

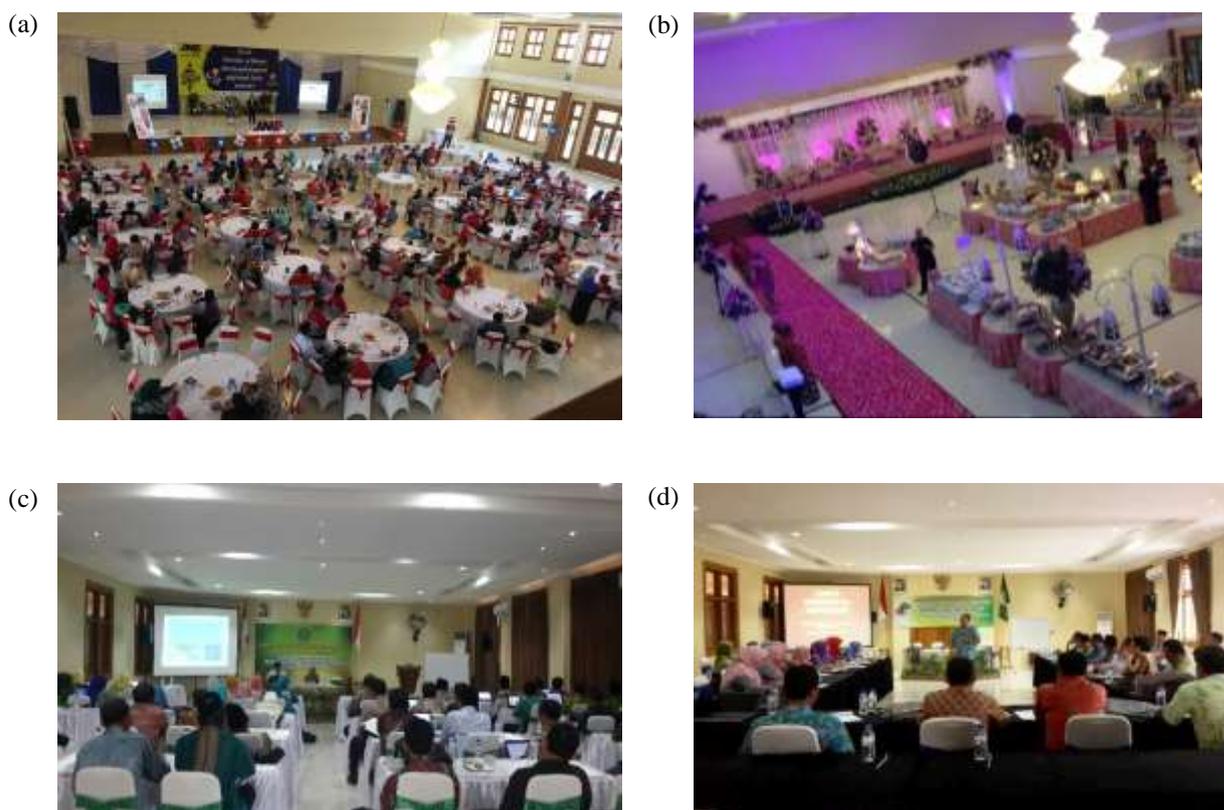
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota

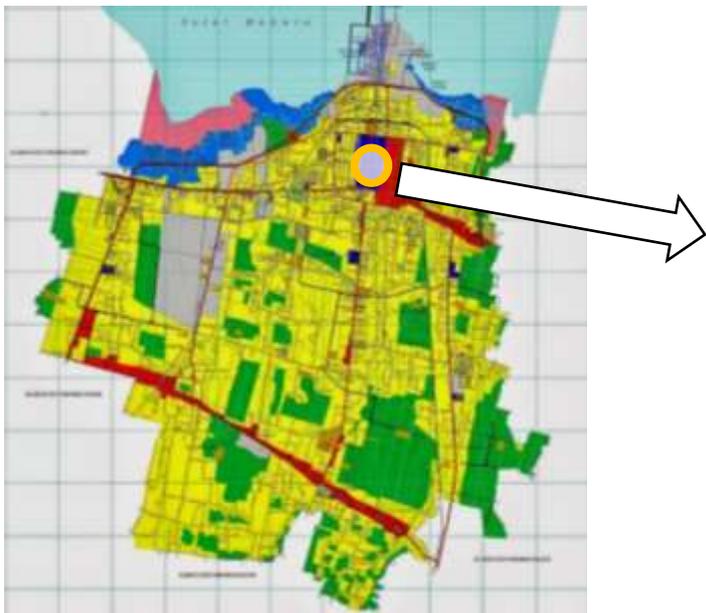
Probolinggo

Ballroom Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo merupakan salah satu fasilitas penunjang dari pihak hotel yang memiliki luas $\pm 1080 \text{ m}^2$ dan sering digunakan oleh sebagian besar masyarakat kota untuk kegiatan yang bersifat cenderung ke fungsi *speech*. Kegiatan *speech* yang banyak diselenggarakan pada ruang serbaguna tersebut di antaranya, sosialisasi, seminar, acara resepsi pernikahan (*wedding*) dan halal bihalal yang merupakan acara-acara cenderung dengan fungsi *speech* dan *music* hanya sebagai *background* atau selingan acara saja. Fasilitas penunjang hotel lainnya yaitu *meeting room* dengan luas $\pm 162 \text{ m}^2$ yang berada pada lantai dua dengan konsep *mezzanine* dari *ballroom* tersebut serta banyak digunakan oleh masyarakat sekitar untuk kegiatan dinas maupun personal, seperti rapat internal, seminar maupun kegiatan lainnya yang bersifat *speech*.



Gambar 4.1 (a) Kegiatan sosialisasi pada *Ballroom* Hotel Paseban Sena (b) Kegiatan resepsi pernikahan pada *Ballroom* Hotel Paseban Sena (c) Kegiatan seminar pada *Meeting Room* Hotel Paseban Sena (d) Kegiatan rapat internal pada *Meeting Room* Hotel Paseban Sena

Berlokasi di Jalan Suroyo nomor 50 - 52, Kecamatan Mayangan, Kota Probolinggo yang bertepatan ditengah pusat kota dan berdekatan langsung dengan alun-alun Kota Probolinggo serta instansi-instansi pemerintahan daerah maupun swasta. Oleh sebab itu, *Ballroom* dan *Meeting Room* pada Hotel Paseban Sena tersebut dipilih sebagian besar masyarakat sekitar dalam menyelenggarakan acara kedinasan maupun kepentingan umum.

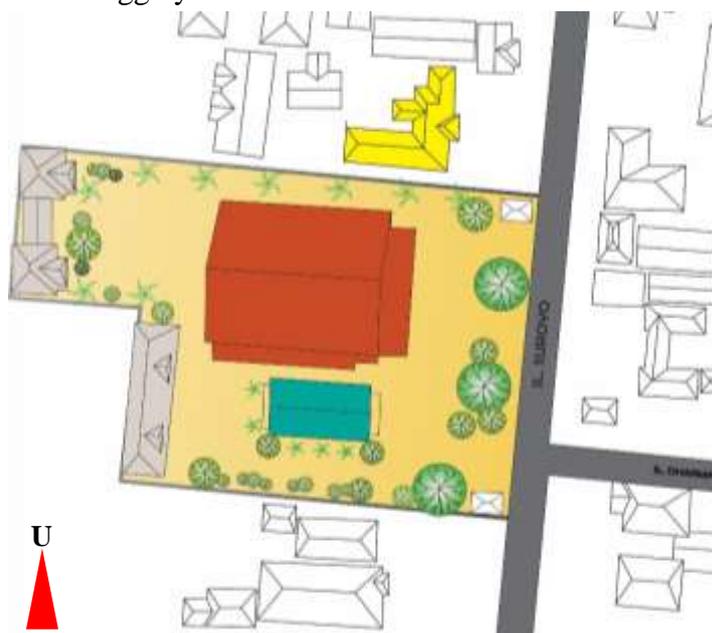


Gambar 4.2 Peta Kota Probolinggo
Sumber : Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)
Kota Probolinggo Tahun 2012-2032



Gambar 4.3 Wilayah jalan Suroyo
Sumber :
<https://www.google.co.id/maps/@-7.7478536,113.2135105,637m/data=!3m1!1e32012-2032>

Adapun batas wilayah gedung *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo yaitu :



Keterangan :

- = Gedung *Ballroom* dan *Meeting Room*
- Utara = Rumah Dinas Wakil Walikota Probolinggo
- Timur = Jalan Suroyo
- Selatan = Restoran Hotel Paseban Sena
- Barat = Kamar Hotel Paseban Sena

Gambar 4.4 Site plan Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

4.2 Analisis Kondisi Eksisting Objek Studi

Berdasarkan hasil observasi secara langsung pada *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo, didapatkan suatu data untuk proses penyelesaian masalah yang terbagi berdasarkan metode, sebagai berikut :

4.2.1 Pengamatan Visual

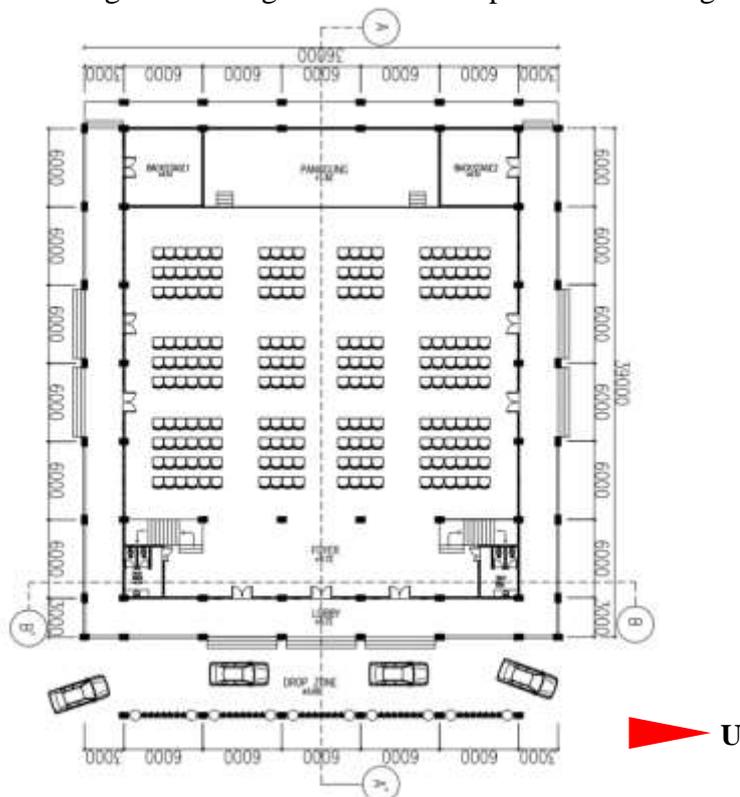
Gedung *Ballroom* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo ini terdiri dua lantai yang mengambil konsep *mezzanine* dengan fungsi utama bangunan sebagai ruang pertemuan berada pada lantai dasar dan ruang rapat berada pada lantai dua. Selain itu terdapat pula ruang-ruang lainnya yang terbagi berdasarkan fungsi ruang, sebagai berikut :

Tabel 6

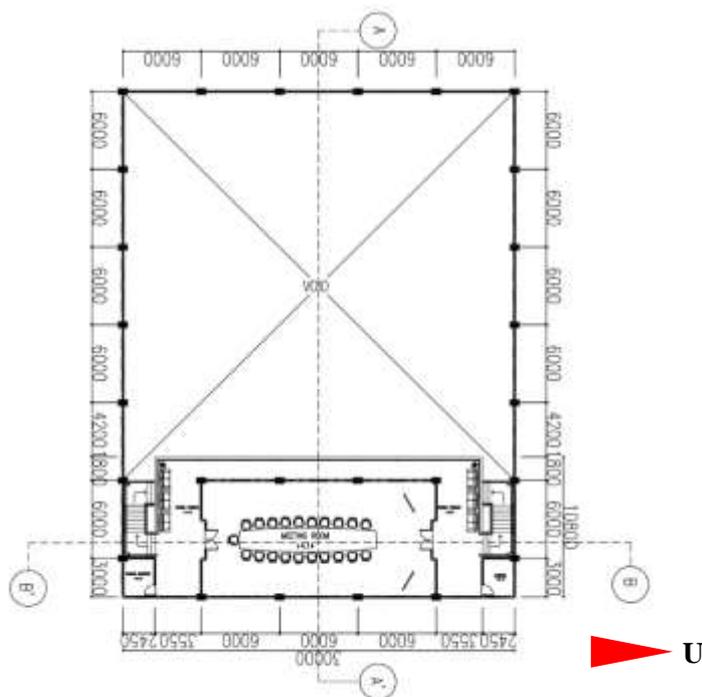
Daftar Ruang pada Gedung *Ballroom* Paseban Sena Kota Probolinggo

Lantai	Fungsi Primer	Fungsi Sekunder	Fungsi Tersier
1	<i>Ballroom</i>	<i>Backstage</i> atau Ruang Make Up 1	<i>Lavatory</i> Pria
		<i>Backstage</i> atau Ruang Make Up 2	<i>Lavatory</i> Wanita
2	<i>Meeting Room</i>		Ruang Kontrol Gudang

Adapun penataan ruang dalam bangunan ini terlihat pada denah sebagai berikut :



Gambar 4.5 Denah lantai satu *ballroom* Paseban Sena Kota Probolinggo



Gambar 4.6 Denah lantai dua *meeting room*
Paseban Sena Kota Probolinggo

Ruang pertemuan dan ruang rapat pada Hotel Paseban Sena ini memiliki daya tampung 2000 orang untuk *ballroom* dan 200 orang untuk *meeting room*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat suatu permasalahan akustik yang menyebabkan adanya cacat akustik yang terjadi pada *ballroom* dan *meeting room*, hal ini mengakibatkan timbulnya ketidaknyamanan oleh penerima bunyi atau pendengar yang berada pada masing-masing ruangan tersebut.

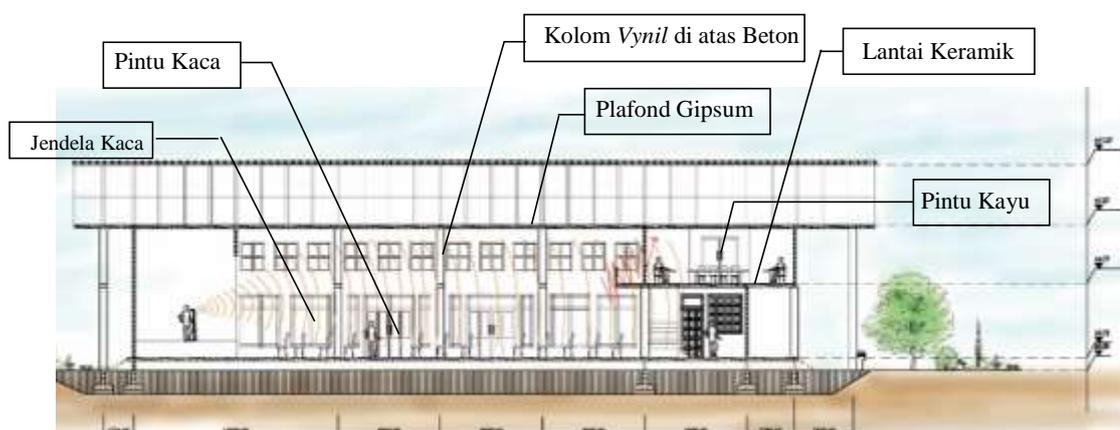
Salah satu hal yang dapat mempengaruhi timbulnya cacat akustik berupa bunyi dengung yang berkepanjangan dalam ruang salah satunya yaitu jenis material. Setiap material-material tersebut memiliki sifat yang berbeda-beda sebagai penyerap (absorpsi), pemantul (reflektor), penerus (difraksi), maupun penyebar suara (difusi). Jenis material dengan sifat-sifat tersebut merupakan pelengkap elemen pembatas ruang (dinding, plafond, dan lantai). Berikut jenis material-material yang digunakan pada kondisi eksisting *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo.

Tabel 7
 Jenis Material *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Elemen Ruang	Material	Gambar Kondisi Eksisting
Lantai	Tegel Keramik	
Lantai Tangga	Vynil di atas Beton	
Kolom		
Dinding	Bata (diplester dan dicat)	
Panggung	Beton <i>finishing</i> lantai keramik	

Plafond	Gypsum	
Jendela dan Pintu	<i>Single Glass (ordinary window)</i>	

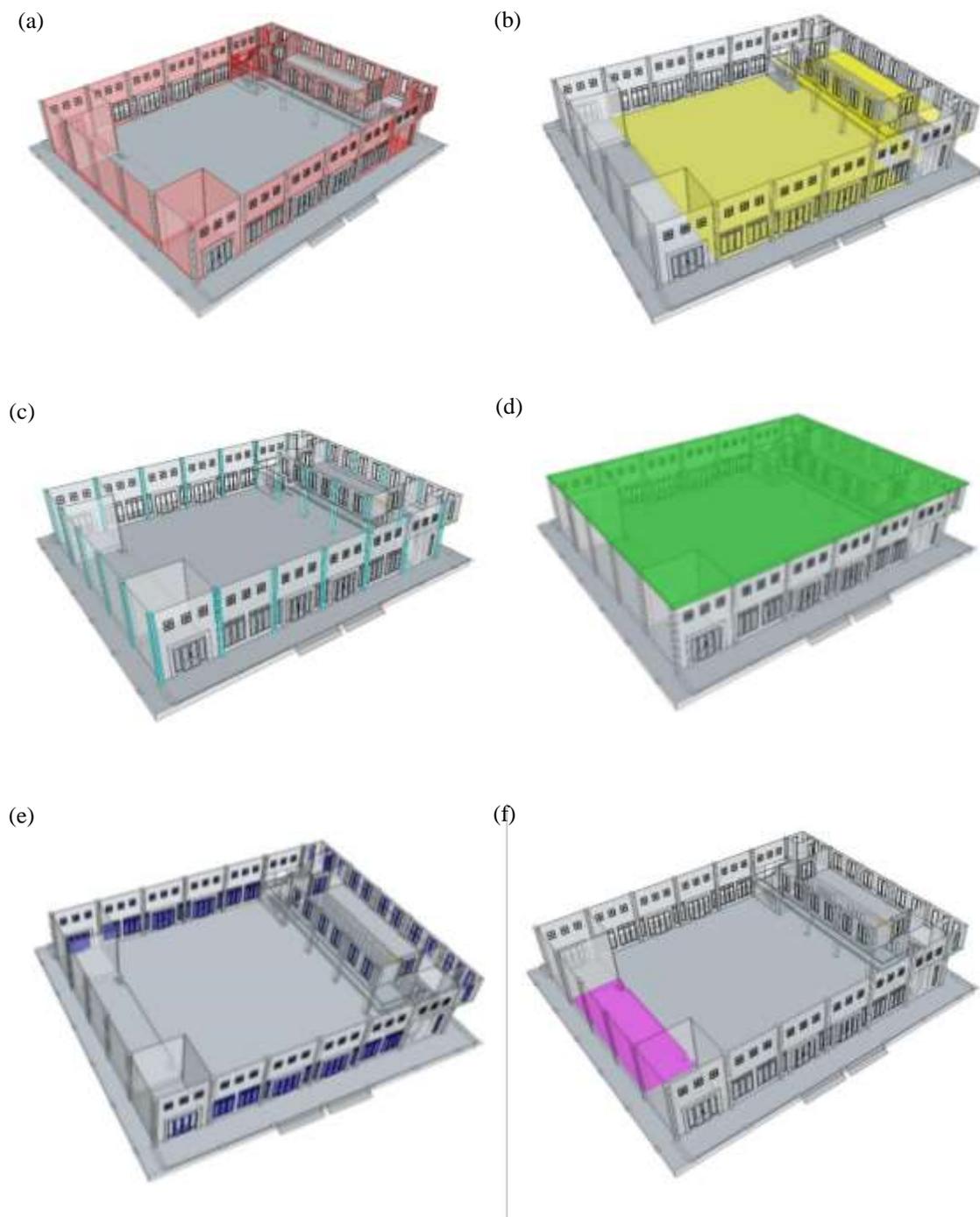
Berdasarkan hasil pengamatan kondisi eksisting, material material yang digunakan tersebut menimbulkan waktu dengung yang berkepanjangan pada masing-masing ruangan. Aktifitas pada kedua ruangan tersebut bisa digunakan dalam waktu yang bersamaan dan dapat mengganggu aktivitas antar kedua ruangan tersebut.



Gambar 4.7 Analisis perambatan suara yang terjadi pada *ballroom* dan *meeting room* Hotel Paseban Sena

Gambar di atas menjelaskan bahwa kondisi eksisting pada gedung pertemuan tersebut menggunakan material yang cenderung memantul dan kurang adanya material absorpsi sebagai penyerap suara, sehingga dapat menyebabkan cacat akustik berupa waktu dengung yang berkepanjangan dan juga kebisingan yang disebabkan oleh merambatnya suara hingga ke ruang rapat yang berada di lantai dua. Perambatan suara tersebut terjadi karena suara yang dihasilkan merambat melalui celah atau bahan pelingkup ruang yang tidak tepat. Untuk itu dibutuhkan penggunaan material penyerap bunyi yang di letakkan pada beberapa sisi pelingkup masing-masing ruangan tersebut.

