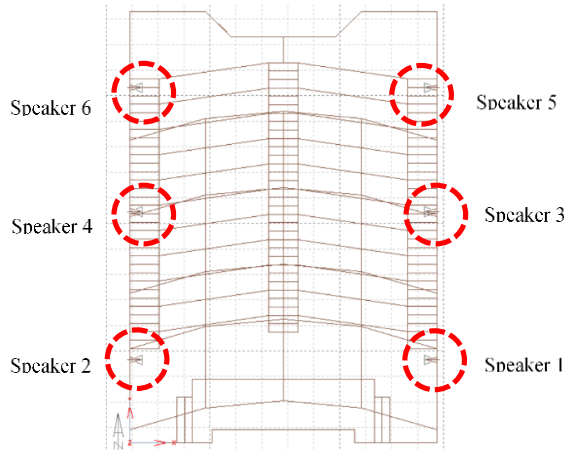
Frekuensi	Total Absorption	Empty RT (60)	50% RT(60)	Full RT (60)
63 Hz	480.104	0.70	0.69	0.67
125 Hz	477.137	0.71	0.69	0.68
250 Hz	281.174	0.71	0.66	0.62
500 Hz	272.585	0.52	0.50	0.48
1000 Hz	278.001	0.53	0.51	0.49
2000 Hz	308.453	0.52	0.49	0.47
4000 Hz	339.204	0.47	0.46	0.45

5.4.3 Analisa Hasil Simulasi RT *Ecotect*

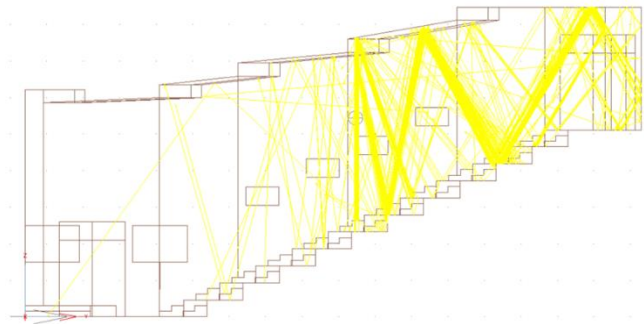
Dari hasil simulasi RT pada *ecotect* menunjukkan angka yang belum memenuhi rekomendasi (angka dibawah nilai rekomendasi McMullan & SNI 03-6368-2000) sebuah auditorium dengan aktivitas utama speech (percakapan), yaitu pada semua metode perhitungan *Sabine* dan *Norris-eyring*, baik pada kondisi *empty* (kosong) maupun kondisi ruangan *full* (penuh). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan material pada auditorium LT.1 memiliki sifat penyerapan yang terlalu tinggi menyebabkan ruangan terkesan mati (waktu dengung terlalu pendek).

5.5. Hasil dan Analisa Simulasi *Linked Acoustic Rays Ecotect*

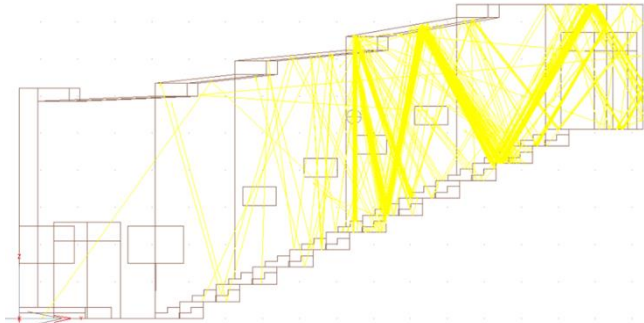
Simulasi *Linked Acoustic Rays* di *ecotect* dilakukan pada masing-masing *speaker* pada Auditorium LT.1, hal ini dilakukan agar dapat menganalisa perjalanan suara pada tiap *speaker*.