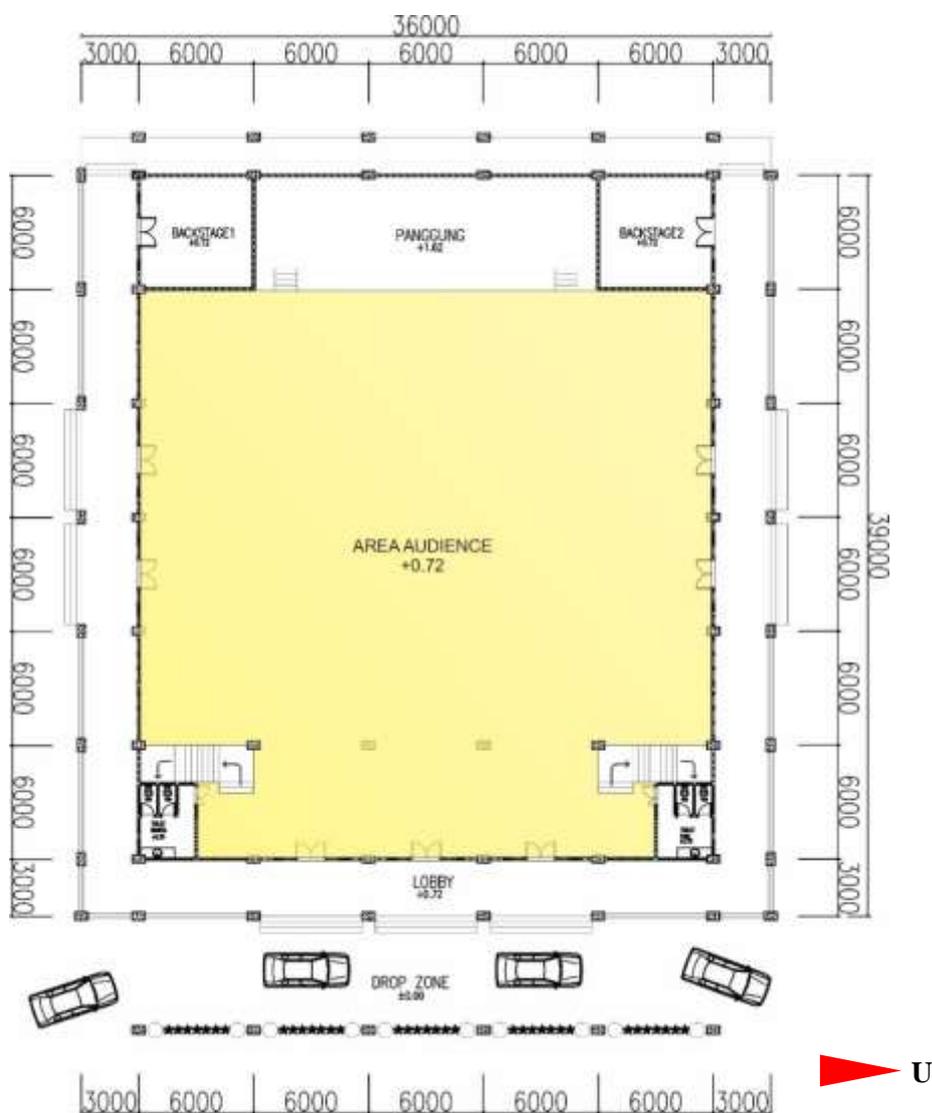
Secara keseluruhan penempatan material pada objek penelitian tersebut dapat terbagi menjadi beberapa zona sebagai berikut :



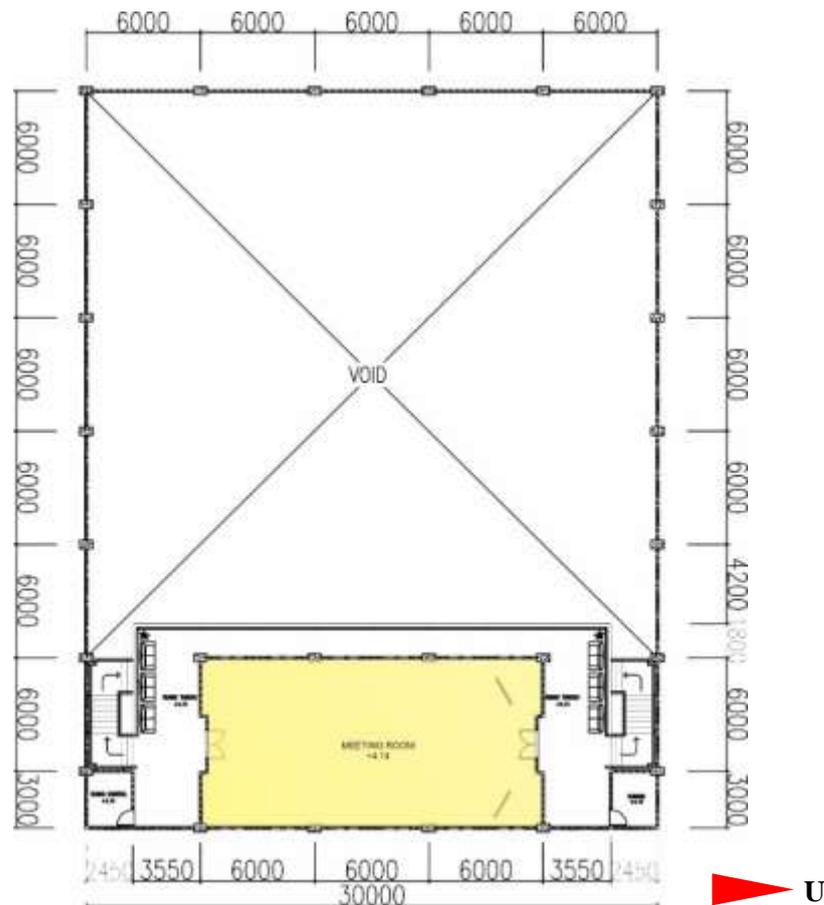
Gambar 4.8 Zonasi tiap material (a) Bidang dinding bata *finishing* plester dan cat (b) Bidang keramik 60 x 60 cm (c) Bidang kolom beton *finishing* vinyl (d) Bidang plafond gypsum (e) Jendela dan pintu kusen kayu dan kaca *single glass* (f) Bidang lantai panggung dengan beton lapis tegel keramik

4.2.2 Pengukuran Lapangan

Berdasarkan hasil pengamatan visual pada kondisi eksisting, terdapat penggunaan beberapa material yang memiliki koefisien serap rendah sehingga berpotensi menimbulkan waktu dengung yang berkepanjangan dan cacat akustik lainnya dalam ruangan tersebut, untuk membuktikannya dilakukan pengukuran lapangan yang bertujuan untuk mengetahui kualitas akustik atau permasalahan yang terjadi pada *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo berdasarkan parameter objektif yang terdiri dari tingkat bising latar belakang (*background noise level*), distribusi tingkat tekanan suara, dan waktu dengung (*reverberation time*). Adapun area yang digunakan dalam proses pengukuran, sebagai berikut :



Gambar 4.9 Area yang diukur pada *ballroom* lantai satu



Gambar 4.10 Area yang diukur pada *meeting room* lantai dua

1. Analisis Tingkat Bising Latar Belakang

Analisis tingkat bising latar belakang atau *background noise level* dilakukan dengan pengukuran menggunakan *sound level meter* bermerk Lutron pada pukul 05.00 WIB di pagi hari serta dalam kondisi ruangan tertutup dengan keadaan seluruh sistem elektrikal dan mekanikal dinyalakan, seperti lampu, kipas angin, dan AC (*air conditioner*). Hal ini bertujuan untuk memperoleh tingkat bising latar belakang atau *background noise level* murni tanpa ada pengaruh aktivitas yang padat dari luar bangunan. Selain itu seluruh perangkat pendingin ruangan (AC) dan lampu dalam ruangan tersebut dinyalakan, diibaratkan suatu ruang sedang berlangsung sebuah acara. Nilai tingkat bising latar belakang yang diperoleh kemudian disesuaikan dengan standart yang telah ditentukan.

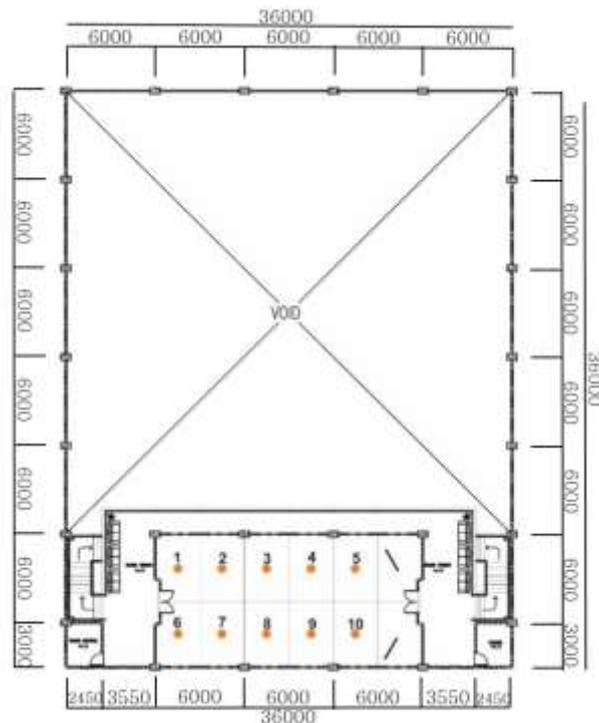
Pengukuran ini dilakukan pada beberapa titik ukur yang telah ditentukan berdasarkan kolom yang ada pada kondisi eksisting yaitu 6 x 6 meter untuk *ballroom*, sedangkan untuk ruang *meeting room* ditentukan berdasarkan modul kolom 6 x 6 meter yang dibagi menjadi empat bagian terkecuali bagian area depan yang bisa

digunakan sebagai mimbar ataupun pembicara pada saat rapat sedang berlangsung. Pembagian titik tersebut dihasilkan 23 titik ukur pada ruang *ballroom* di lantai satu dan 10 titik ukur di ruang *meeting room* yang berada di lantai dua. Berikut letak titik ukur yang telah ditentukan pada *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo :



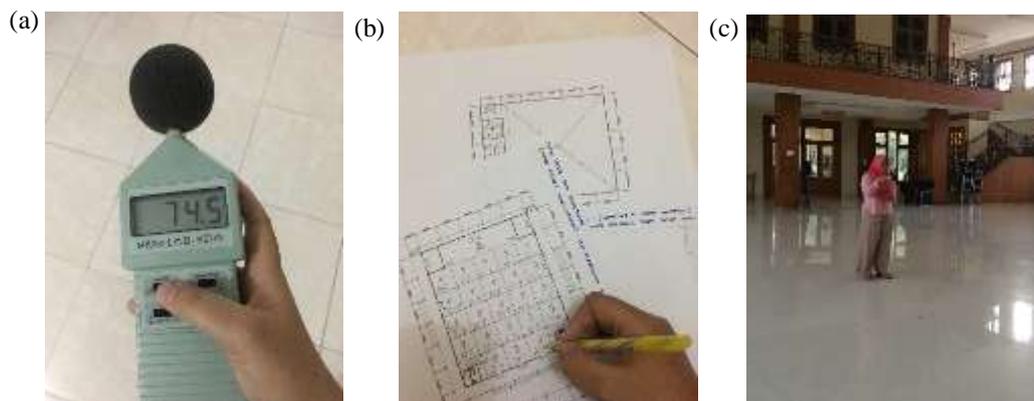
▶ U

Gambar 4.11 Letak titik ukur pada *ballroom* lantai satu



▶ U

Gambar 4.12 Letak titik ukur pada *meeting room* lantai dua

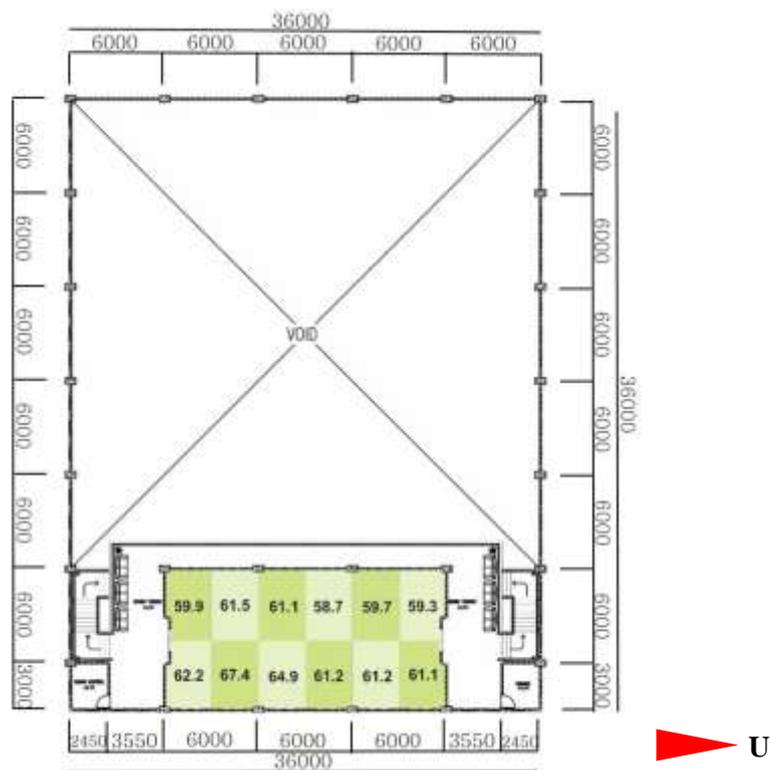


Gambar 4.13 Proses pengukuran (a) *Sound level meter* (b) Pencatatan hasil pengukuran (c) Kegiatan pengukuran pada tiap titik

Berdasarkan titik ukur di atas dilakukan pengukuran tingkat bising latar belakang dan didapatkan suatu rata-rata pada lantai satu sebesar 62.89 dB dan pada lantai dua sebesar 61.78 dB. Hasil nilai tingkat bising latar belakang pada *Ballroom* dan *Meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo terlihat hampir sama untuk nilai pada tiap titik. Nilai-nilai tersebut juga dipengaruhi oleh suara yang berasal dari elektrikal mekanikal dalam ruang dan juga dari luar ruang yang berdekatan dengan bukaan pintu dan jendela. Nilai tersebut dapat dikatakan belum memenuhi syarat kualitas akustik ruang yang baik untuk fungsi ruang pertemuan dan ruang konferensi atau ruang rapat sebesar 30-40 dB (NC 20 – NC 30).

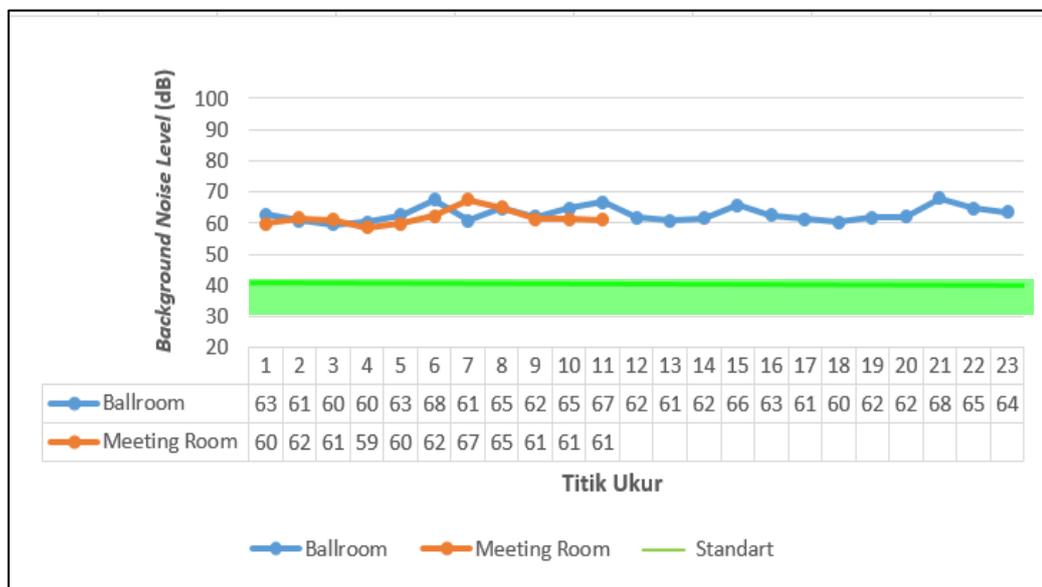


Gambar 4.14 Hasil pengukuran *background noise level* pada *ballroom* lantai satu



Gambar 4.15 Hasil pengukuran *background noise level* pada *meeting room* lantai satu

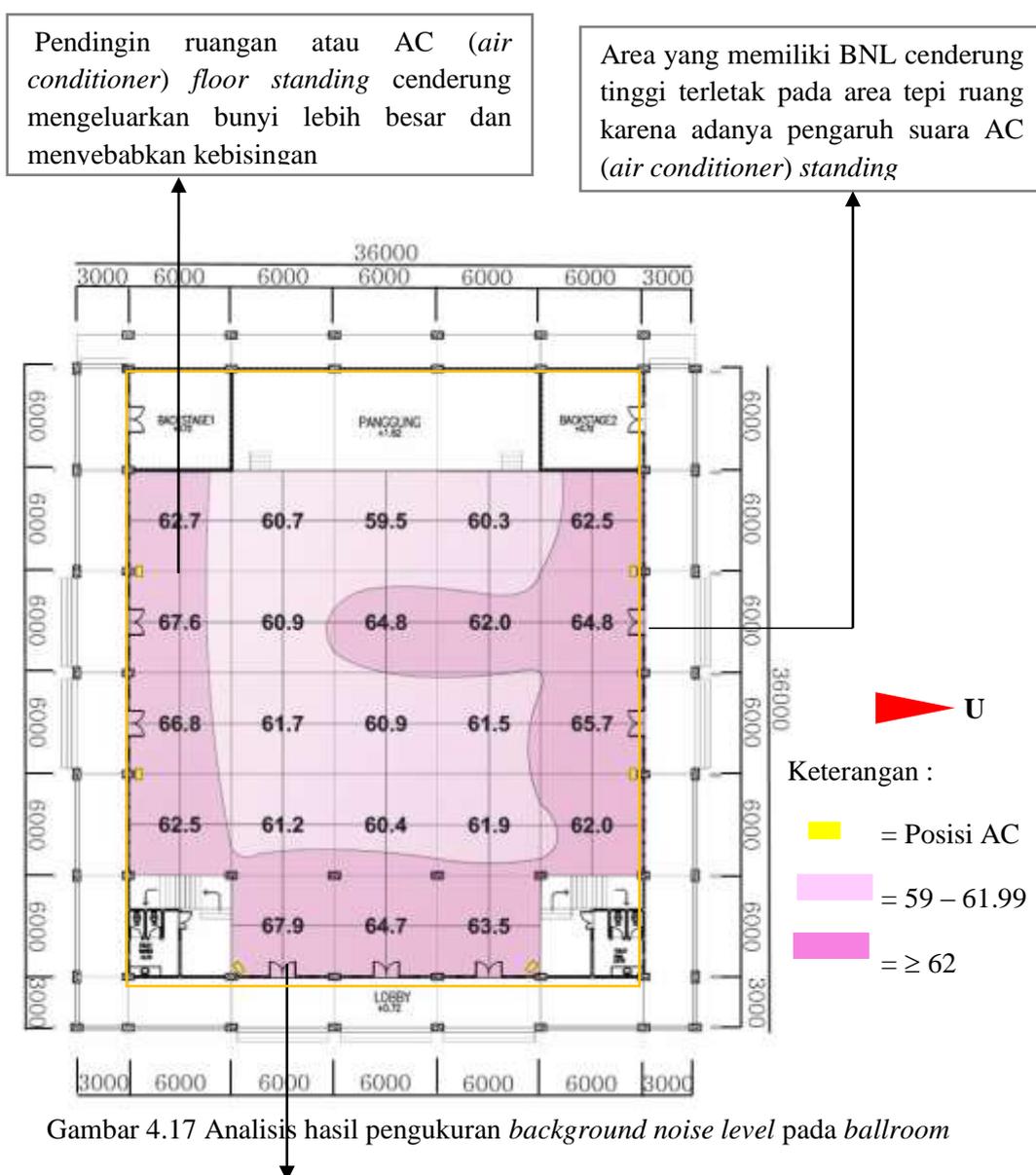
Hasil data pengukuran diatas didapatkan suatu grafik yang lebih mendiskripsikan hasil pengukuran dengan standart atau persyaratan BNL (*background noise level*) pada ruang pertemuan dan ruang rapat, sebagai berikut :



Gambar 4.16 Grafik hasil pengukuran *background noise level* pada *ballroom* dan *meeting room*

Analisis

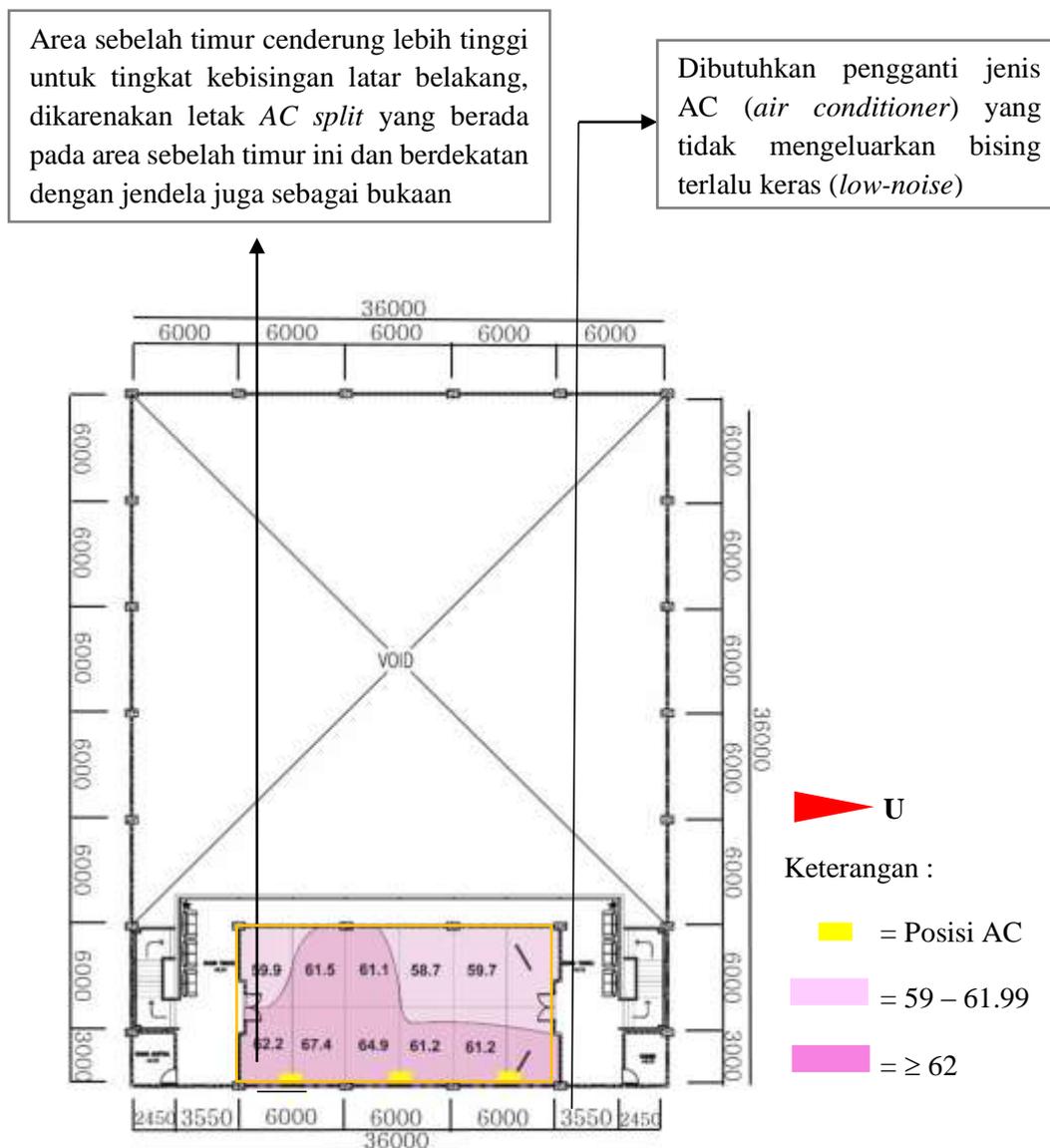
Hasil pengukuran pada lantai satu yaitu pada ruang *ballroom* terlihat bahwa tingkat bunyi latar belakang terendah adalah 59.5 dB dan nilai tingkat bising latar tertinggi sebesar 67.9 dB. Sebagian besar nilai dari keseluruhan tingkat bising latar belakang di dalam *Ballroom* tersebut cukup merata dengan selisih antara nilai tertinggi dan nilai terendah hanya 8.4 dB.



Gambar 4.17 Analisis hasil pengukuran *background noise level* pada *ballroom*

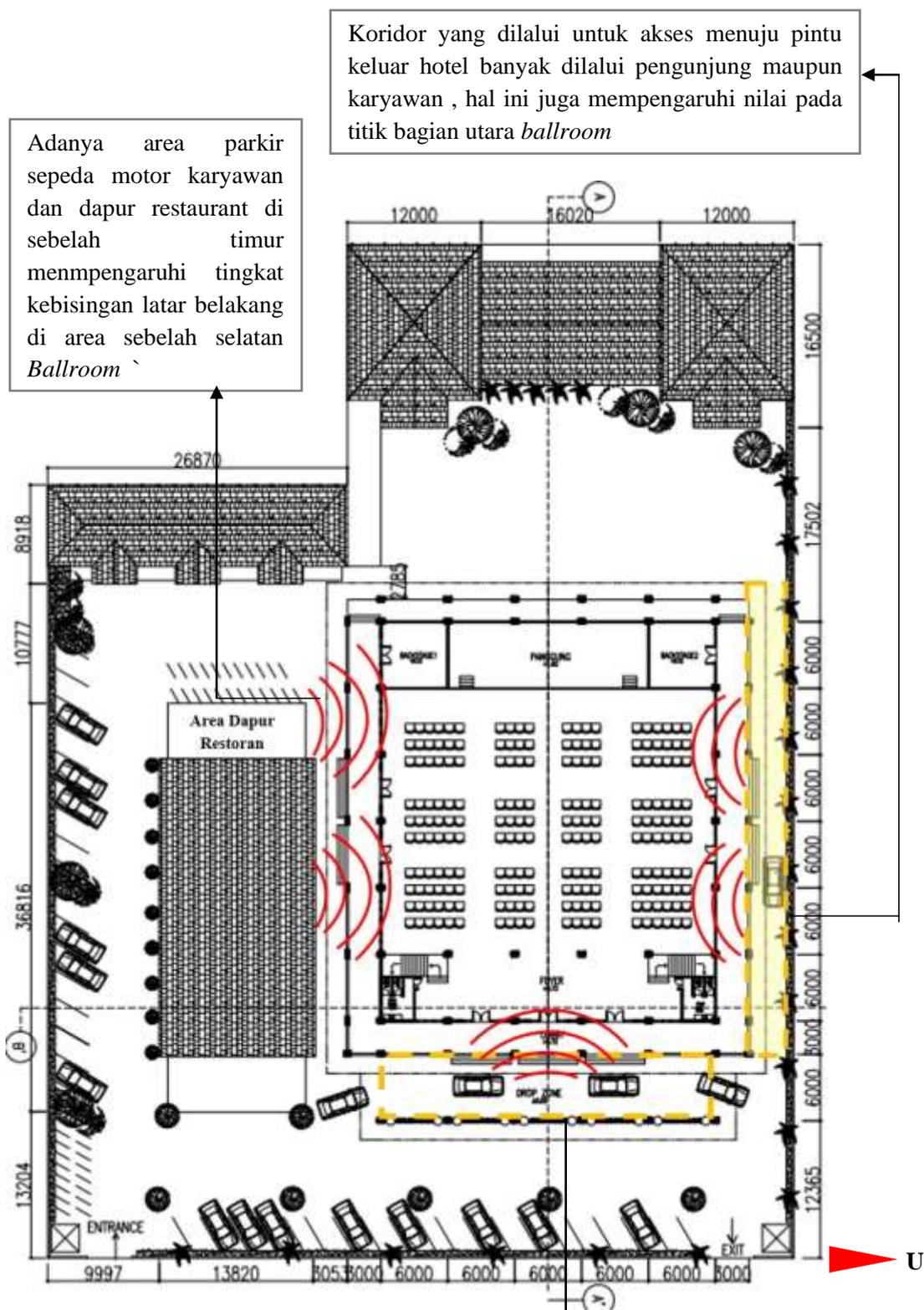
Dibutuhkan jenis AC yang tidak terlalu mengeluarkan suara yang tinggi atau dapat dikatak sebaga jenis *low noise AC* seperti AC *split duct* dengan sistem terpusat dari satu titik control

Sedangkan, hasil pengukuran pada *meeting room* di lantai dua terlihat bahwa tingkat bunyi latar belakang tertinggi sebesar 67.4 dB dan yang terendah 58.7 dB. Pengukuran ini juga cenderung merata untuk nilai BNL yang dihasilkan dengan selisih antara nilai terendah dan tertinggi hanya 8.7 dB.



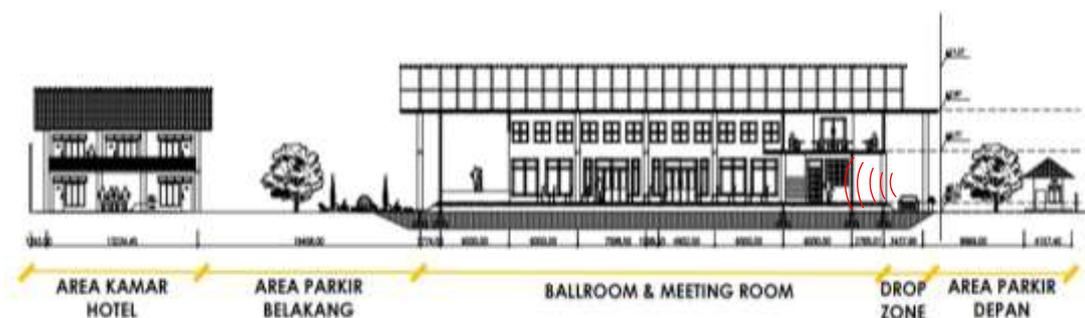
Gambar 4.18 Analisis hasil pengukuran *background noise level* pada *meeting room*

Analisis diatas dapat dilihat juga melalui *layout plan* dan potongan kawasan yang memperlihatkan adanya pengaruh nilai tingkat bising latar belakang dari lingkungan luar bangunan terhadap *Ballroom* yang berada disekitar kawasan Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo sebagai berikut :



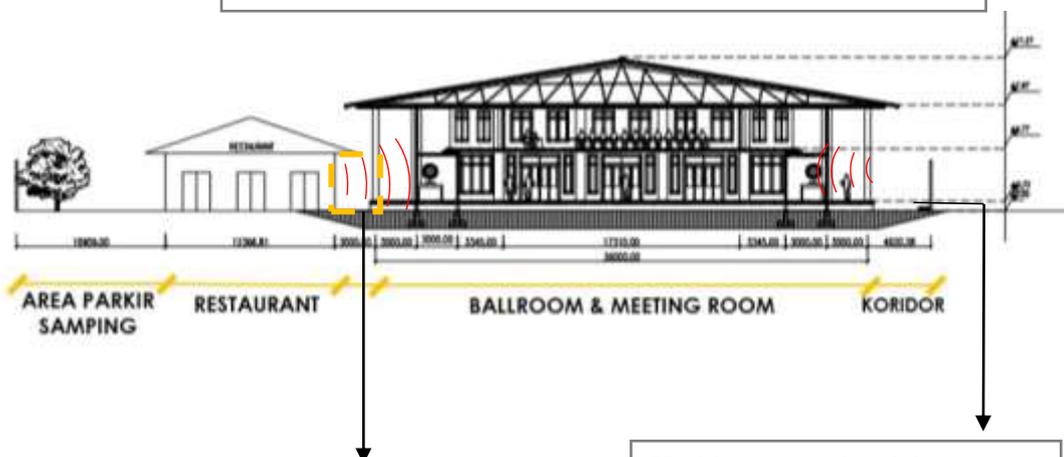
Gambar 4.19 Analisis pengaruh ruang luar terhadap tingkat bunyi latar belakang pada *layout plan Ballroom Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo*

Sebagai akses pintu masuk utama dan berdekatan dengan area dropzone menyebabkan area pada titik tersebut mengalami tingkat bising latar belakang yang paling tinggi di antara pada sisi lainnya



Gambar 4.20 Analisis pengaruh ruang luar terhadap tingkat bunyi latar belakang pada potongan Kawasan A-A' Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Aktivitas pada area parkir depan dan area *Drop Zone* dapat menimbulkan bising yang mempengaruhi tingkat bising latar belakang, sehingga dibutuhkan adanya bahan peredam di bagian dekat dengan area tersebut, seperti material absorber pada dinding bagian belakang serta adanya



Aktivitas di restaurant dan koridor yang memisahkan antar kedua massa dengan jarak 3 m dapat mempengaruhi hasil tingkat bising latar belakang terutama di daerah sisi samping yang berdekatan dengan pintu dan jendela

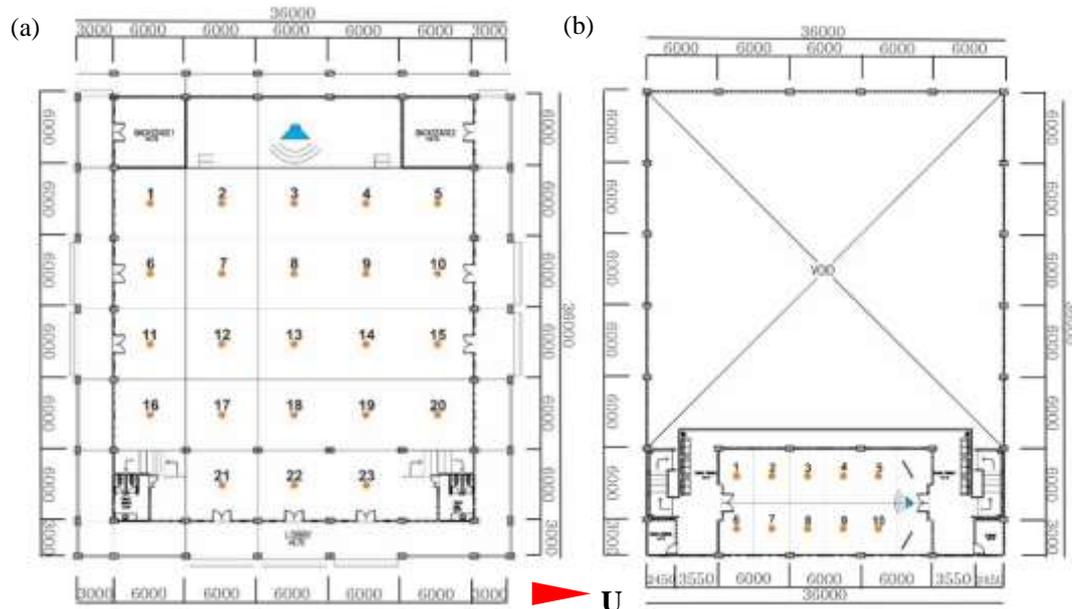
Koridor merupakan jalan yang dilalui kendaraan jugadapat menyebabkan tingginya tingkat bising latar belakang pada titik-titik yang berdekatan dengan area tersebut

Kesimpulan

Perlu adanya material yang memiliki sifat sebagai penyerap kebisingan yang datang dari suara *standing AC* maupun dari sekitar lingkungan luar sekitar bangunan *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Sehingga, tingginya bising latar belakang pada *Ballroom* dan *Meeting room* tersebut dapat sedikit diminimalisir oleh adanya pergantian jenis AC yang lebih *low-noise* dan tidak menimbulkan kebisingan. Selain itu juga dibutuhkan rekomendasi untuk meminimalisir suara tingkat bising latar belakang yang dipengaruhi oleh aktivitas disekitar di luar bangunan.

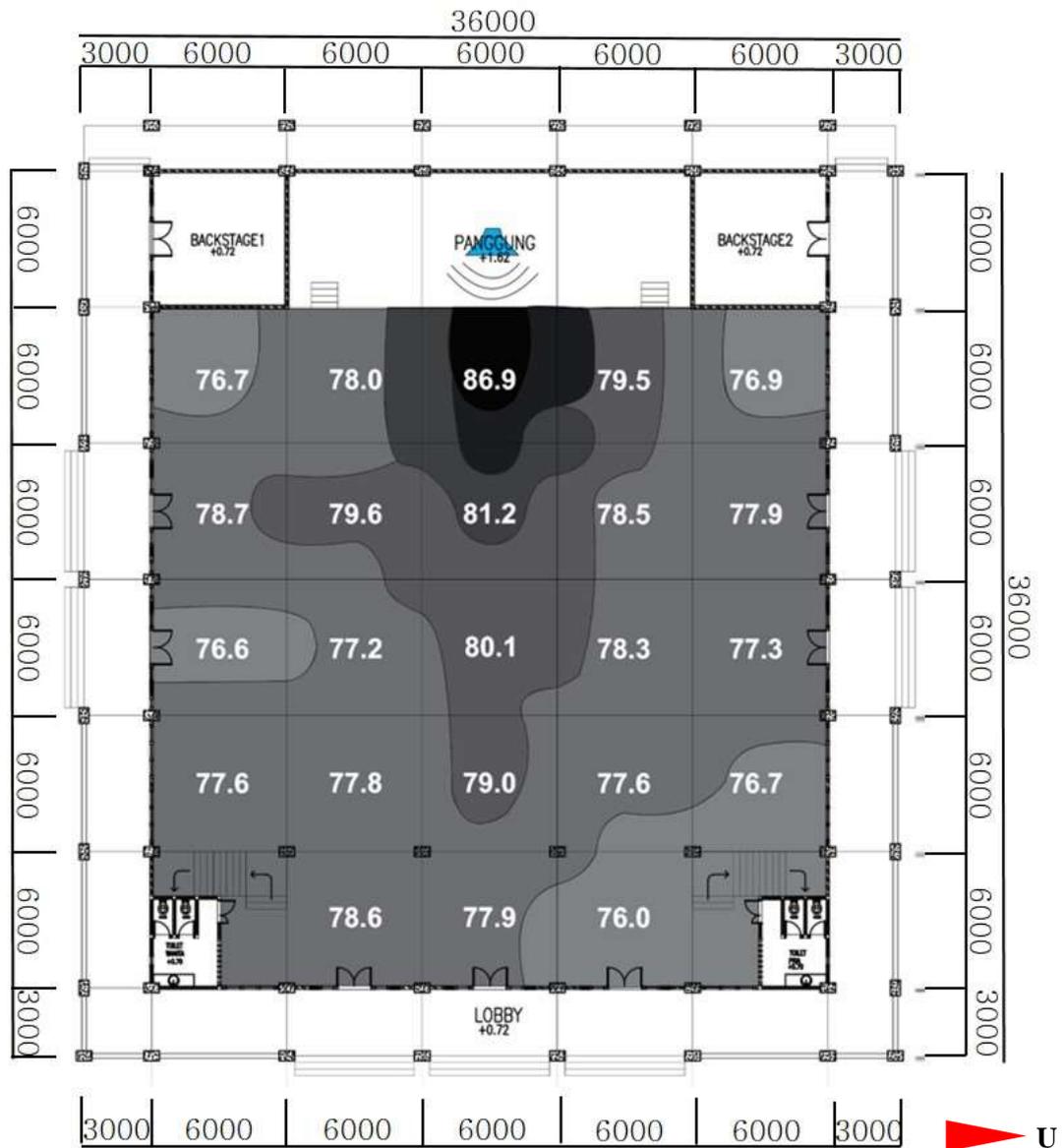
2. Analisis Distribusi Tingkat Tekanan Suara

Pengukuran pada distribusi tingkat persebaran suara yang dilakukan pada *Ballroom* dan juga *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo ketika ruangan tanpa ada pengunjung. Instrumen penelitian yang digunakan selain *sound level meter*, digunakan pula *speaker* yang diletakkan di atas panggung bagian depan. Hal ini dilakukan menyesuaikan keadaan ketika ruangan sedang digunakan. Sumber suara yang digunakan dengan *speaker* yaitu suara letusan balon yang dibunyikan pada area panggung kemudian dilakukan pengukuran pada tiap titik ukur menggunakan *sound level meter*. Titik ukur yang digunakan juga mengikuti kolom 6 x 6 m untuk ruang *ballroom* dan dibagi menjadi empat titik ukur dari satu modul kolom untuk *meeting room*.



Gambar 4.22 Titik pengukuran tingkat tekanan bunyi pada *ballroom* dan *meeting room*

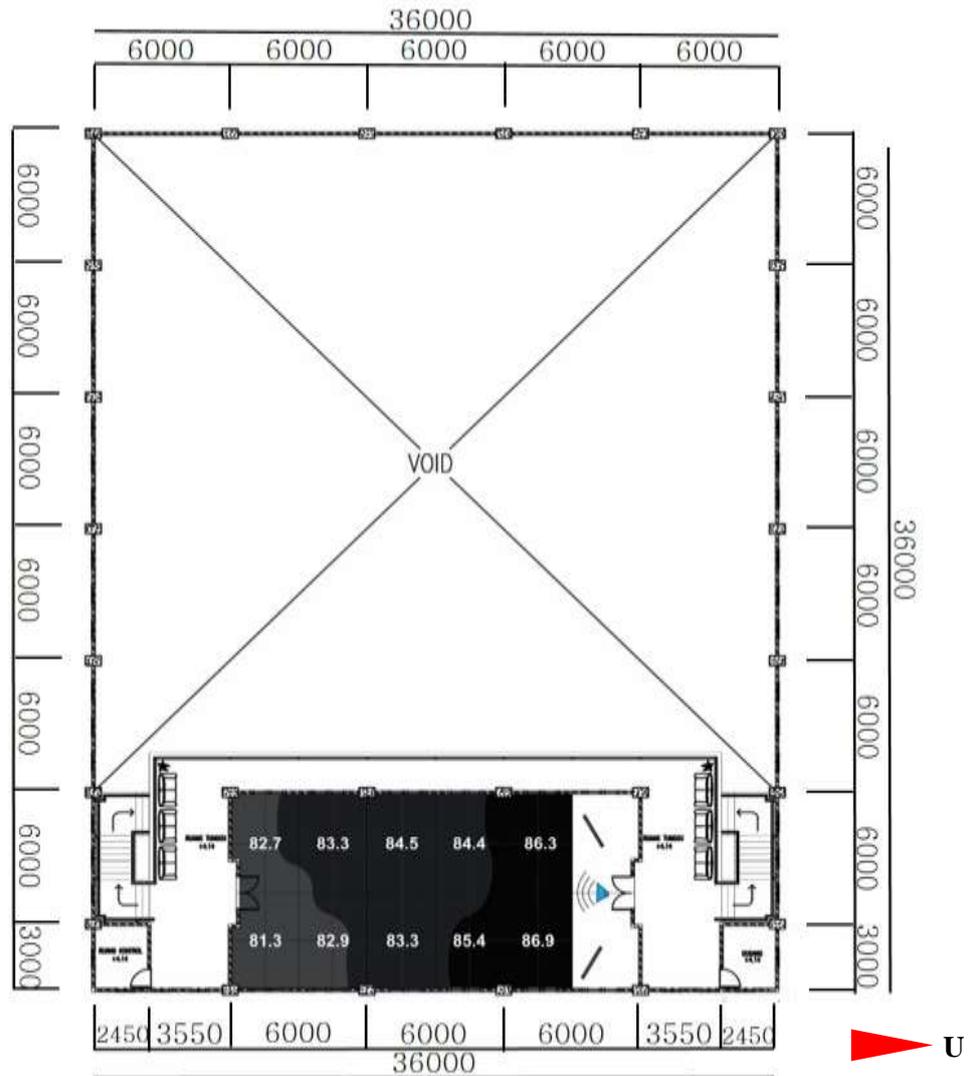
Berdasarkan hasil pengukuran tingkat tekanan bunyi dapat dilihat pada titik ukur tiga (3) yang berdekatan 1 meter dari depan panggung terukur sebesar 86.9 dB, sedangkan pada titik terjauh yaitu pada titik 21, titik 22, dan titik 23 terlihat hasil tingkat tekanan bunyi sebesar 78.6 dB pada titik 21, 77,9 dB pada titik 22, dan 76.0 dB pada titik 23 dengan frekuensi sumber suara yang sama. Sedangkan pada *meeting room* pada titik lima (5) dan sepuluh (10) merupakan tingkat tekanan bunyi yang paling dekat dengan sumber suara hingga menghasilkan 86.3 dB pada titik lima (5) dan 86.9 dB pada titik sepuluh (10). Untuk titik terjauh dari sumber suara yaitu berada pada titik pertama dan titik keenam dengan hasil 82.7 dB pada titik pertama dan 81.3 dB pada titik keenam.



Gambar 4.23 Hasil pengukuran distribusi tingkat tekanan bunyi pada ballroom

Keterangan :

59.00 - 60.99	69.00 - 70.99	79.00 - 80.99
61.00 - 62.99	71.00 - 72.99	81.00 - 82.99
63.00 - 64.99	73.00 - 74.99	83.00 - 84.99
65.00 - 66.99	75.00 - 76.99	85.00 - 86.99
67.00 - 68.99	77.00 - 78.99	



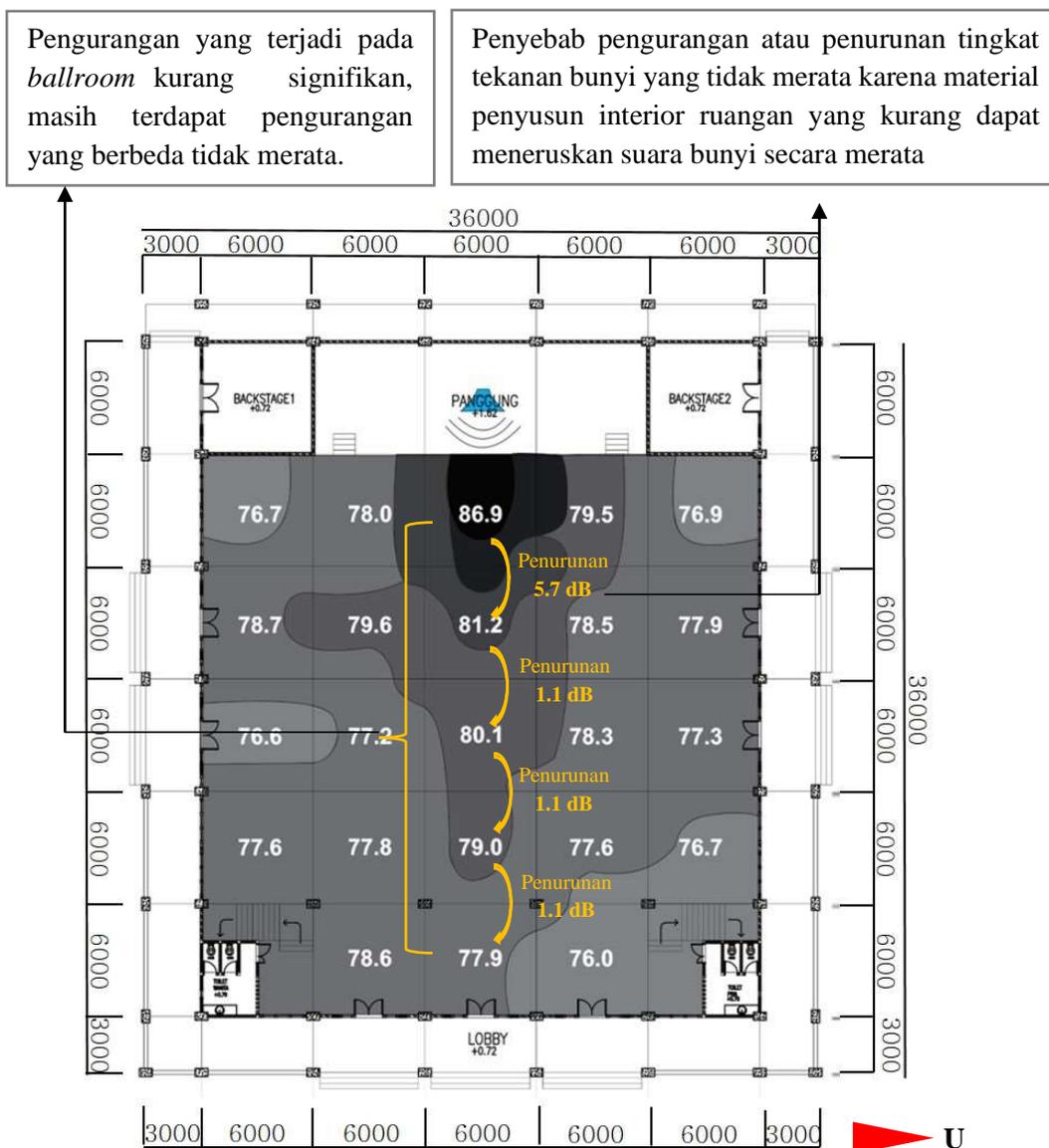
Gambar 4.24 Hasil pengukuran distribusi tingkat tekanan bunyi pada *meeting room*

Keterangan :

59.00 - 60.99	69.00 - 70.99	79.00 - 80.99
61.00 - 62.99	71.00 - 72.99	81.00 - 82.99
63.00 - 64.99	73.00 - 74.99	83.00 - 84.99
65.00 - 66.99	75.00 - 76.99	85.00 - 86.99
67.00 - 68.99	77.00 - 78.99	

Analisis

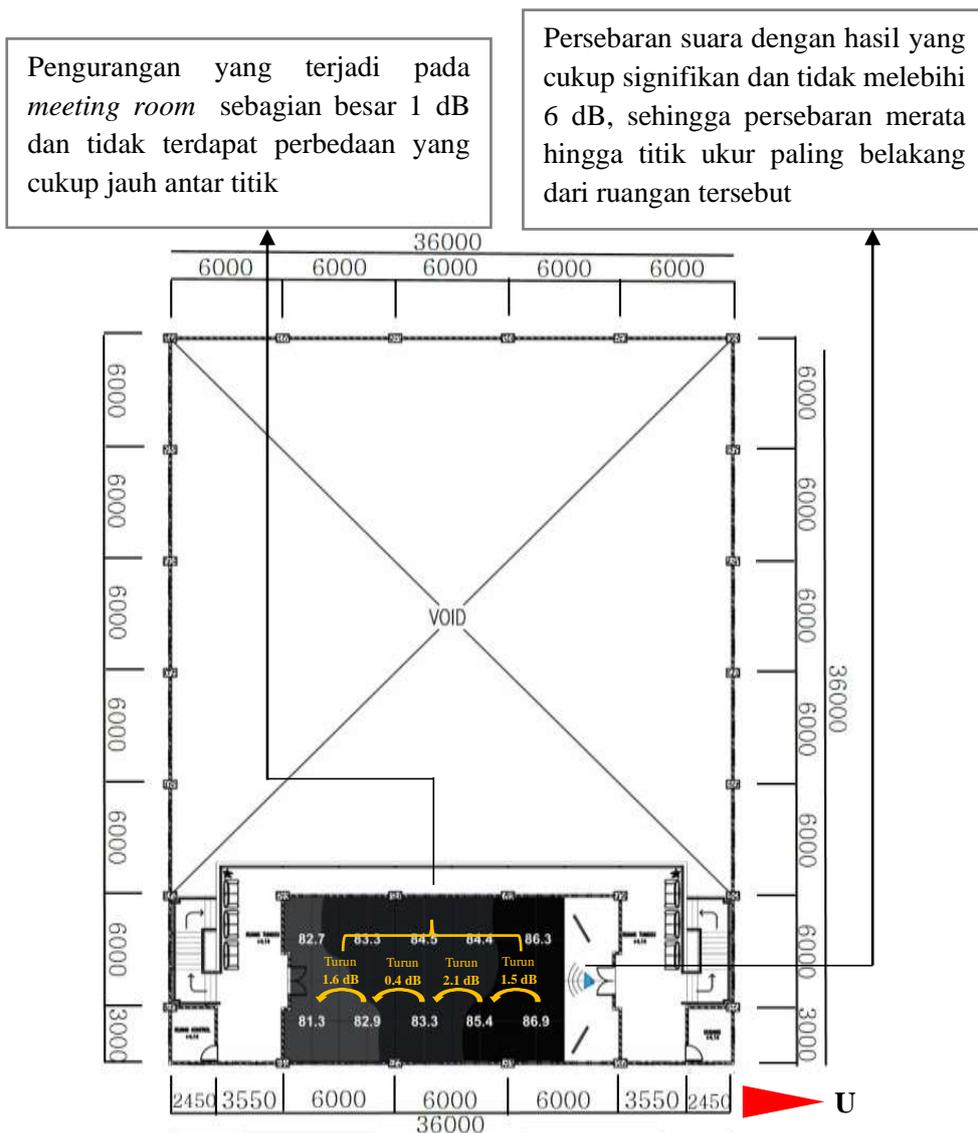
Berdasarkan hasil pengukuran SPL (*sound pressure level*) atau tingkat tekanan bunyi didapatkan suatu perbedaan antara posisi titik ukur yang terdekat dan terjauh dari sumber suara adalah 10 dB untuk ruang *ballroom* dan pada *meeting room* terdapat perbedaan 5.6 dB. Pada pengukuran *ballroom* terdapat perbedaan yang cukup jauh dengan standart yang diisyaratkan atau yang dapat diterima oleh posisi pendengar terjauh, dimana standar yang diisyaratkan yaitu 6 dB, sedangkan untuk *meeting room* sudah sesuai standart untuk distribusi tingkat tekanan bunyi.