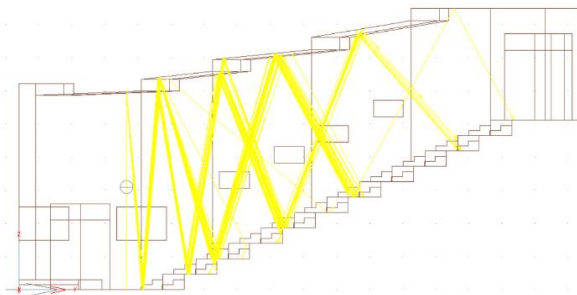
Gambar 13. Perletakan *speaker* auditorium LT.1



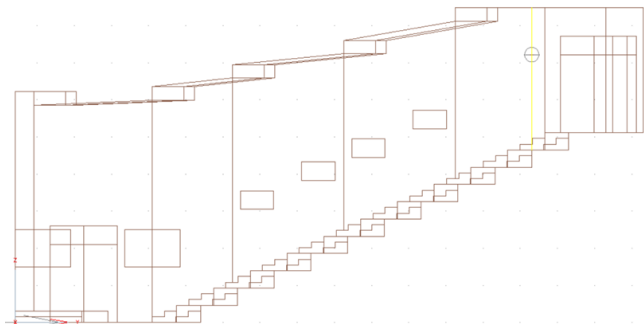
Gambar 16. Simulasi *linked acoustic rays speaker 3*



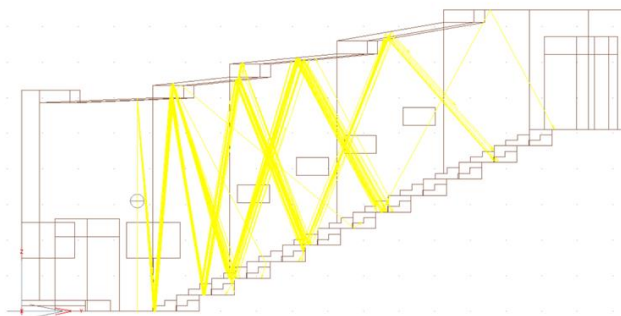
Gambar 17. Simulasi *linked acoustic rays speaker 4*



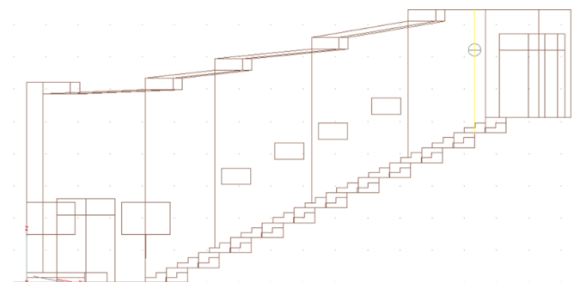
Gambar 14. Simulasi *linked acoustic rays speaker 1*



Gambar 18. Simulasi *linked acoustic rays speaker 5*



Gambar 15. Simulasi *linked acoustic rays speaker 2*



Gambar 19. Simulasi *linked acoustic rays speaker 6*

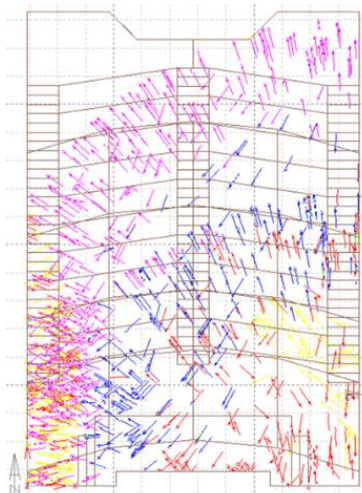
Berdasarkan hasil simulasi *linked acoustic rays ecotect* pada *speaker* 1 sampai dengan *speaker* 6 dapat dilihat bahwa pemusatan bunyi dirasa cukup memadai 100% seluruh area audiens. Bentuk elemen desain interior dan perletakan *speaker* Auditorium LT.1 sudah dirasa cukup baik dalam hal pemusatan bunyi dalam ruang.