Gambar 4.25 Analisis hasil tingkat tekanan bunyi pada *ballroom*

Kesimpulan

Dibutuhkan pemerataan distribusi tingkat tekanan bunyi pada *ballroom* dengan memberikan rekomendasi untuk material penyusun ruang didalamnya



Gambar 4.26 Analisis hasil tingkat tekanan bunyi pada *meeting room*

Kesimpulan

Persebaran suara di ruang *meeting room* sudah cukup merata, mengingat ruangan yang lebih kecil dibandingkan dengan ruang *ballroom* yang berada pada lantai dibawahnya selisih antara bunyi sumber suara asli dari titik awal hingga titik terjauh hanya 5.6 dB dan artinya masih termasuk dalam kondisi persebaran bunyi yang diisyaratkan yaitu 6 dB.

3. Analisis Pengukuran Waktu Dengung (*Reverberation Time*)

Pengukuran lapangan untuk waktu dengung dilakukan dengan cara hasil pengamatan visual dengan data-data material pelingkup ruang yang digunakan pada kondisi eksisting *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo, kemudian diukur untuk mengetahui dimensi dan volume setiap ruang serta dimensi tiap material agar dapat diakumulasikan kedalam tahap berikutnya yaitu perhitungan menggunakan rumus atau Formula Sabine.

Jenis material masing-masing memiliki nilai koefisien serap yang dapat membantu untuk meredam atau mengurangi kebisingan dalam ruang tersebut, koefisien serap tersebut juga bergantung pada bunyi frekuensi yang dikeluarkan oleh sumber suara. Klasifikasi frekuensi yang dapat termasuk dalam rentan frekuensi ideal untuk fungsi *speech* yaitu 500 Hz, 1000 Hz, dan 2000 Hz. Berikut koefisien jenis-jenis material berdasarkan frekuensi :

Tabel 8
Koefisien Serap Material pada *Ballroom* dan *Meeting Room*

Elemen Ruang	Material	Frekuensi (Hz)		
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Lantai	Tegel Keramik	0.01	0.01	0.02
Lantai Tangga	Vynil di atas	0.03	0.03	0.03
Struktur Kolom	Beton	0.03	0.03	0.03
Dinding	Bata (diplester dan dicat)	0.02	0.02	0.02
Lantai Panggung	Beton <i>finishing</i> lantai keramik	0.04	0.05	0.05
Plafond	Gypsum	0.05	0.08	0.07
Jendela dan Pintu	<i>Single Glass</i> (<i>ordinary window</i>)	0.18	0.12	0.07
	Kayu	0.10	0.07	0.06

Sumber : (1) Suptandar, 2004 (2) Lord, 2001

Berdasarkan data tersebut, kemudian setiap material-material diatas dihitung luas permukaan dari masing-masing material pada kedua ruang. Berikut hasil pendataan luas permukaan tiap material dan volume ruang :

Tabel 9
Luas Permukaan dan Volume Ruang *Ballroom*

Ruang	Material	Keterangan	Luas permukaan (m²)
Ballroom (Lantai Satu)	Bata (plester + cat)	Dinding	1281.9
	Beton Plester + vynil	Kolom	200.9
		Lantai Tangga	60.8
	Beton + Keramik	Lantai Panggung	108.0
	<i>Ordinary Window</i>	Jendela	176.3
		Pintu	13.1
	Kayu	Pintu	44.3
	Tegel Keramik	Lantai	900
Gypsum	Plafond	1008	
Total Luas Permukaan			3793
Total Volume Ruangan			7519.57

Tabel 10
Luas Permukaan dan Volume Ruang *Meeting Room*

Ruang	Material	Keterangan	Luas permukaan (m²)
Meeting Room (Lantai Dua)	Bata (plester + cat)	Dinding	163.5
	Beton Plester + vynil	Kolom	57.85
		<i>Ordinary Window</i>	Jendela
	Kayu	Pintu	12
	Tegel Keramik	Lantai	154.93
	Gypsum	Plafond	154.93
Total Luas Permukaan			586.4
Total Volume Ruangan (m³)			496.5

Hasil perhitungan luas permukaan dari tiap material serta volume tiap ruang, kemudian dilakukan perhitungan luas permukaan tiap material tersebut dengan masing masing koefisien serap material ($\Sigma\alpha Sa$). Perhitungan ini dinamakan perhitungan angka sabine yang juga memiliki tujuan untuk memudahkan dalam perhitungan rumus waktu dengung (*reverberation time*).

Tabel 11
Hasil Perhitungan Angka Sabine *Ballroom* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Material	Keterangan	500 Hz		1000 Hz		2000 Hz	
		α	Sabin	α	Sabin	α	Sabin
Bata (plester + cat)	Dinding	0.02	25.64	0.02	25.64	0.02	25.64
Beton Plester + vynil	Kolom	0.03	6.03	0.03	6.03	0.03	6.03
	Lantai Tangga	0.03	1.82	0.03	1.82	0.03	1.82
Beton Keramik	Lantai Panggung	0.04	4.32	0.05	5.40	0.05	5.40
	Jendela						
<i>Ordinary Window</i> (<i>single glass</i>)		0.18	31.74	0.12	21.16	0.07	12.34
Kayu	intu	0.1	4.43	0.07	3.10	0.06	2.66
Tegel Keramik	Lantai	0.01	9.00	0.01	9.00	0.02	18.00
Gypsum	Plafond	0.05	50.40	0.08	80.64	0.07	70.56
Total ($\Sigma\alpha Sa$)		-	135.74	-	154.36	-	143.37

Tabel 12
Hasil Perhitungan Angka Sabine *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Material	Keterangan	500 Hz		1000 Hz		2000 Hz	
		α	Sabin	α	Sabin	α	Sabin
Bata (plester + cat)	Dinding	0.02	3.27	0.02	3.27	0.02	3.27
Beton Plester + vynil	Kolom	0.03	1.74	0.03	1.74	0.03	1.74
<i>Ordinary Window</i> (<i>single glass</i>)	Jendela	0.18	7.78	0.12	5.18	0.07	3.02
Kayu	Pintu	0.1	1.2	0.07	0.84	0.06	0.72
Tegel Keramik	Lantai	0.01	1.55	0.01	0.55	0.02	3.10
Gypsum	Plafond	0.05	7.75	0.08	12.40	0.07	10.85
Total ($\Sigma\alpha Sa$)		-	23.28	-	24.98	-	22.70

Berdasarkan hasil perhitungan angka sabine terlihat total luas permukaan bidang material yang telah diakumulasikan dengan koefisien serap hingga menjadi angka sabin ($\Sigma\alpha Sa$) atau dapat disimbolkan juga menurut beberapa sumber dengan (**A**). Kemudian, hasil tersebut diakumulasikan kembali kedalam formula atau sebuah rumus sabin untuk frekuensi rendah saja yaitu 500 Hz, sebagai berikut :

$$t = \frac{0.16V}{A} \dots\dots\dots (4-1)$$

dengan :

t = waktu dengung (detik)

V = volume ruang (m³)

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

Kemudian, untuk perhitungan frekuensi diatas 1000 Hz, menggunakan perhitungan koefisien absorpsi udara dengan formula sebagai berikut

$$t = \frac{0.16V}{A + 4mV} \dots\dots\dots (4-2)$$

dengan :

m = koefisien absorpsi udara

Koefisien absorpsi udara untuk 1000 Hz yaitu 0.007, sedangkan 2000 Hz yaitu 0.010. Koefisien tersebut diakumulasikan kedalam rumus diatas hingga muncul nilai waktu dengung. Berikut hasil perhitungan waktu dengung (*reverberation time*) menggunakan Formula Sabine :

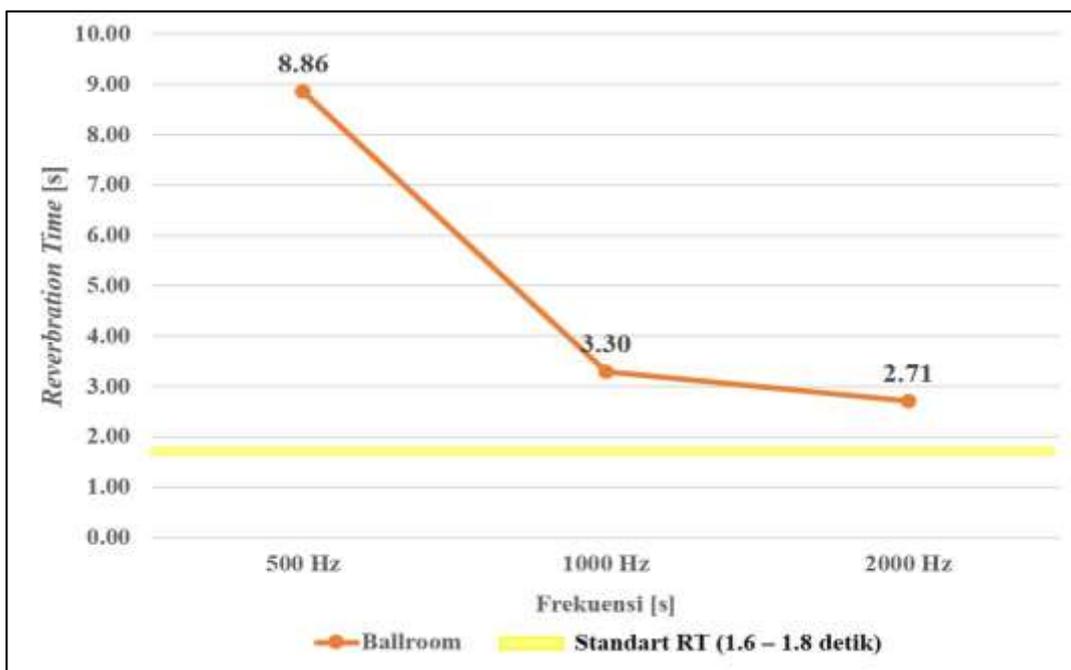
Tabel 13
Hasil perhitungan waktu dengung menggunakan formula Sabine pada *Ballroom*

Ruang	Waktu Dengung (s)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Standart SNI	1.6 - 1.8 detik		
<i>Ballroom</i>	8.86	3.30	2.71

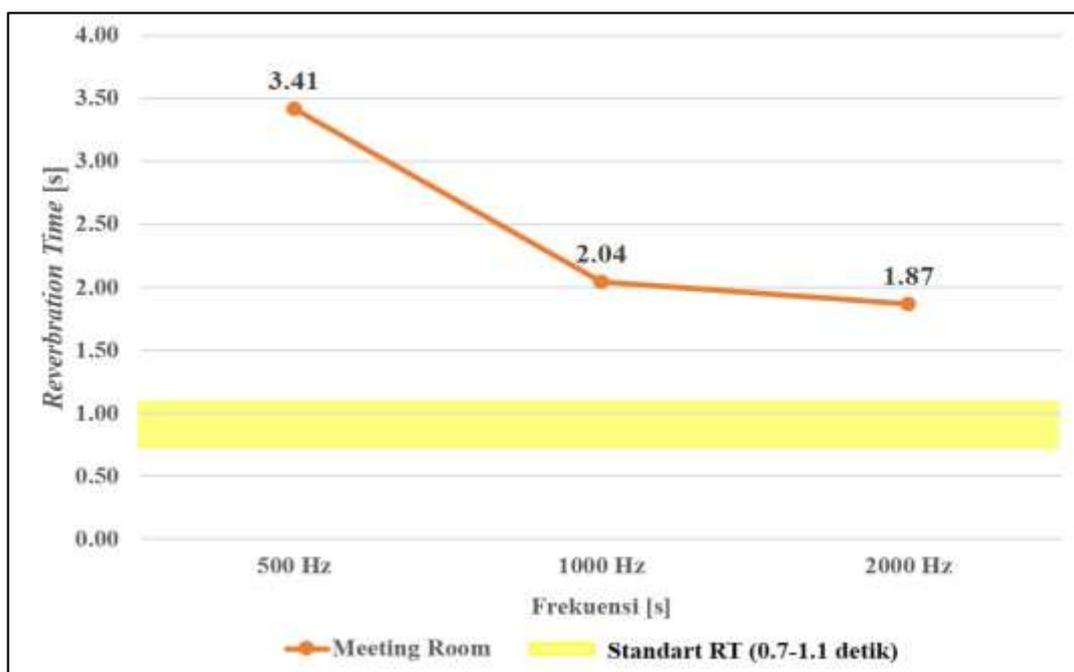
Tabel 14
Hasil perhitungan waktu dengung menggunakan formula Sabine pada *Meeting Room*

Ruang	Waktu Dengung (s)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Standart SNI	0.7 – 1.1 detik		
<i>Ballroom</i>	3.41	2.04	1.87

Hasil perhitungan waktu dengung (*reverberation time*) menggunakan formula Sabine diatas terlihat bahwa hasil kondisi eksisting *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo memiliki nilai waktu dengung yang jauh dari nilai standart, terutama pada frekuensi 500 Hz. Standart untuk ruang pertemuan 1.6 – 1.8 detik, sedangkan untuk meeting room yaitu 0.7 – 1.1 detik. Hasil nilai diatas, kemudian diakumulasikan kedalam sebuah grafik yang menunjukkan perbandingan antara hasil perhitungan dengan standart ruang yang telah ditentukan. Berikut grafik dari hasil nilai perhitungan waktu dengung menggunakan formula Sabine :



Gambar 4.27 Grafik waktu dengung pada *ballroom* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

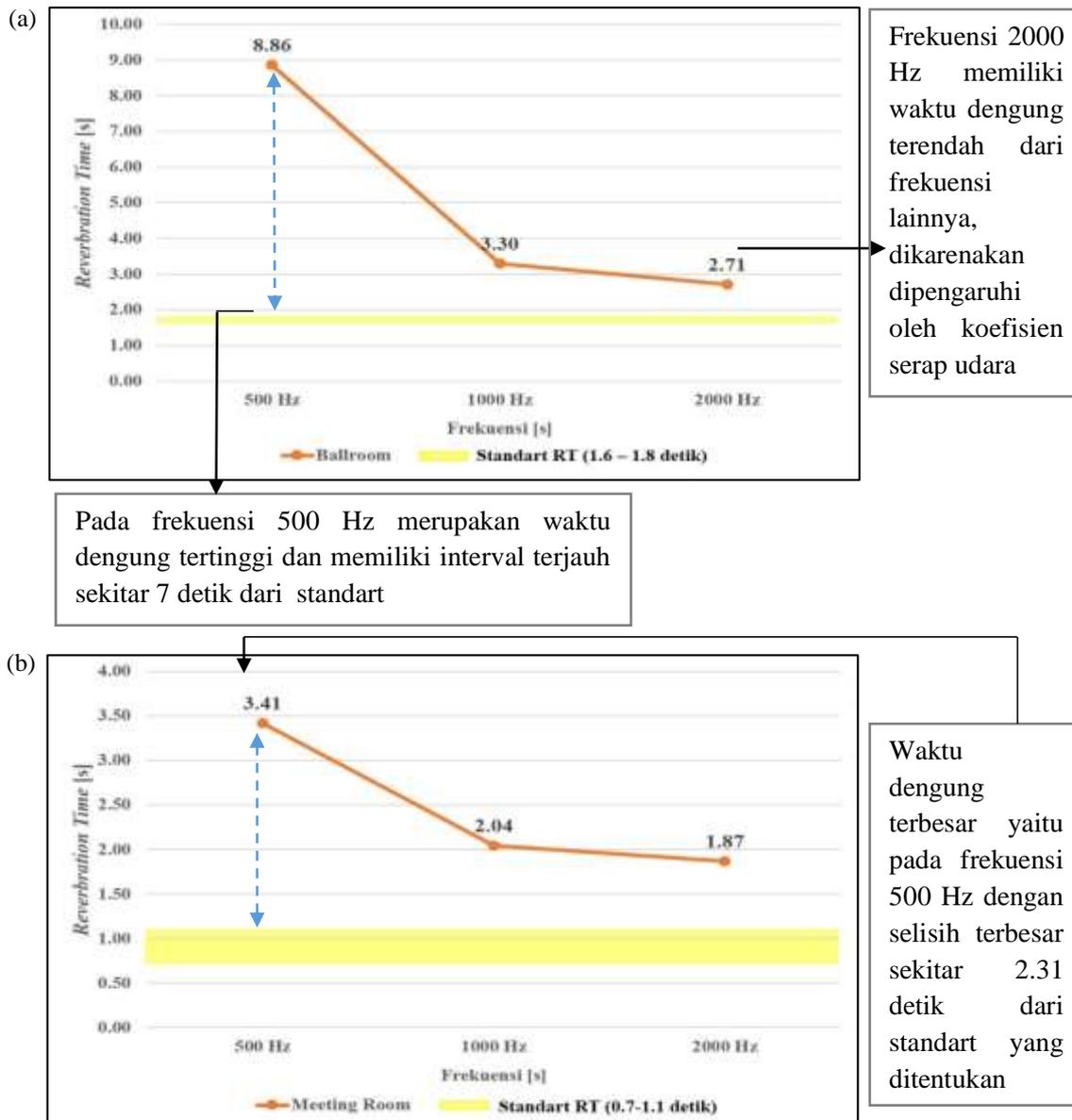


Gambar 4.28 Grafik waktu dengung pada *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Gambar grafik di atas pada masing-masing ruang terlihat bahwa nilai perhitungan kondisi eksisting menggunakan Formula Sabine memiliki interval yang cukup jauh dari garis kuning yang menunjukkan *range* standart waktu dengung (*reverberation time*) untuk ruang pertemuan dan ruang rapat.

Analisis

Berdasarkan hasil perhitungan secara numerik menggunakan Formula Sabine, didapatkan nilai waktu dengung pada *Ballroom* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo melebihi standart



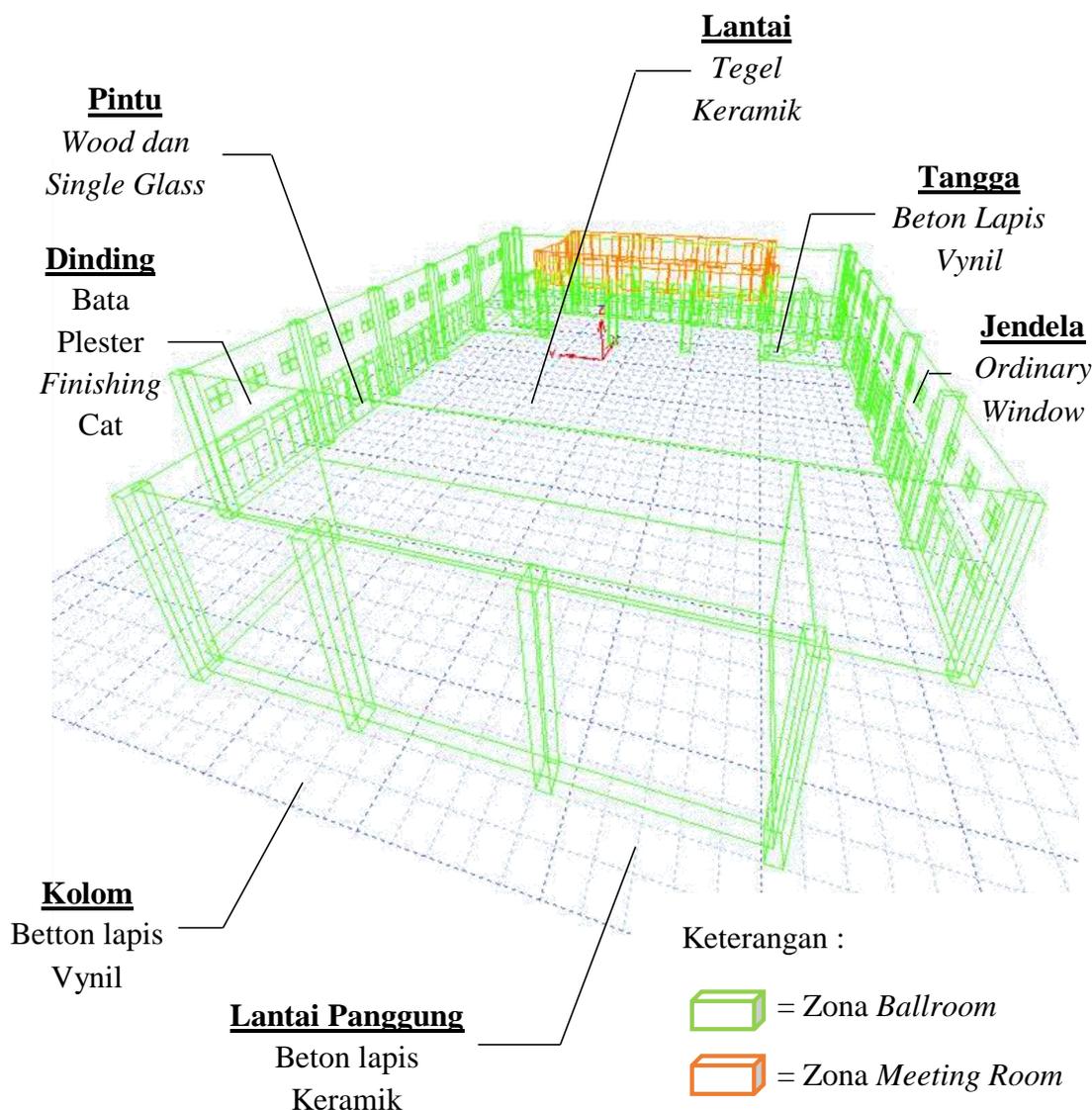
Gambar 4.29 Analisis hasil perhitungan numerik waktu dengung (*reverberation time*)
(a) *ballroom* (b) *meeting room*

Kesimpulan

Dibutuhkan alternatif rekomendasi desain pada kedua ruang tersebut, untuk menurunkan nilai waktu dengung pada frekuensi ideal yang dapat diterima oleh manusia dengan kualitas baik dan nyaman sesuai standart yang telah ditentukan.

4.2.3 Pensimulasian

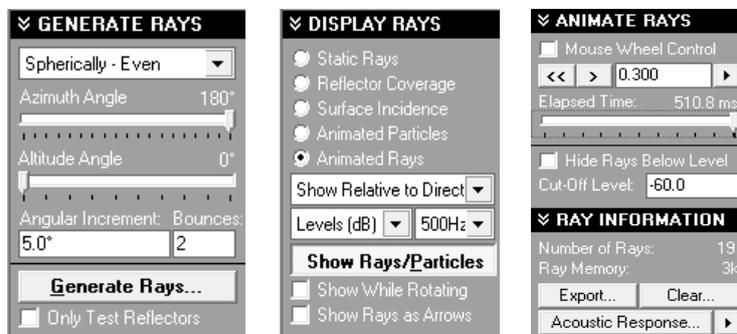
Tahap setelah melakukan pengukuran lapangan yaitu tahap pensimulasian, dimana tahap ini menggunakan suatu *software* yang dapat mensimulasikan data dari kondisi eksisting berdasarkan pengamatan visual dan pengukuran lapangan kedalam suatu *software* yang dinamakan *software Ecotect Analysis Acoustic 2011*. Tahap pengukuran menggunakan *software* ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan-permasalahan akustik pada *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo melalui simulasi pantulan bunyi berupa *animated rays*, kemudian hasil simulasi inilah yang membuktikan bahwa terdapat permasalahan atau cacat akustik seperti dengung dalam ruang tersebut. Berikut klasifikasi material dalam simulasi yang disesuaikan berdasarkan kondisi lapangan :



Gambar 4.30 Klasifikasi material kondisi eksisting dalam pensimulasian

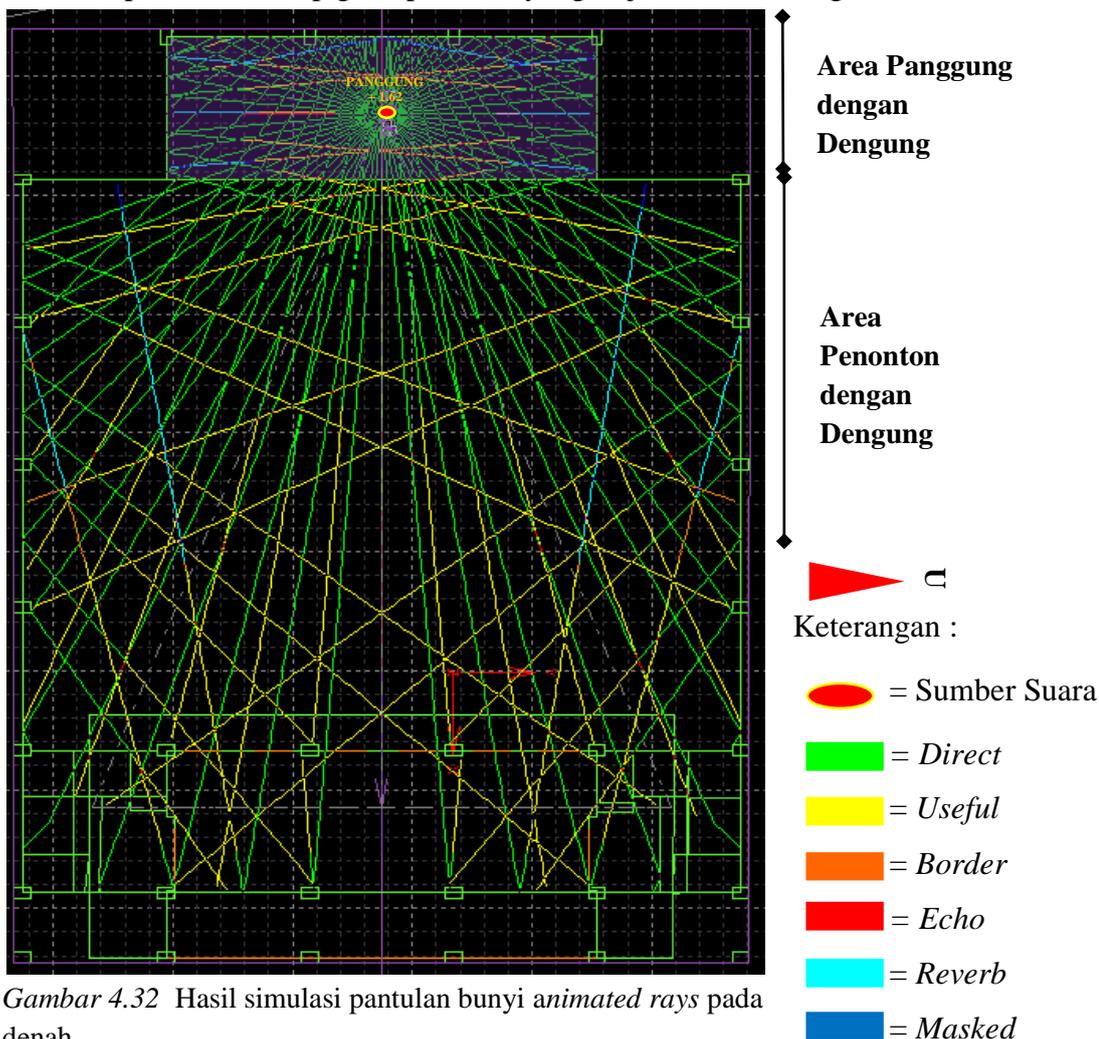
1. Analisis Simulasi Pantulan Bunyi

Pengaturan dalam tahap simulasi pantulan bunyi disesuaikan dengan pengukuran lapangan distribusi tingkat tekanan bunyi yaitu sumber suara berada di tengah panggung, kemudian untuk sudut dan jumlah sebaran bunyi dapat diatur sebagai berikut:

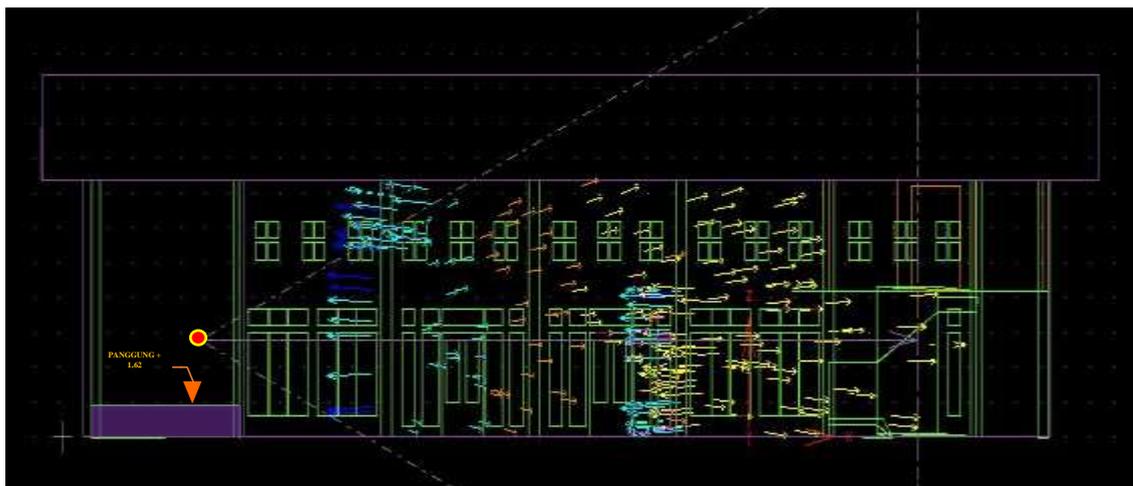


Gambar 4.31 Pengaturan simulasi pada *ballroom* meliputi sudut dan jumlah sebaran

Hasil dari simulasi pantulan bunyi dengan pengaturan sudut dan jumlah sebaran berikut dapat menghasilkan garis-garis yang memiliki arti tersendiri dalam mendeskripsikan sifat tiap garis pantulan yang terjadi dalam ruang tersebut.



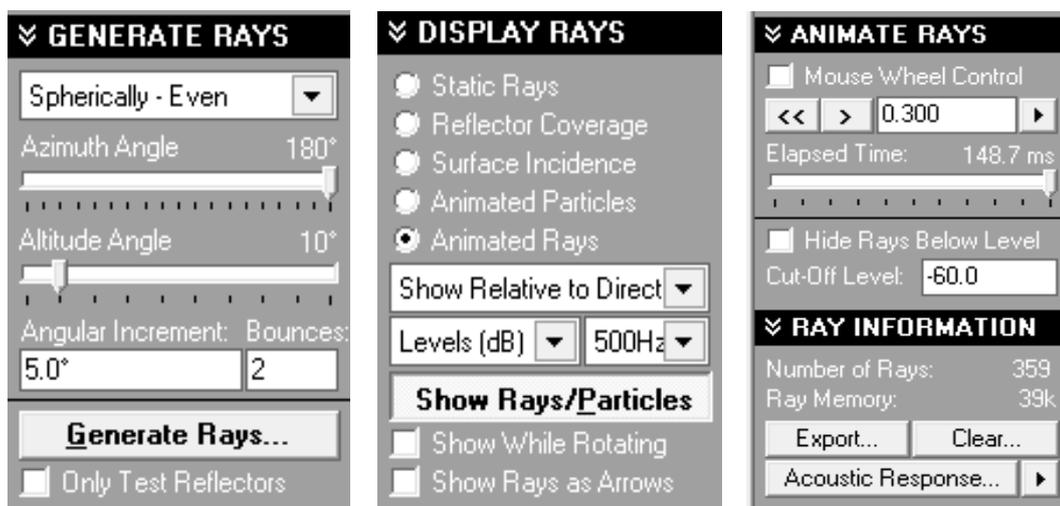
Gambar 4.32 Hasil simulasi pantulan bunyi *animated rays* pada denah



Gambar 4.33 Hasil simulasi pantulan bunyi *animated rays* pada *ballroom* tampak samping

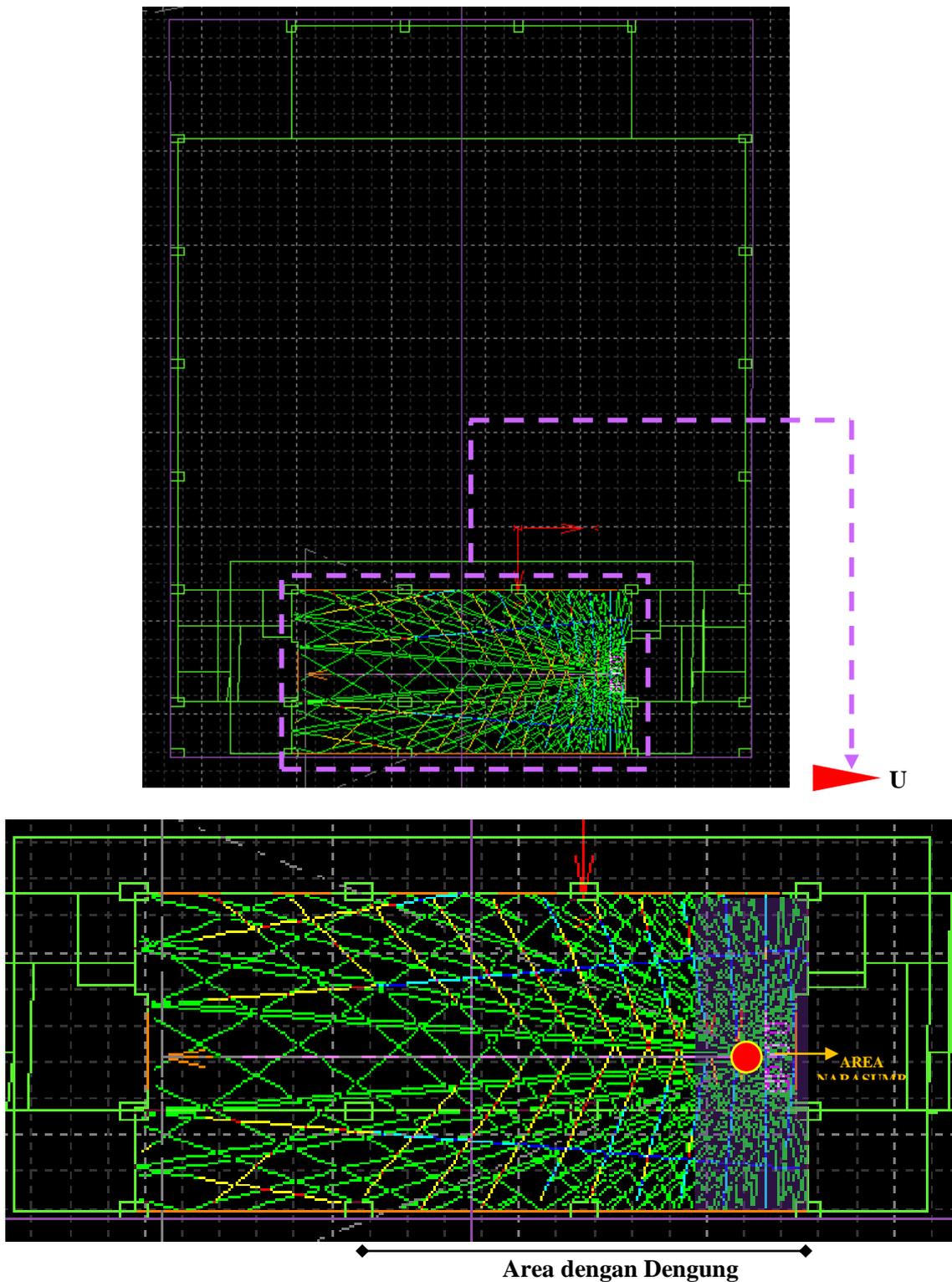
Hasil dari simulasi pantulan diatas terlihat garis - garis pantul, dimana diatur dengan jumlah sebarannya yaitu dua (2) kali, yang berarti ketika bunyi diteruskan dari sumber suara asli, kemudian mengenai elemen pelingkup ruang, sehingga akan terlihat pengaruh sifat bunyi ketika telah mengenai suatu elemen ruang.

Kemudian, dilakukan pula pesimulasian pada ruang *meeting room* yang berada di lantai dua dengan tujuan untuk mengetahui adanya permasalahan akustik di dalam ruang tersebut. Simulasi pantulan bunyi dari ruang *meeting room* yaitu dengan cara diletakkan sumber suara pada sisi utara ruang, dimana sisi tersebut digunakan sebagai letak mimbar dari pembicara atau narasumber serta penguat suara apabila terdapat suatu acara berlangsung. Pensimulasian pada ruang tersebut juga diatur untuk sudut dan jumlah sebaran suaranya, sebagai berikut :

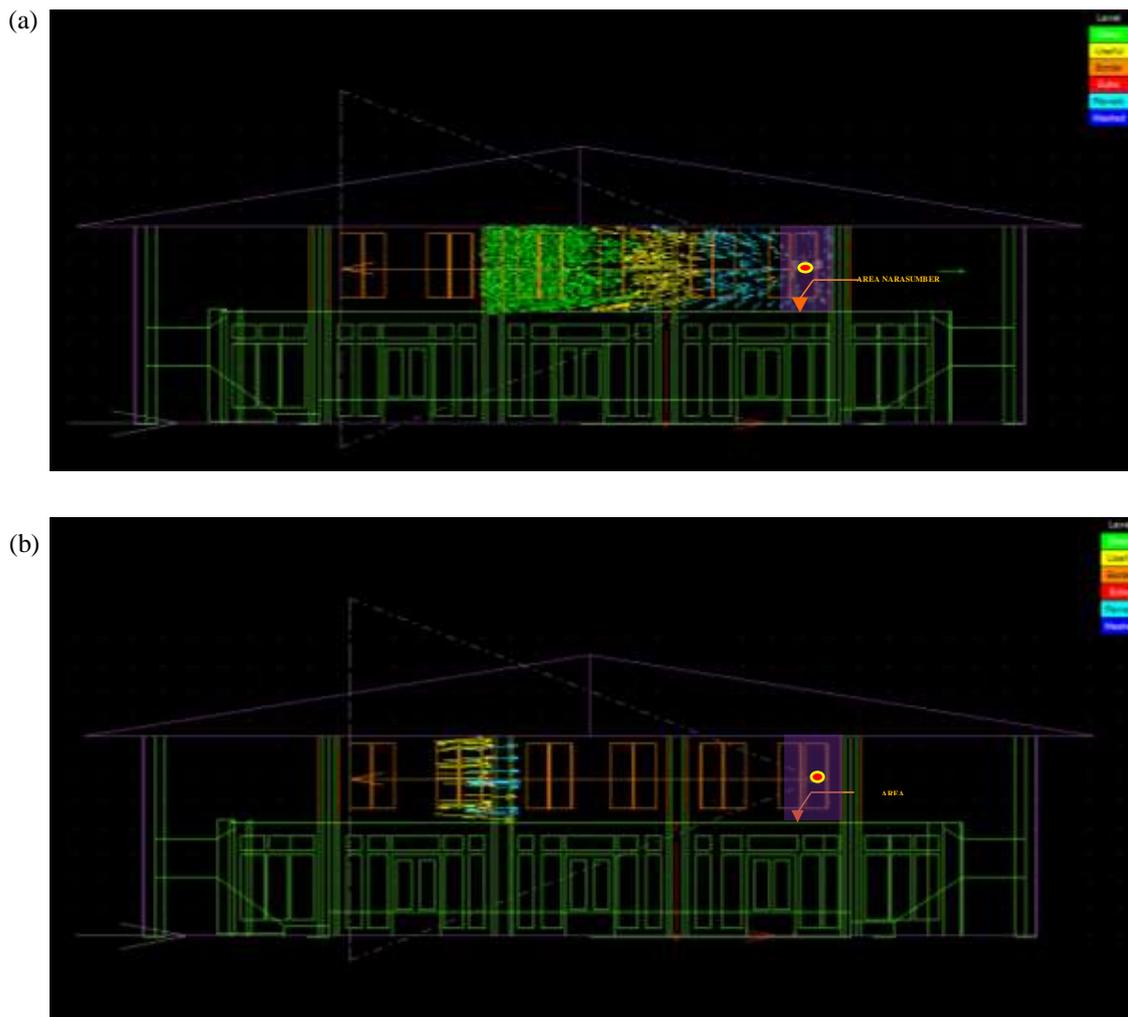


Gambar 4.34 Pengaturan simulasi pada *ballroom* meliputi sudut dan jumlah sebaran

Berdasarkan pengaturan pada sudut dan jumlah persebaran bunyi diatas, terlihat hasil dari simulasi pantulan bunyi tersebut berupa garis-garis warna yang menggambarkan pengaruh dari elemen pembentuk ruang di dalam *meeting room* terhadap suara yang dihasilkan dari sumber suara, sebagai berikut :



Gambar 4.35 Hasil simulasi pantulan bunyi pada *ballroom* tampak atas



Gambar 4.36 Analisis hasil simulasi pantulan bunyi *animated rays* pada *meeting room*
 (a) Pantulan pada elemen pelingkup bagian depan (b) Pantulan pada elemen pelingkup bagian belakang

Tabel 15

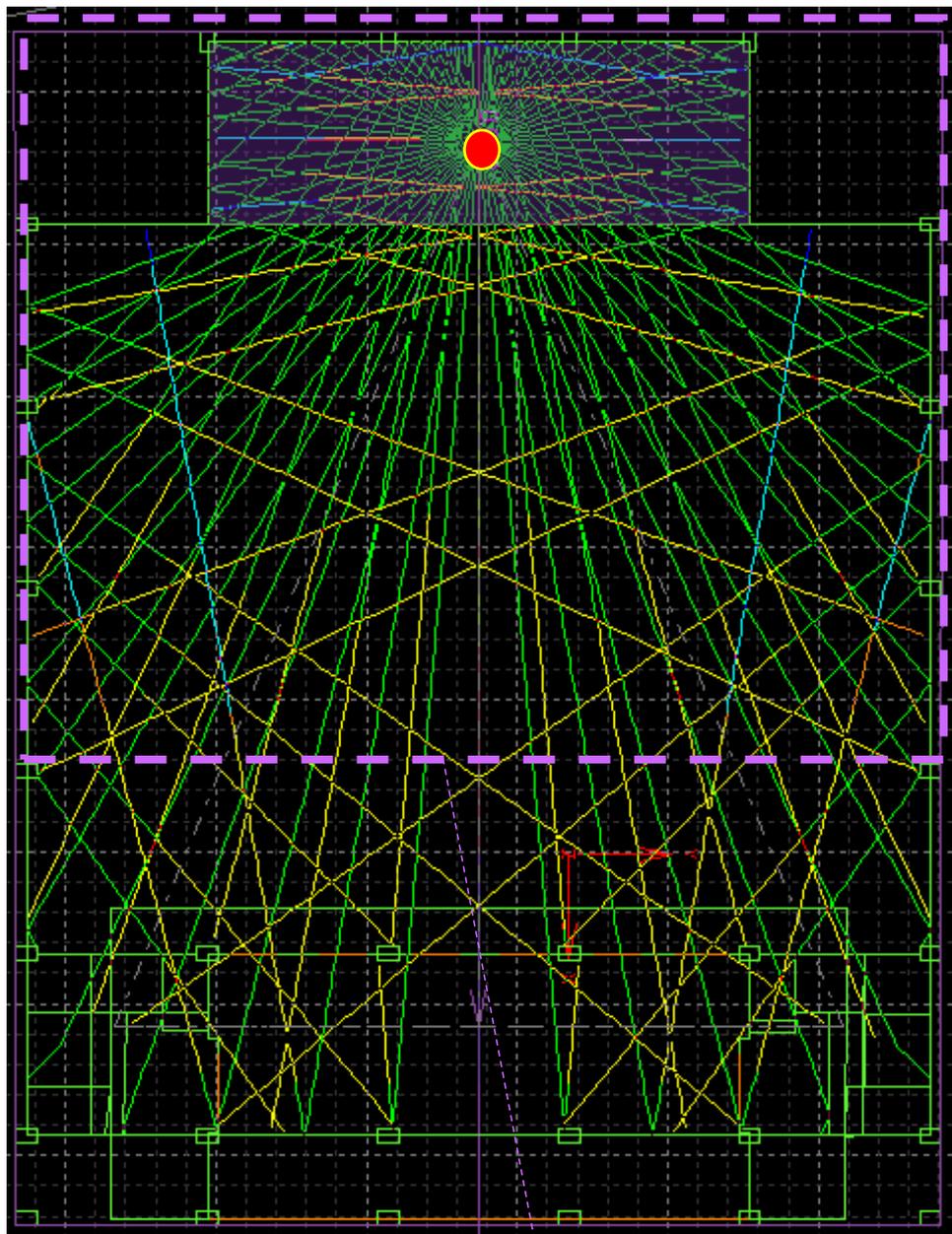
Keterangan perbedaan warna dalam pancaran sumber bunyi

Level	Keterangan
Direct	Penyebaran bunyi langsung yang berasal dari sumber suara dan dapat diterima oleh pendengar
Useful	Penyebaran suara dari sumber bunyi asli efektif dan dapat diterima pendengar
Border	Penyebaran bunyi dari sumber suara asli pada sekeliling ruangan
Echo	Penyebaran bunyi dari sumber suara asli yang dipantulkan oleh elemen pelingkup interior ruang hingga menimbulkan <i>echo</i> (gema)
Reverb	Penyebaran bunyi dari sumber suara asli yang kemudian dipantulkan oleh elemen pelingkup interior ruang sehingga menimbulkan dengung
Masked	Penyebaran suara dari sumber suara yang kemudian tertutupi oleh suara lainnya.