5.6. Hasil dan Analisa Simulasi *Rays and Particles Ecotect*

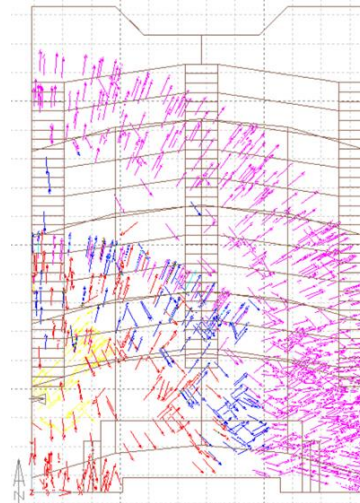
Sama halnya dengan simulasi *linked acoustic rays*, simulasi *rays and particles* pada *ecotect* dilakukan pada masing-masing *speaker* di Auditorium LT.1 untuk dapat menganalisa perilaku bunyi tiap *speaker*.

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

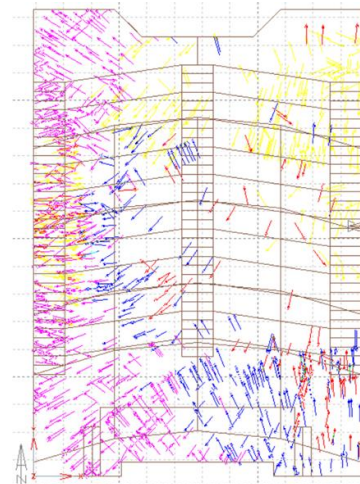
Gambar 20. Keterangan perbedaan warna dalam pancaran jangkauan speaker



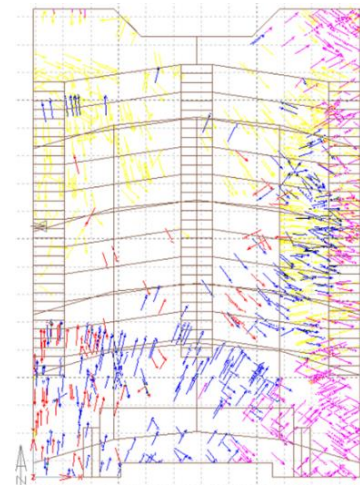
Gambar 21. Simulasi *rays and particles speaker* 1



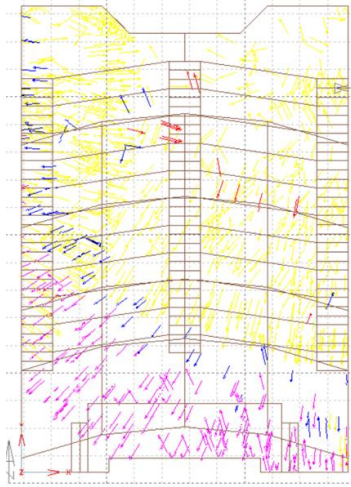
Gambar 22. Simulasi *rays and particles speaker* 2



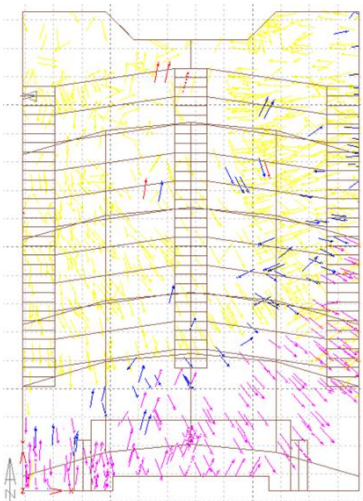
Gambar 23. Simulasi *rays and particles speaker* 3



Gambar 24. Simulasi *rays and particles speaker* 4



Gambar 25. Simulasi *rays and particles speaker 5*



Gambar 26. Simulasi *rays and particles speaker 6*

Dari hasil simulasi *rays and particles Auditorium LT.1* menunjukkan bahwa mulai dari *speaker 1* sampai dengan *speaker 4* terjadi beberapa bunyi *echo* (gema) sebesar 20 – 30%. Sumber *echo* tersebut didapatkan setelah bunyi terpantul dari dinding belakang panggung yaitu dinding material bata. Pada *speaker 5* *echo* hanya terjadi sebesar 10% yang bersumber dari pantulan bunyi dari lantai material kayu parket, sementara *speaker 6* hampir tidak terjadi *echo*.