Sumber : Indrani & Cahyawati, 2011

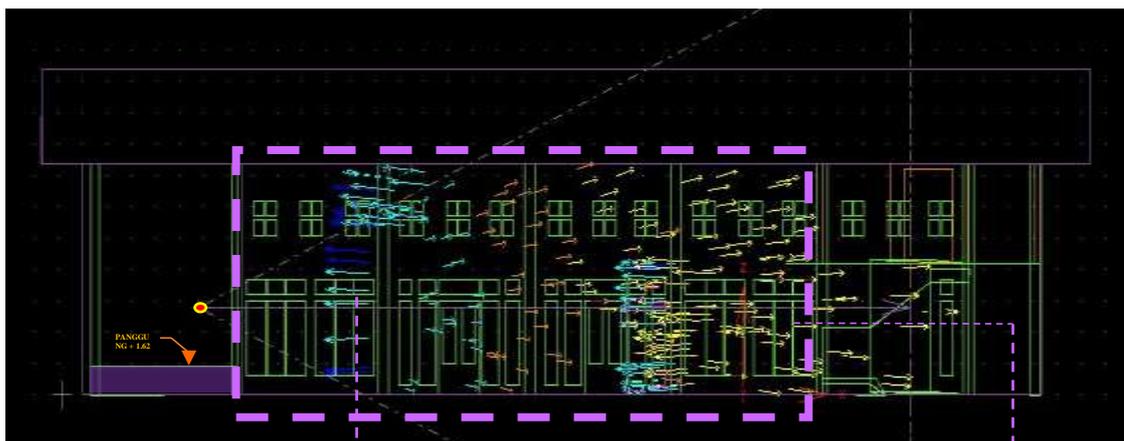
Analisis

Berdasarkan hasil simulasi mengenai pantulan bunyi didapatkan hasil bahwa terdapat bunyi yang telah mengenai elemen pelingkup ruang menjadi *reverb* atau dengung. Hal ini membuktikan bahwa terdapat permasalahan akustik yaitu munculnya dengung dalam ruang *ballroom*.



Gambar 4.37 Analisis hasil simulasi pantulan bunyi *animated rays* pada *ballroom* tampak atas

Terjadi dengung dari area bagian depan setelah suara mengenai elemen pelingkup ruang atau dinding dan kolom yang ada pada area panggung dan area belakang *penonton*



Gambar 4.38 Analisis hasil simulasi pantulan bunyi *animated rays* pada *ballroom* tampak samping

Setelah terjadi bunyi dengung kemudian terjadi *masked* atau suara yang tertutupi oleh suara lainnya, sehingga kejelasan bunyi awal telah tertutupi dan semakin tidak jelas

Terdapat bunyi dengung pada area tersebut, karena pengaruh setelah terjadi pemantulan bunyi pada elemen dinding dan kolom bagian belakang *ballroom*

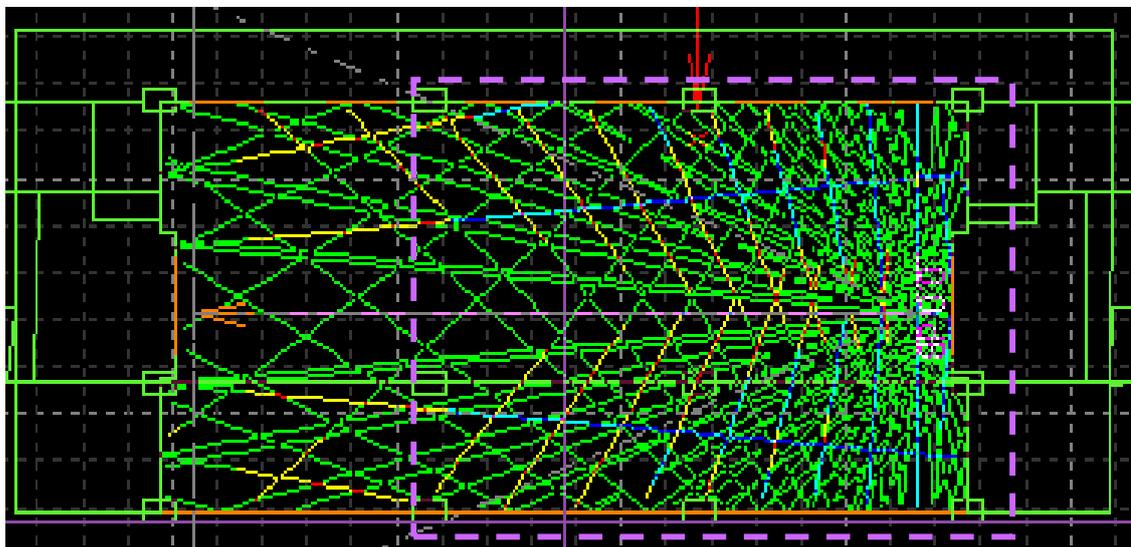
Keterangan :

 = <i>Direct</i>	 = <i>Echo</i>
 = <i>Useful</i>	 = <i>Reverb</i>
 = <i>Border</i>	 = <i>Masked</i>

Kesimpulan

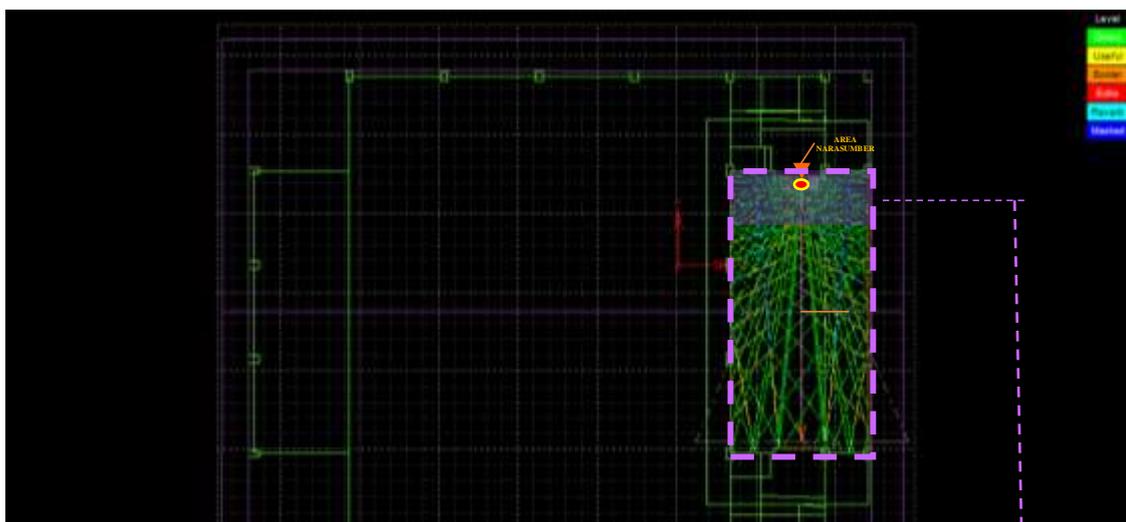
Adanya bunyi dengung diakibat oleh pantulan mengenai elemen pelingkup ruang, sehingga dibutuhkan suatu material pada elemen pelingkup ruang yang dapat meminimalisir bunyi dengung dengan koefisien penyerap yang lebih besar dan sesuai dengan fungsi masing-masing elemen agar tidak mengurangi estetika *ballroom* dan juga *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Terutama pada bagian belakang pennton yang terlihat memantulkan hingga terjadi bunyi dengung, untuk itu pada bagian belakang penonton dibutuhkan dinding penyerap atau berbahan absorber agar tidak memantulkan kembali kearah panggung dan menimbulkan bunyi dengung.

Simulasi pada *meeting room* didapatkan bahwa terdapat bunyi dengung yang dihasilkan dari pantulan bunyi mengenai elemen pelingkup ruang. Bagian yang menghasilkan dengung cenderung lebih besar yaitu pada area depan yang berdekatan dengan sumber bunyi.



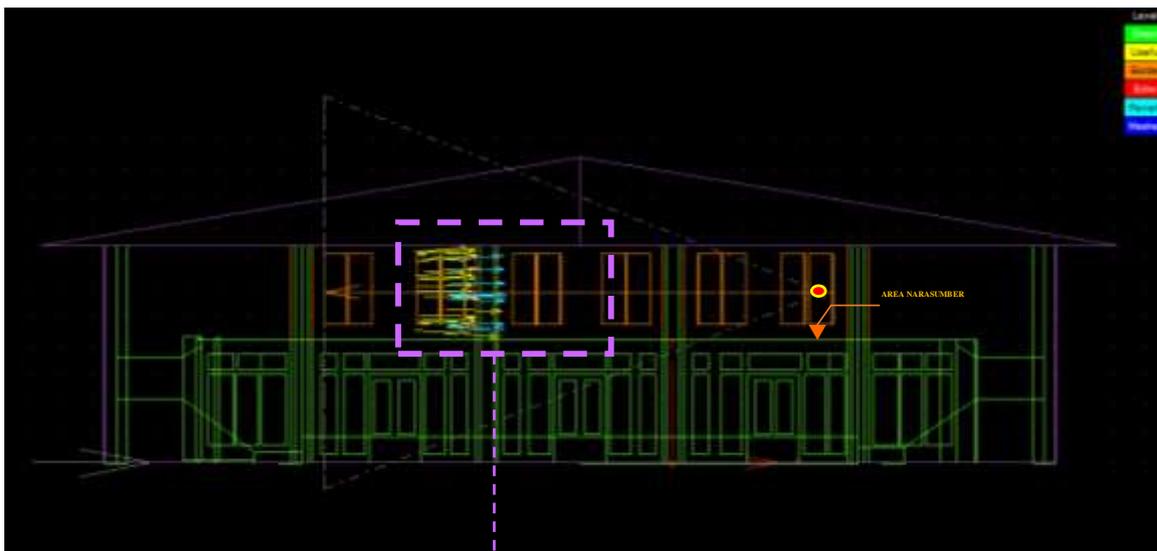
Gambar 4.39 Analisis hasil simulasi pantulan bunyi *animated rays* pada *meeting room* tampak atas

Dengung terjadi pada area narasumber hingga kearah belakang bagian penonton, hal ini diakibatkan oleh terjadi pantulan mengenai dinding sisi depan dan samping ruangan dan kembali memantul menjadi bunyi dengung



Gambar 4.40 Analisis hasil simulasi pantulan bunyi *animated rays* bagian depan pada *meeting room*

Terlihat pada tampak samping *meeting room* bahwa area tersebut muncul dengung akibat dari pantulan yang mengenai dinding yang bersifat memantul atau reflektor



Gambar 4.41 Analisis hasil simulasi pantulan bunyi *animated rays* bagian belakang pada *meeting room*

Pada area belakang *meeting room* juga muncul dengung akibat pantulan dari dinding dan lantai dengan sifat reflektor serta mengenai pintu kayu yang kurang menyerap bunyi

Kesimpulan

Ruangan tersebut membutuhkan material elemen pembentuk ruang yang dapat menyerap bunyi pada sebagian elemen dinding dan lantai dengan tujuan meminimalisir munculnya dengung, namun sebagian lainnya pada dinding tetap menggunakan bahan reflektor yang bertujuan sebagai pemantul sebagian bunyi hingga penonton bagian belakang dengan merata.

2. Analisis Simulasi Waktu Dengung (*Reverberation Time*)

Pensimulasian dalam metode pengukuran waktu dengung ini juga dibutuhkan untuk mempertajam dan mengakuratkan hasil pengukuran, selain itu juga dibutuhkan suatu perbandingan hasil pengukuran antara menggunakan formula Sabine dengan hasil simulasi. Simulasi ini dilakukan menggunakan *software Ecotect Analysis 2011* dengan klasifikasi material yang sama sesuai perhitungan menggunakan formula Sabine atau sesuai dengan kondisi eksisting *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Kota Probolinggo.

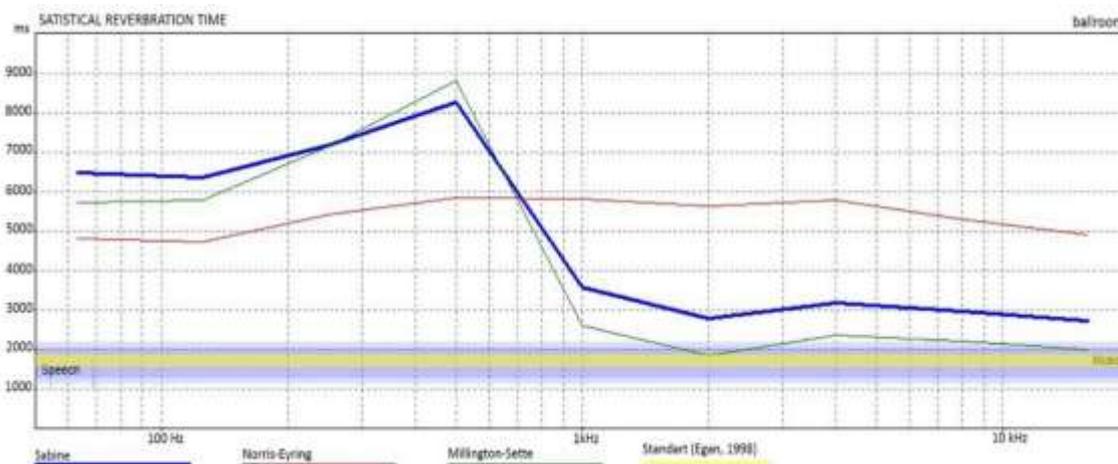
Selain pengklasifikasian material pada *software Ecotect Anlysis 2011*, dilakukan pula penginputan koefisien serap sesuai dengan nilai koefisien serap masing-masing

material yang dibedakan dalam beberapa frekuensi, yaitu pada frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, dan 2000 Hz, sesuai dengan frekuensi ideal untuk fungsi *speech* atau percakapan.

Kemudian dilakukan pengaturan jenis zona, formula, dan jumlah tempat duduk sebelum dilakukan perhitungan secara keseluruhan dengan format sebagai berikut :

Gambar 4.42 Pengaturan simulasi *reverberation time* pada *ballroom* meliputi jumlah tempat duduk dan jenis zona

Hasil perhitungan *reverberation time* pada ruang *ballroom* tersebut menghasilkan beberapa nilai yang terbagi sesuai dengan frekuensi. Nilai yang dihasilkan tersebut 8.26 detik untuk frekuensi 500 Hz, 3.58 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 2.78 detik pada frekuensi 2000 Hz. Rerata dari hasil simulasi RT (*reverberation time*) pada *ballroom* yaitu 4.9 detik, seperti pada grafik dan data berikut :



Gambar 4.43 Grafik hasil simulasi *reverberation time* pada *ballroom*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	783.045	6.47	4.83	5.73
125Hz:	759.900	6.35	4.74	5.78
250Hz:	480.723	7.18	5.42	7.16
500Hz:	203.894	8.26	5.84	8.80
1kHz:	1170.710	3.58	5.83	2.63
2kHz:	1628.900	2.78	5.64	1.87
4kHz:	1245.272	3.19	5.78	2.38
8kHz:	1293.646	2.97	5.31	2.23
16kHz:	1418.225	2.72	4.92	2.02

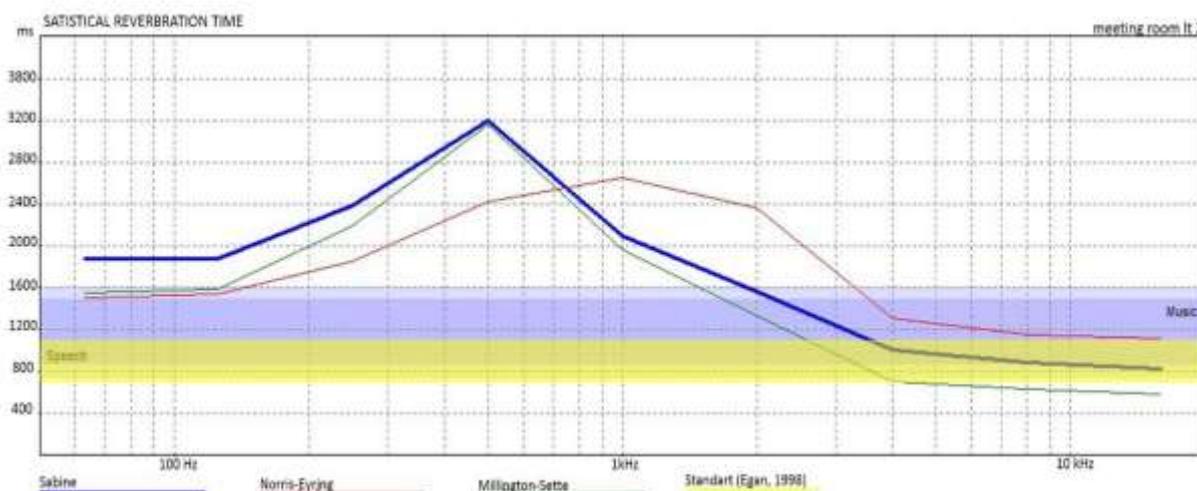
Gambar 4.44 Nilai waktu dengung hasil simulasi pada *ballroom*

Pensimulasian kemudian dilakukan pada ruang *meeting room* dengan pengaturan mengenai jumlah *audience*, sebagai berikut :

Selected Zone		Calculation	
meeting room It 2		Select Display Type:	
Volume (m ³):	495.56	All Algorithms	
Recalc.		Reverb. Time Algorithm:	
Auditorium Seating		Sabine	
0	Upholstered	Calculate ?	
Percentage Occupied (%): 0			

Gambar 4.45 Pengaturan simulasi *reverberation time* pada *meeting room* meliputi jumlah tempat duduk dan jenis zona

Hasil dari suatu nilai waktu dengung 3.20 detik pada frekuensi 500 Hz, 2.09 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.56 pada frekuensi 2000 Hz. Rerata dari hasil simulasi waktu dengung tersebut yaitu 2.28 detik. Berikut grafik dan data hasil pensimulasian *reverberation time* pada *meeting room*.



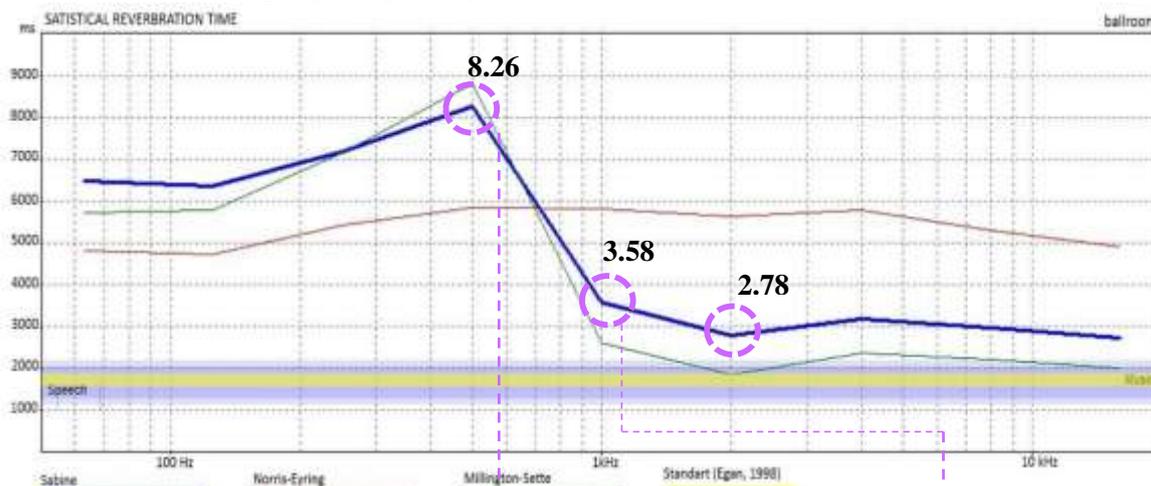
Gambar 4.46 Grafik hasil simulasi *reverberation time* pada *meeting room*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	116.955	1.89	1.50	1.55
125Hz:	112.412	1.88	1.54	1.59
250Hz:	66.246	2.39	1.85	2.20
500Hz:	21.616	3.20	2.42	3.16
1kHz:	56.233	2.09	2.66	1.96
2kHz:	88.152	1.56	2.36	1.33
4kHz:	167.671	1.01	1.31	0.71
8kHz:	175.424	0.89	1.15	0.64
16kHz:	190.936	0.83	1.11	0.59

Gambar 4.47 Nilai waktu dengung hasil simulasi pada *meeting room*

Analisis

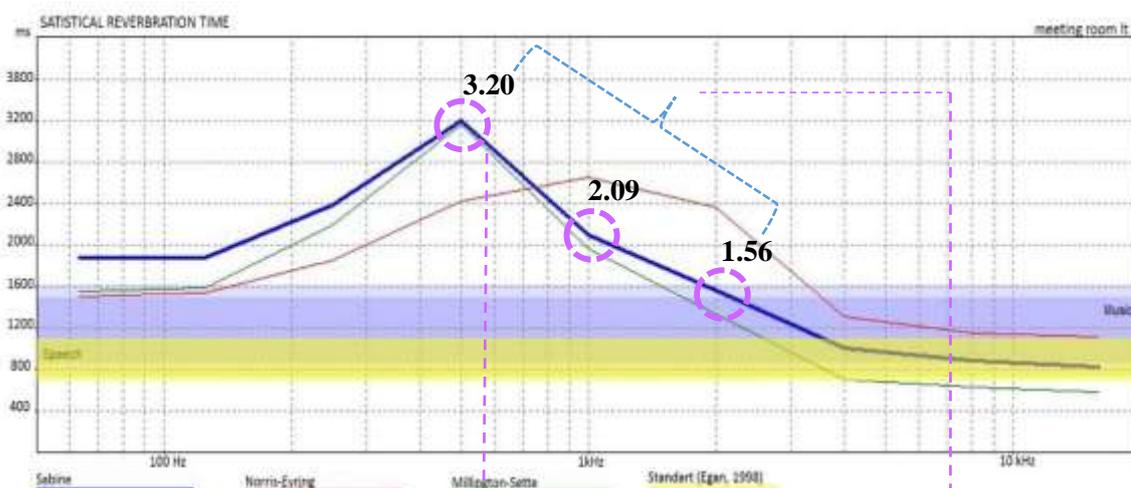
Berdasarkan hasil pensimulasian kondisi eksisting, terlihat bahwa, kedua ruang antara *ballroom* dan *meeting room* masih belum memenuhi standart untuk nilai waktu dengung. Interval antara hasil simulasi kondisi eksisting dengan standart sangat jauh, dimana pada frekuensi 500 Hz selisih 6.46 detik, 1000 Hz selisih 1.78 detik, dan pada 2000 Hz selisih 0.98 detik. Sehingga berdasarkan grafik tidak masuk dalam area *range* standart waktu dengung yang baik pada rentan 1.6-1.8 detik.



Gambar 4.48 Grafik nilai waktu dengung hasil simulasi pada *ballroom*

Tingginya nilai RT dipengaruhi oleh koefisien serap material kondisi eksisting *ballroom* yang kurang besar dan cenderung bersifat memantul

Nilai RT (*reverberation time*) pada *ballroom* jauh dari standart



Gambar 4.49 Grafik nilai waktu dengung hasil simulasi pada *meeting room*

Tingginya nilai RT diakibatkan oleh sebagian besar menggunakan reflektor

Rata-rata nilai RT (*reverberation time*) yaitu 2.82 detik, nilai tersebut jauh dari standart 0.7- 1.1 detik

Kesimpulan

Dibutuhkan pemilihan jenis material yang memiliki koefisien serap tinggi sebagai absorber, dan penambahan bentuk pada beberapa elemen kedua ruang terutama *ballroom*

4.3 Perbandingan Hasil Pengukuran Lapangan dan Pensimulasian

Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan dua metode diatas, yaitu metode pengukuran lapangan menggunakan formula Sabine dan metode pensimulasian menggunakan *software Ecotect Analysis 2011* dapat dibandingkan antara keduanya, dimana hasil dari masing-masing waktu dengung atau *reverberation time* dipersentasekan dalam tabel *relative error* sebagai berikut :

Tabel 16
Perbandingan hasil perhitungan *reverberation time* pada *ballroom*

Ruang	Metode	Waktu Dengung Berdasarkan Frekuensi [s]		
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Ballroom</i>	Pengukuran Lapangan	8.86	3.3	2.71
	Simulasi	8.26	3.58	2.78
	Relative Error (%)	5.7 %		

Tabel 17
Perbandingan hasil perhitungan *reverberation time* pada *meeting room*

Ruang	Metode	Waktu Dengung Berdasarkan Frekuensi [s]		
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Meeting Room</i>	Pengukuran Lapangan	3.41	2.04	1.87
	Simulasi	3.2	2.09	1.56
	Relative Error (%)	8.3 %		

Persentase *relative error* pada *ballroom* tidak terlalu jauh selisih antar keduanya, dimana rerata hasil perbandingan antara pengukuran lapangan dan hasil pensimulasian adalah 5.7%. Sedangkan pada ruang lainnya, yaitu ruang *meeting room* terdapat beberapa hasil rata-rata secara keseluruhannya 8.3 %, sehingga perbandingan kedua metode tersebut dapat dikatakan hampir sama dan tergolong rendah perbedaannya, sehingga termasuk data valid.

Selain berdasarkan tabulasi, hasil perbandingan analisis waktu dengung (*reverberation time*) pengukuran lapangan dengan menggunakan formula Sabine dan analisis pensimulasian menggunakan *software Ecotect Analysis 2011* digambarkan pada suatu grafik, yang memiliki klasifikasi kenaikan garis yang tidak terlalu jauh selisih antar keduanya. Berikut perbandingan grafik hasil pengukuran lapangan dan simulasi *Ecotect Analysis 2011*:

Tabel 18

Grafik perbandingan hasil perhitungan *reverberation time* pada *Ballroom* dan *Meeting Room*

Grafik Hasil Pengukuran Lapangan Menggunakan Formula Sabine		Grafik Hasil Simulasi Menggunakan <i>Software Ecotect Analysis 2011</i>		
Ballroom				
Frekuensi [Hz]	RT Pengukuran Lapangan	RT Pensimulasian	Persentase Selisih	Rata-rata
500 Hz	8.86 detik	8.26 detik	6.7 %	5.7%
1000 Hz	3.30 detik	3.58 detik	7.8 %	
2000 Hz	2.71 detik	2.78 detik	2.5 %	
Meeting Room				
Frekuensi [Hz]	RT Pengukuran Lapangan	RT Pensimulasian	Persentase Selisih	Rata-rata
500 Hz	3.41 detik	3.20 detik	6.1 %	8.3%
1000 Hz	2.04 detik	2.09 detik	2.4 %	
2000 Hz	1.87 detik	1.56 detik	16.5 %	

Kedua metode tersebut, menghasilkan hasil yang relatif sama dan tidak memiliki perbedaan terlalu jauh dan relative rendah. Hal ini membuktikan bahwa waktu dengung kedua ruang tersebut melebihi standart dan dibutuhkan adanya rekomendasi untuk menurunkan nilai tersebut.

4.4 Analisis Alternatif Rekomendasi Desain

Berdasarkan hasil analisis pengamatan visual, pengukuran lapangan, dan pensimulasian yang telah dilakukan, penulis menyimpulkan bahwa terdapat permasalahan-permasalahan atau cacat akustik yang ditimbulkan dari *ballroom* dan *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Cacat akustik yang muncul yaitu adanya waktu dengung yang berkepanjangan hingga mengganggu pengunjung dalam ruang tersebut. Nilai waktu dengung pada *ballroom* yang telah diperoleh memiliki nilai sebesar 4.87 detik, sedangkan pada *meeting room* waktu dengung yang diperoleh dari hasil simulasi dan pengukuran lapangan didapatkan rerata 2.28 detik. Hal ini memiliki arti bahwa kedua ruangan tersebut memiliki kualitas kenyamanan akustik yang kurang baik. Untuk itu terdapat beberapa alternatif rekomendasi desain dalam menambahkan pelapis material baru maupun dengan cara menambahkan elemen bentuk pada masing-masing elemen pelingkup ruang.

Sesuai dengan kebutuhan masing-masing elemen, dapat dijelaskan beberapa sifat bahan material dan alokasi yang dapat diterapkan dengan bahan-bahan tersebut.

Tabel 19

Fungsi dan Alokasi Material

Material	Fungsi	Alokasi
<i>Pemantul atau Reflektor</i>	Untuk memantulkan suatu bunyi dari sumber suara asli terhadap penonton dalam ruang tersebut	<ul style="list-style-type: none"> - Dinding bagian belakang panggung (jika panggung dalam ruang tersebut membuka kearah <i>audience</i>) - Sebagian dinding bagian samping berfungsi untuk mendistribusikan suara yang berasal dari penyaji - Langit-langit bangunan atau Plafond
<i>Penyerap atau Absorber</i>	Untuk menyerap bunyi	<ul style="list-style-type: none"> - Dinding bagian panggung dalam posisi yang saling berhadapan - Dinding samping bagian penonton yang saling berhadapan - Dinding bagian belakang penonton - Lantai pada area penonton
<i>Penyebar atau Diffuser</i>	Untuk menyebar atau mendistribusikan bunyi yang juga memiliki sifat sebagai pemantul	<ul style="list-style-type: none"> - Dinding bagian panggung yang saling berhadapan - Dinding bagian samping yang sejajar dan juga saling berhadapan

(Sumber : Latifah, 2015)

Berdasarkan paparan diatas, alternatif yang ada nantinya akan menyesuaikan dengan kebutuhan masing-masing elemen tau sesuai dengan kriteria perancangan untuk ruang pertemuan, baik alternatif hanya menggunakan pelapis material baru maupun alternatif yang melapisi dengan bentukan baru pada masing-masing elemen pelingkup ruang.

4.4.1 Menambahkan Pelapis Material

Alternatif rekomendasi desain yang dapat dilakukan yaitu dengan menambahkan jenis pelapis material baru yang dapat menurunkan dan mengontrol waktu dengung yang dihasilkan dalam masing-masing ruang. Material yang direkomendasikan pada tiap elemen berbeda-beda, hal ini menyesuaikan kebutuhan sifat material yang diterapkan pada tiap sisi elemen pelingkup ruangnya.

Material yang digunakan di tiap elemen ditentukan berdasarkan beberapa studi literature yang diklasifikasikan sebagai berikut :

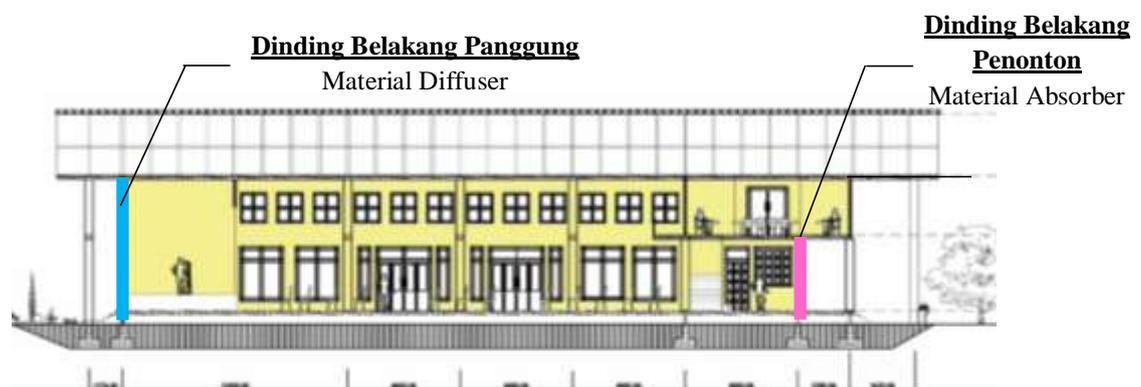
- 1) Daftar koefisien absorpsi yang digunakan dirujuk dari buku karangan (Suptandar, 2004) dan (Satwiko, 2009)
- 2) Koefisien absorpsi untuk masing-masing elemen dinding, plafond, dan lantai kemudian dicari rerata dari keseluruhan frekuensi tiap material
- 3) Klasifikasi material dipilih sesuai rerata yang digolongkan berdasarkan sifat material absorber maupun reflektor dan diambil 5 material yang mendekati sifat yang dibutuhkan (absorber maupun reflektor).
- 4) Kemudian dari kelima alternatif tersebut diambil tiga (3) bagian, yaitu koefisien rerata batas terkecil, terbesar, dan juga yang berada ditengah-tengah atau diantara keduanya.
- 5) Ketiga batasan tersebut kemudian dijadikan material alternatif yang akan disimulasikan pada ruang *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo.

Berikut klasifikasi alternatif pelapis material baru berdasarkan elemen pelingkup ruang :

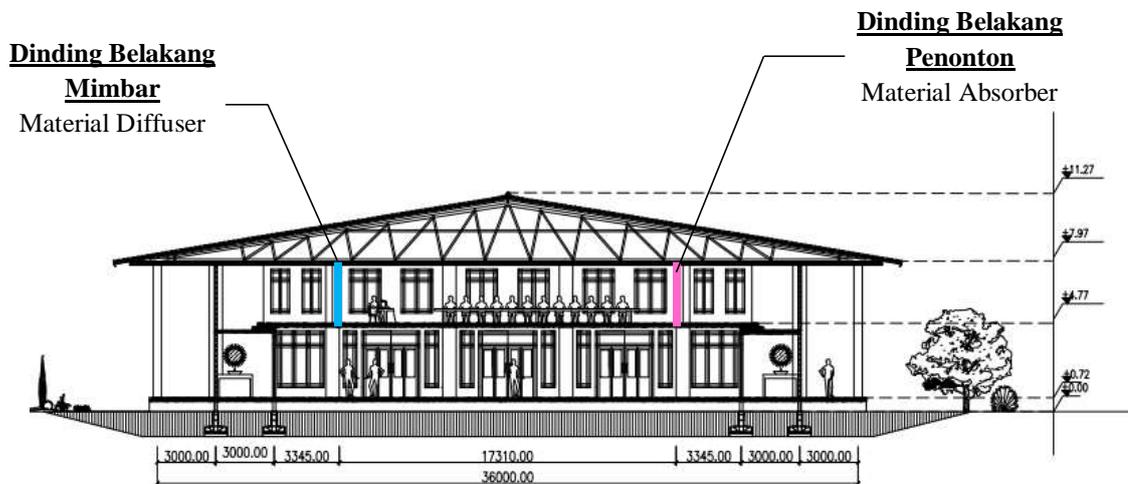
1. Alternatif Ke-1 (Dinding)

Alternatif pertama yaitu melapisi jenis material baru pada elemen dinding. Pemilihan material dinding didasarkan pada kebutuhan tiap sisi yang ada di dalam ruang pertemuan, baik *ballroom* maupun *meeting room*, dimana kebutuhan sifat bahan material tiap sisi dinding yang berada di ruang pertemuan berbeda-beda satu sama lain.

Berikut ketentuan jenis material yang dibutuhkan pada *ballroom*.



Gambar 4.50 Analisis rekomendasi desain pada dinding *ballroom*



Gambar 4.51 Analisis rekomendasi desain pada dinding *meeting room*

Keterangan :

■ = **Diffuser Dinding Panggung (bagian belakang)**

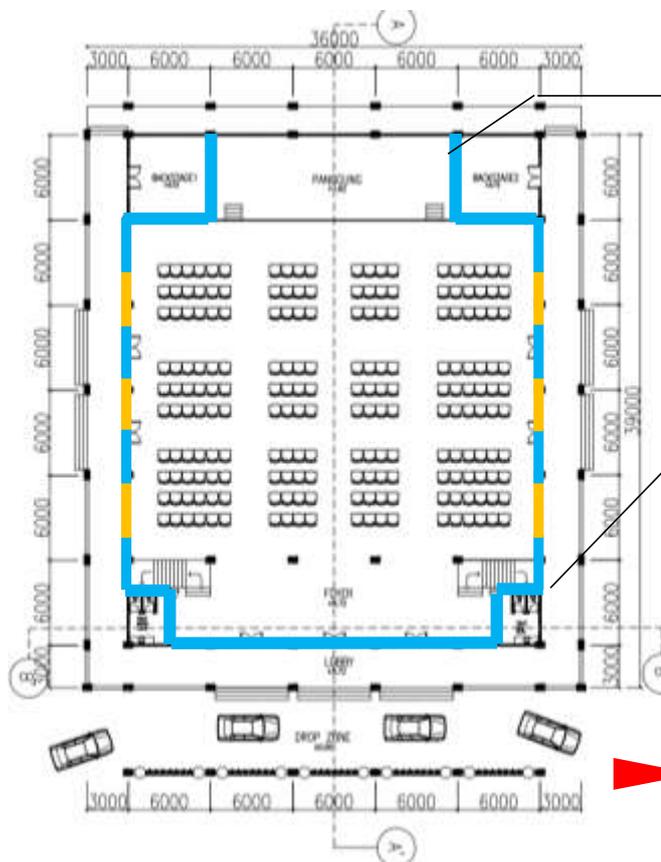
Sifat diffuser dibutuhkan pada daerah tersebut, dikarenakan bentuk panggung yang tertutup dan berhadapan, mudah mengakibatkan dengung atau pantulan berulang-ulang di area panggung, namun tidak dipantulkan kearah penonton, sehingga membutuhkan bahan difusser untuk menyebarkan suara. Diffuser itu sendiri terdiri dari material reflektor dan absorber yang berbentuk tak beraturan, dimana bentuk tidak rata tersebut yang akan menyebarkan bunyi sebagai diffuser. Tetapi dibagian ini cenderung membutuhkan bahan reflektor dan padukan dengan bahan sifat absorber dibagian samping panggung agar tiak terjadi pantulan yang terlalu besar diarea panggung. Untuk itu karena kondisi eksistingnya telah menggunakan material reflektor yaitu dinding batu bata dipleser cat, sehingga **bagian tersebut tidak perlu dilapisi material baru**. Hal ini juga berlaku untuk ruang pertemuan yang berada di dinding belakang mimbar atau pembicara.

■ ■ = **Absorber Dinding Penonton (bagian belakang)**

Dinding belakang area penonton diperlukan bahan absorber bertujuan untuk mencegah suara kembali kearah panggung, dan mencegah waktu dengung berkepanjangan. Sedangkan, pada kondisi eksisting, dinding belakang area panggung dan area penonton menggunakan bahan reflektor dinding batu bata, dipleser, dicat, dan jendela kaca biasa (*ordinary window*) yang cenderung memantulkan suara dan memiliki koefisien serap yang rendah, sehingga timbul

masalah cacat akustik pada ruangan tersebut yaitu waktu dengung yang berkepanjangan.

Selain itu, dinding bagian samping juga memiliki ketentuan sebagai berikut :



Dinding Belakang Panggung
diffuser

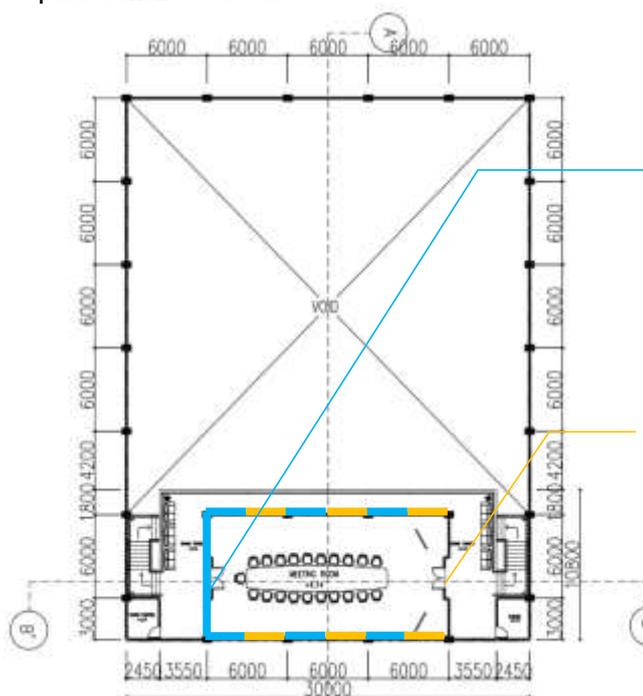
Namun cenderung memantulkan, sehingga tidak diberikan material bar dan tetap menggunakan material eksisting yang bersifat reflektor

Dinding samping penonton
absorber dan reflektor

Dibuat seimbang antara reflektor dan absorber untuk mengontrol pantulan yang terjadi agar tidak terlalu besar hingga tidak menyebabkan cacat akustik
Reflektor diarahkan kearah datangnya suara atau sumber bunyi



Gambar 4.52 Analisis alternatif rekomendasi desain pada denah ballroom



Dinding Penonton Belakang
absorber

Dibuat absorber agar dapat menyerap bunyi dan tidak memantulkan kembali kearah panggung mengontrol agar pantulan yang terjadi tidak terlalu besar

Dinding Penonton Samping
absorber dan reflektor

Dinding bagian samping dapat digunakan material eksisting yang bersifat reflektor pada jendela kaca (*ordinary window*) dan material *absorber* dijadikan alternatif

Keterangan :



— = absorber

— = reflektor

Gambar 4.53 Analisis alternatif rekomendasi desain pada denah meeting room

Ketentuan pada beberapa sisi dinding dapat disimpulkan bahwa material yang dibutuhkan adalah material absorber dan material reflektor untuk dinding sisi samping. Namun material reflektor tersebut telah diterapkan pada dinding kondisi eksisting *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Sehingga untuk alternatif dibutuhkan material absorber saja untuk menyeimbangkan material kondisi eksisting terutama pada dinding bagian samping.

Alternatif rekomendasi desain yang dapat diterapkan untuk menambahkan pelapis dinding *ballroom* dan *meeting room*, sebagai berikut :

Tabel 20

Alternatif Rekomendasi pada Dinding

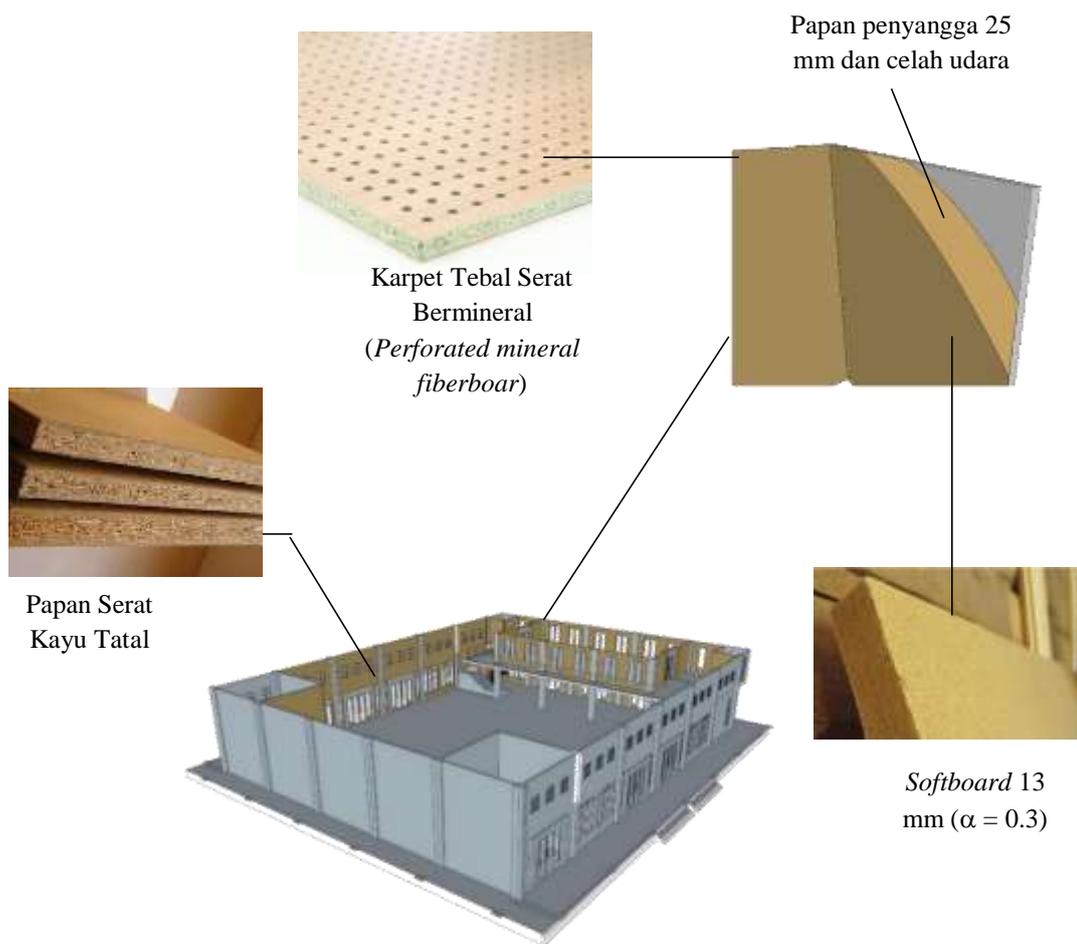
Jenis Material	Koefisien Serap Suara tiap Frekuensi		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Karpet berat pada papan berserat mineral dengan rongga udara dibelakangnya (<i>Perforated mineral fiberboard carpet</i>)	0.63	0.85	0.96
Papan Serat Tatal Kayu	0.62	0.94	0.64
<i>Softboard 13mm</i>	0.3	0.3	0.3

Sumber : (1) Satwiko, 2009 (2) Suptandar (2004)

Material ini dipilih dikarenakan menyesuaikan kriteria perancangan pada masing-masing fungsi elemen khusus untuk ruang pertemuan dan ruang rapat. Selain itu, berdasarkan sumber literatur yang dipaparkan dalam buku (Satwiko, 2009), masing-masing elemen, memiliki kelompok tersendiri berdasarkan sifat dan jenis pelingkup bangunannya. Sifat elemen yaitu absorber dan reflektro, sedangkan jenis pelingkupnya yaitu dinding, plafond dan lantai.

Tiga material tersebut yang dipilih agar dapat mewakili ragen atau rentan seluruh material, hingga didapat dalam pengelompokan fungsi tersebut range material yang memiliki koefisien rendah, sedang dan tinggi.