6. Kesimpulan dan Saran

Auditorium LT. 1 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Kampus Gowa merupakan objek studi yang mewadahi kegiatan seminar maupun konferensi pada lingkup kampus dengan kegiatan

utama nya untuk *speech* (percakapan). Berdasarkan hasil pengukuran dan simulasi yang dilakukan dapat disimpulkan pada kondisi mekanikal dan elektrikal dimatikan menunjukkan nilai *Noise Criteria* (NC) pada ruang Auditorium LT. 1 berada pada nilai NC 30 – 35 dengan tingkat kebisingan 41 – 46 dB. Sementara pada kondisi mekanikal elektrikal dihidupkan berada pada nilai NC 45 – 65 dengan tingkat kebisingan 58 – 73 dB.

Sumber kebisingan utama dalam ruang berasal dari mesin indor *Air Conditioner* (AC) yang berjumlah 8 (delapan) unit. Nilai *Noise Criteria* (NC) ini menunjukkan kondisi bising dan sangat bising yang sangat tidak dianjurkan untuk ruang fungsi auditorium percakapan, sementara nilai rekomendasi untuk auditorium percakapan yaitu NC 20 – 30 dengan tingkat kebisingan 30 – 40 dB. Untuk pengukuran waktu dengung (RT) dengan respon letusan balon dan diolah menggunakan *software audacity* yaitu berada di nilai 0,6 – 0,7 detik. Sementara pada hasil simulasi perhitungan RT pada *software ecotect* berada pada nilai 0,45 – 0,52 detik. Nilai ini dirasa belum cukup maksimal untuk standar rekomendasi nilai RT oleh McMullan dan SNI 03-6368-2000 dimana untuk auditorium percakapan dengan luas 1000 m³ berada pada nilai rekomendasi *Reverberation Time* (RT) 0,8 detik.

Sementara hasil simulasi *linked acoustic rays ecotect* pada Auditorium LT.1 menunjukkan penyebaran suara pada tiap *speaker* menyebar merata ke area audiens auditorium. Sementara untuk hasil simulasi *rays and particles ecotect* pada Auditorium LT.1 menunjukkan beberapa sumber suara dari *speaker* memiliki *echo* (gema) yang bersumber dari hasil pantulan dinding bata dan lantai kayu parket.

Berdasarkan kesimpulan tersebut, diberikan beberapa saran yakni perlunya dilakukan *noise treatment* (perlakuan peredaman kebisingan) untuk meredam kebisingan yang berasal dari mesin indor *Air Condotioner* (AC), hal ini dikarenakan penggunaan penghawaan buatan (AC) yang selalu dihidupkan pada saat Auditorium LT.1 digunakan, serta melakukan perubahan 10 – 20% beberapa material terutama material dinding ataupun lantai yang memiliki sifat memantul agar meningkatkan

nilai RT Auditorium yang memiliki nilai dibawah rekomendasi, dan melakukan pergantian material dinding bata pada belakang panggung dengan material yang sama pada dinding sisi lainnya atau dengan kata lain membuat keseragaman material dinding. Hal ini dilakukan karena sumber *echo* (gema) yang utama ada pada pantulan bunyi dari dinding belakang panggung (dinding bata).

Referensi

- [1] Mediastika, C.E. (2005). *Akustika Bangunan: Prinsip-Prinsip dan Penerapannya di Indonesia*. Erlangga. Jakarta.
- [2] Legoh, F. (1993). *Acoustic Design and Scale Model Testing at A Multi Purpose Auditorium*. UK: *The University of Salford*.
- [3] Mediastika, C.E. (2009). *Material Akustik: Pengendalian Kualitas Bunyi pada Bangunan*. Erlangga. Jakarta.
- [4] Prasasto Satwiko. (2004). *Fisika Bangunan 1 Edisi 1*. Penerbit Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- [5] Prasasto Satwiko. (2004). *Fisika Bangunan 2 Edisi 1*. Penerbit Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- [6] SNI 03-6368-2000. (2000). *Spesifikasi Tingkat bunyi dan waktu dengung dalam bangunan gedung dan perumahan (Kriteria desain yang direkomendasikan)*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- [7] Egan, M. David. (1972). *Architectural Acoustics*. New York: McGraw-Hill Company, Inc.