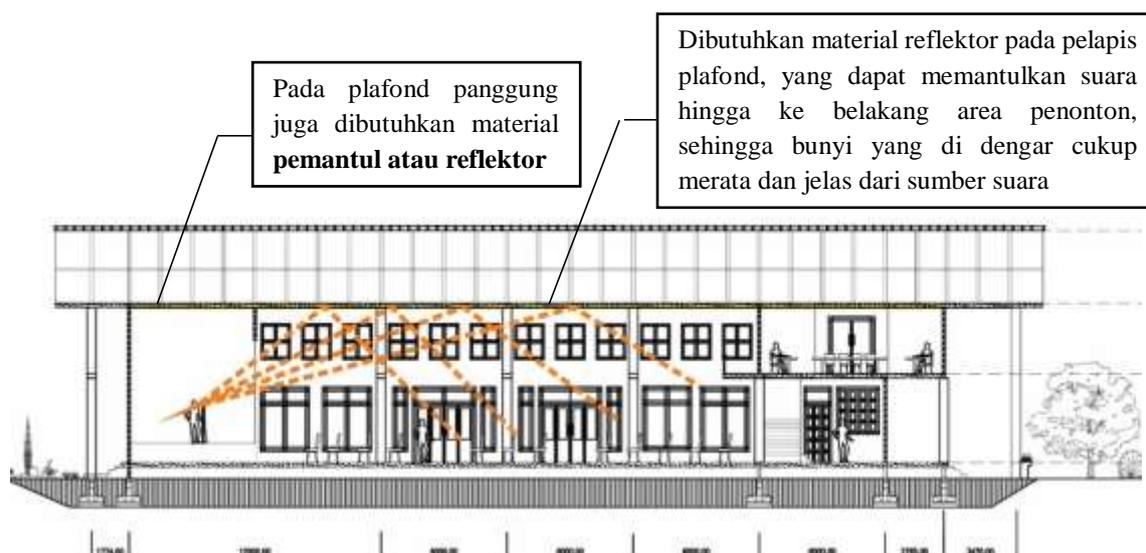
Pelapis yang membutuhkan bahan reflektor dalam dinding, digunakan dinding eksisting yang yang bersifat memantul seperti, Batu bata plester cat. Kemudian material tersebut dikombinasikan dengan alternatif bahan absorber diatas. Berikut Klasifikasi Material yang dipilih untuk alternatif menurunkan Waktu Dengung.



Gambar 4.54 Alternatif rekomendasi desain pada Ballroom dan *meeting room* dengan pelapis baru pada dinding

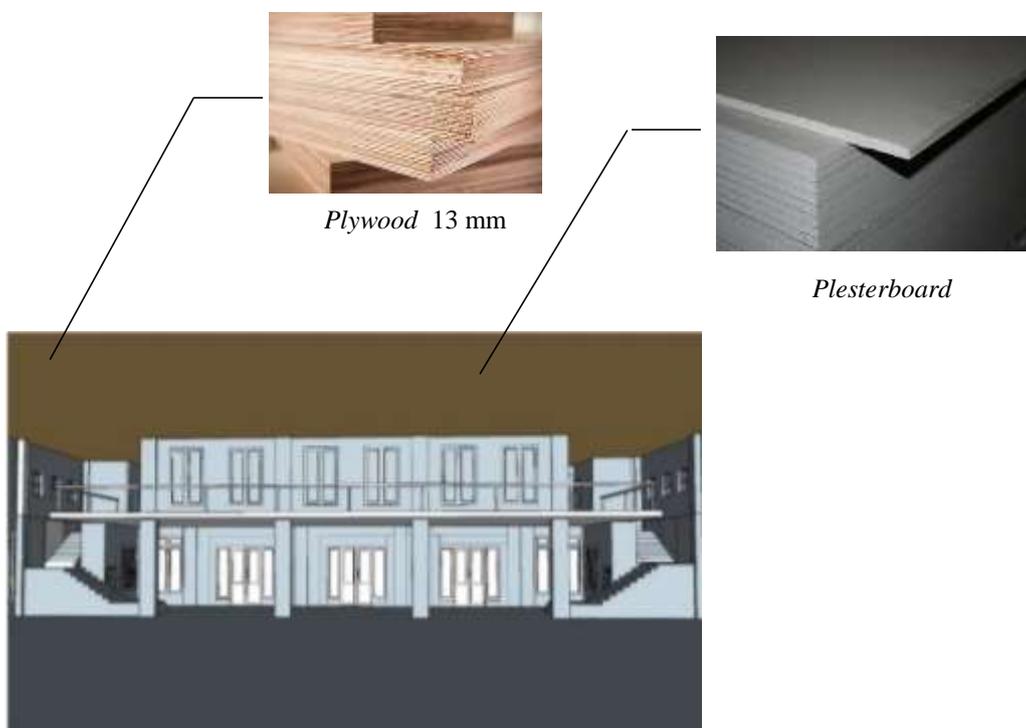
2. Alternatif – 2 (Plafond atau langit-langit bangunan)

Salah satu permasalahan akustik yang timbul pada *ballroom* yaitu adanya suara yang kurang merata sehingga selisih antara posisi penonton di dekat panggung dan jauh dari panggung lebih dari standart yang ditentukan yaitu 6 dB. Selain itu tingginya waktu dengung juga dipengaruhi oleh elemen plafond atau langit-langit yang kurang menyerap dan sekaligus mendistribusikan suara dengan merata. Oleh karena itu pada plafond *ballroom* dan *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo dibutuhkan adanya bahan yang bersifat memantulkan atau reflektor. Hal ini bertujuan agar plafond diatas tempat duduk penonton dapat memantulkan suara yang berasal dari sumber suara kearah penonton secara merata dan juga dapat mengontrol atau meminimalisir munculnya waktu dengung.



Gambar 4.55 Analisis rekomendasi desain pada plafond *ballroom* dan *meeting room*

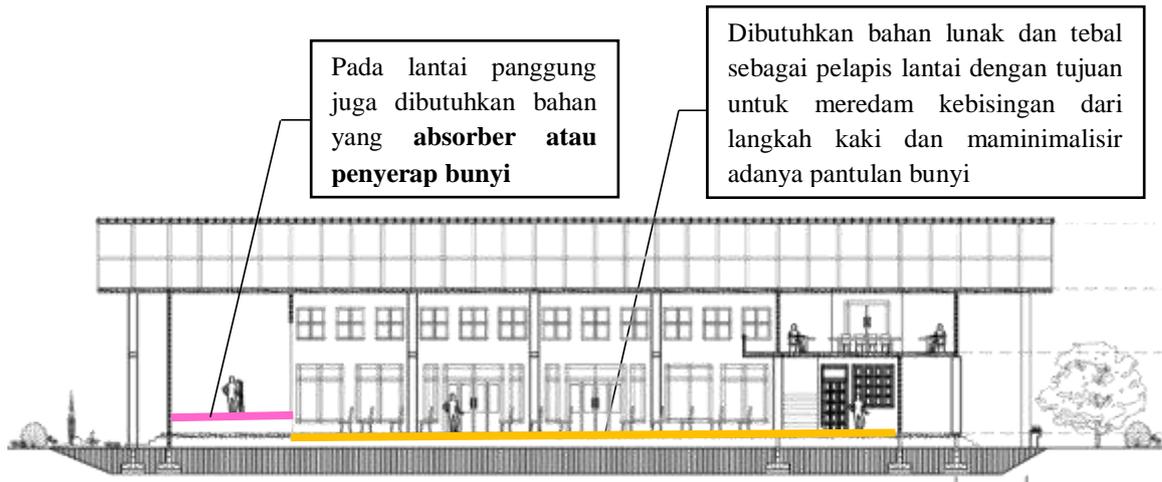
Berdasarkan analisis diatas bahwa plafond atau langit-langit membutuhkan material pemantul. Untuk itu terdapat suatu rekomendasi alternatif kedua yaitu menambahkan pelapis pada plafond yang bertujuan untuk menurunkan nilai waktu dengung. Berikut Klasifikasi dan material yang dapat digunakan untuk elemen Plafond



Gambar 4.56 Alternatif rekomendasi desain pada *Ballroom* dan *meeting room* dengan pelapis baru pada plafond

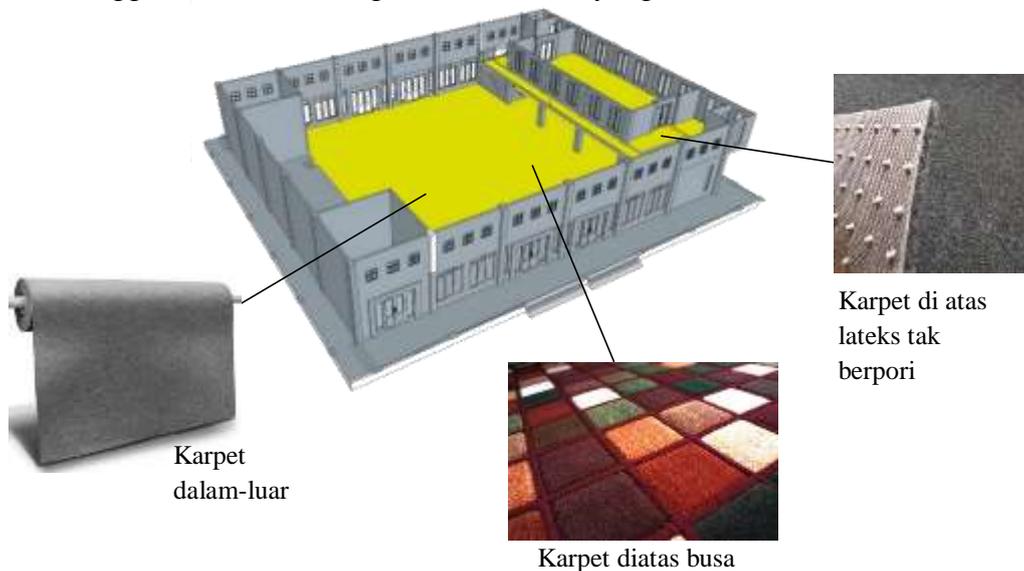
3. Alternatif – 3 (Lantai)

Tingginya waktu dengung yang terjadi pada *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo juga disebabkan oleh elemen lantai yang berbahan dasar keras (*hard material*) dan mudah memantulkan bunyi, sehingga pantulan bunyi yang terlalu besar dapat menyebabkan dengung yang berkepanjangan dan ketidakjelasan suara. Oleh karena itu, pada rekomendasi ini dibutuhkan bahan penyerap yang berbahan lunak agar mampu meminimalisir waktu dengung.



Gambar 4.57 Analisis rekomendasi desain pada lantai *ballroom* dan *meeting room*

Berdasarkan paparan di atas, dibutuhkan material lantai yang bersifat absorber atau penyerap bunyi yang berbahan lunak, untuk itu diberikan rekomendasi mengganti elemen lantai menggunakan material karpet di atas lateks tak berpori dengan koefisien serap 0.39 pada frekuensi 500 Hz, 0.34 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.48 pada frekuensi 2000 Hz. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir waktu dengung yang berkepanjangan pada kondisi eksisting *ballroom* dan *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo serta sesuai dengan standart SNI yang ditentukan.



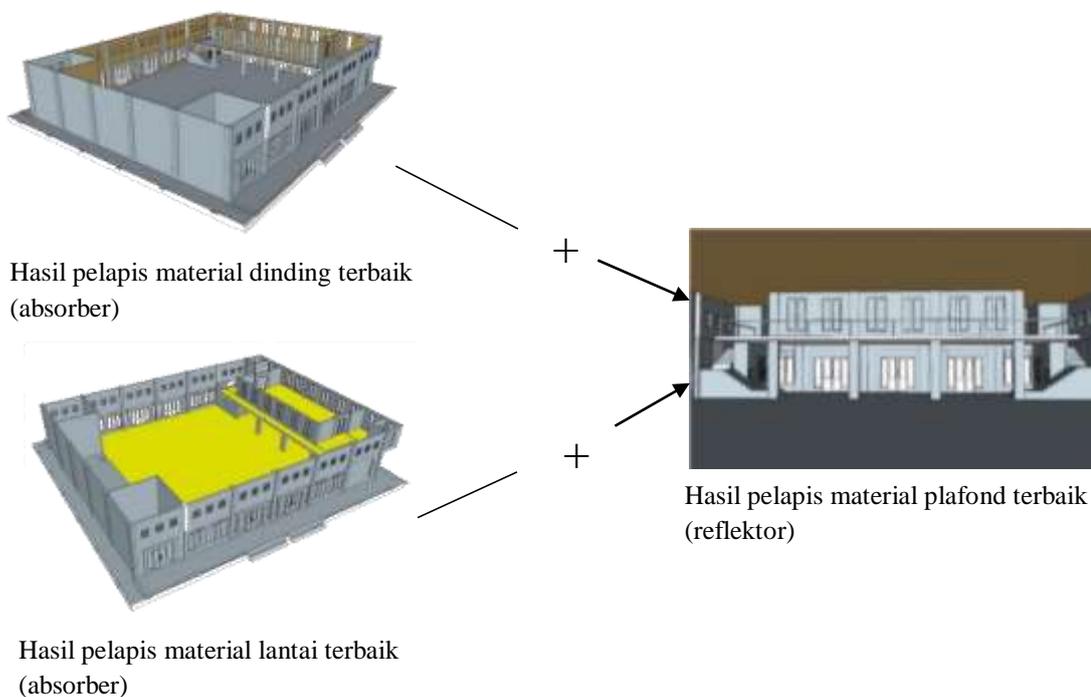
Gambar 4.58 Alternatif rekomendasi desain pelapis pada lantai *ballroom* dan *meeting room*

4. Alternatif – 4 (Kombinasi)

Material kombinasi merupakan salah satu material yang menggabungkan beberapa pelapis material pada dua elemen yang berbeda. Elemen – elemen pembentuk ruang tersebut dikombinasikan berdasarkan hasil terbaik dari simulasi alternatif sebelumnya, yang telah dipilih dengan hasil yang paling mendekati ataupun sesuai dengan standart yang ditentukan.

Kemudian alternatif kombinasi tersebut dikombinasikan juga menyesuaikan dengan kebutuhan elemen pelingkup ruang yang berbeda, dimana adanya kombinasi absorber dan reflektor. Hal ini dikarenakan untuk memberikan keseimbangan kombinasi antar elemen urang agar tidak terdominasi dengan satu sifat elemen pelingku ruang saja. Ruang yang didominasi dengan bahan absorber terlalu banyak, akan mengakibatkan ruangan tersebut turun nilai waktu dengungnya dan ruang terasa mati. Sedangkan, apabila ruangan terlalu banyak material yang bersifat reflektor, maka akan berakibat tingginya pantulan yang berulang-ulang dan watu dnegung yang berkepanjangan, sehingga kualitas suara yang dihasilkan juga tidak akan terdengar dengan jelas dan baik.

Oleh karena itu, dikombinasikanlah hasil pelapis elemen dinding yang bersifat absorber dengan hasil pelapis material baru pada plafond yang bersifat sebagai reflektor. Hal ini diharapkan dapat menjadi perpaduan alternatif kombinasi yang lebih baik hingga mendekati atau mencapai nilai standart waktu dengung. Kemudian, dilakukan pula kombinasi dari hasil pelapis material lantai yang membutuhkan bahan absorber dengan hasil pelapis material baru pada plafond yang bersifat sebagai reflektor.



Gambar 4.59 Alternatif rekomendasi desain kombinasi material absorber dan reflektor

4.4.2 Menambahkan Elemen Bentuk

Menambahkan elemen bentuk tambahan hingga merubah bentuk kondisi eksisting pada beberapa elemen pelingkup ruang merupakan alternatif yang dapat mengontrol dan meminimalisir waktu dengung juga. Elemen pelingkup yang dapat dijadikan alternatif, yaitu dinding dan plafond. Lantai tidak dapat diberikan elemen tambahan dikarenakan, bangunan *ballroom* tersebut merupakan ruang multi fungsi atau ruang serbaguna dan juga ruang rapat yang digunakan berbagai macam acara yang cenderung mengarah kepada fungsi *speech*, sehingga untuk memudahkan beragam aktivitas dalam ruang tersebut, tetap menggunakan lantai datar. Berikut alternatif menambahkan elemen bentuk pada dinding dan plafond :

1. Alternatif – 5 (Elemen Bentuk Dinding)

Alternatif keelima dalam upaya menurunkan nilai RT (*reverberation time*) pada ruang *ballroom* dan *meeting room* yaitu dilakukan dengan menambahkan elemen bentuk pada dinding. Hal ini juga berkaitan dengan fungsi dinding bagian samping yang membutuhkan peran ekstra dalam mendistribusikan suara hingga penonton bagian belakang, namun tidak menimbulkan bunyi dengung. Oleh karena itu pada sebagian dinding samping dibutuhkan bentuk yang tidak rata pada permukaannya atau dibuat bergerigi. Bentuk bergerigi tersebut, dapat diatur sedemikian rupa dengan mengikuti modul jendela bagian atas yang bergerigi dan bagian bawah tetap menggunakan dinding eksisting dengan tujuan agar pemantulan yang tersebar menempuh jarak yang sama, sehingga kualitas bunyi yang dihasilkan dan diterima oleh penonton sama.

Berikut alternatif desain dinding bergerigi untuk sisi bagian samping penonton.



Dinding konsep *air-gap*
(celah udara) dilapisi absorber

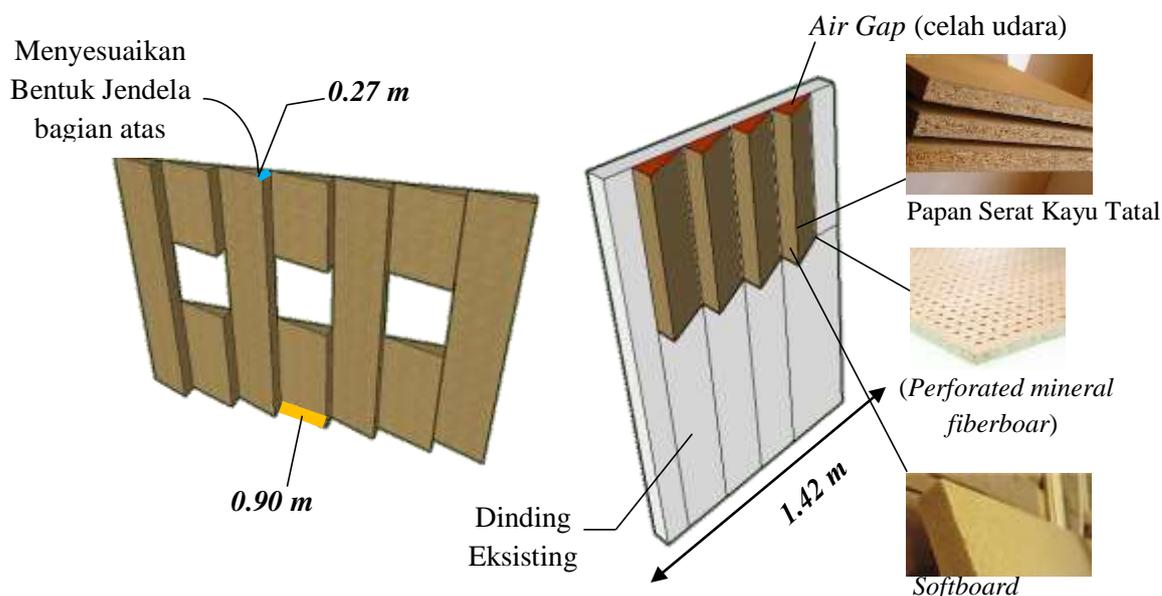
Dinding Eksisting



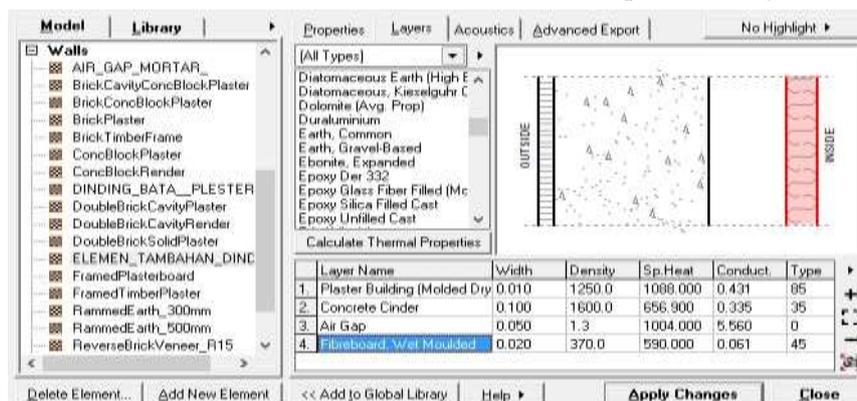
Gambar 4.60 Rekomendasi desain penambahan elemen pada dinding pada lantai *ballroom* dan *meeting room*

Menurut Jurnal (Ramadhan,2017) Alternatif dinding bergerigi dengan menambahkan elemen layer material dengan *air-gap* (celah udara) yang merupakan konsep *double layer*. Penggunaan *double layer* dengan material penyerap sebagai lapisan setelah material keras merupakan langkah optimal untuk mengabsorbsi bunyi dengung dan sebagai pendifusian suara (Ginn,1978). Bentuk segitiga siku dipilih karena menyesuaikan kebutuhan pantulan hingga penonton bagian belakang, karena apabila semakin luas bidang kemiringan dan dinding bergerigi maka sudut yang dipantulkan juga semakin terarah kebagian belakang serta menyebar merata.

Berikut susunan lapisan pada alternatif keempat dengan elemen tambahan pada dinding :



Gambar 4.61 Detail elemen tambahan pada dinding



Gambar 4.62 Spesi dinding bergerigi dengan konsep *air-gap*

Gambar di atas merupakan layer material bersifat absorpsi dari elemen tambahan pada dinding berkonsep *air-gap* dan dilapisi *material absorpsi* yang digunakan untuk mengabsorbsi atau menyerap bunyi dengung yang berkepanjangan serta sebagai pendifusi suara juga, sehingga suara dari sumber bunyi terdistribusi secara merata hingga penonton bagian belakang dan tidak dipantulkan kembali ke arah panggung.

2. Alternatif – 6 (Elemen Bentuk Plafond)

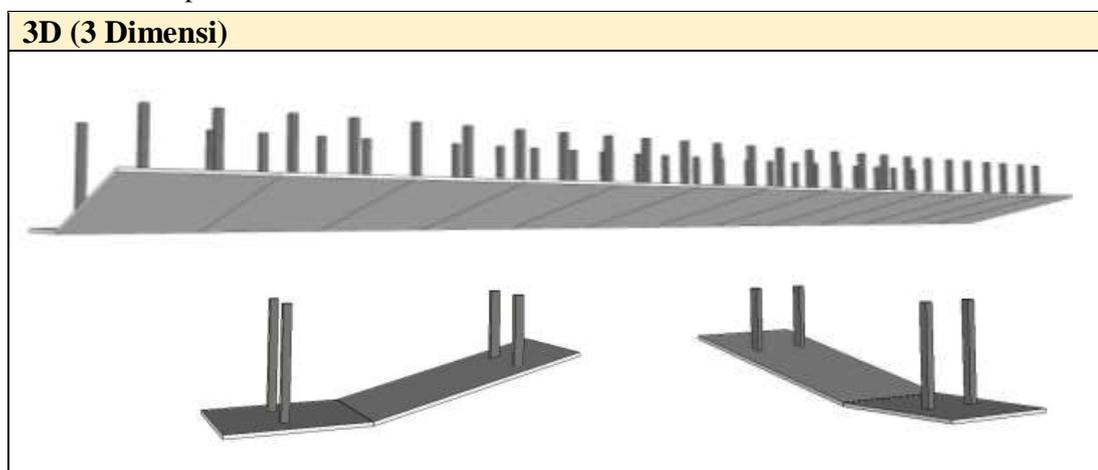
Menurut Jurnal (Zuyyanati, 2015) bahwa elemen plafond atau langit-langit bangunan, pada elemen ini dibutuhkan sifat sebagai reflektor, dimana fungsi reflektor atau pemantul tersebut memantulkan suara yang berasal dari sumber asli dapat menggunakan plafond gantung bertrap. Agar suara yang diterima terdistribusi secara merata dan memiliki kualitas yang sama dengan penonton bagian depan, maka jarak reflektornya dibuat sama pada elemen plafond. Untuk itu dibuat plafond gantung yang disusun tidak merata seperti bergerigi agar membiaskan suara hingga area belakang penonton, namun bagian elemen plafond yang menghadap panggung diberi material penyerap agar suara yang dihasilkan tidak kembali lagi kepada penyaji dan menjadi bunyi dengung. Berikut alternatif kelima rekomendasi pada elemen plafond :



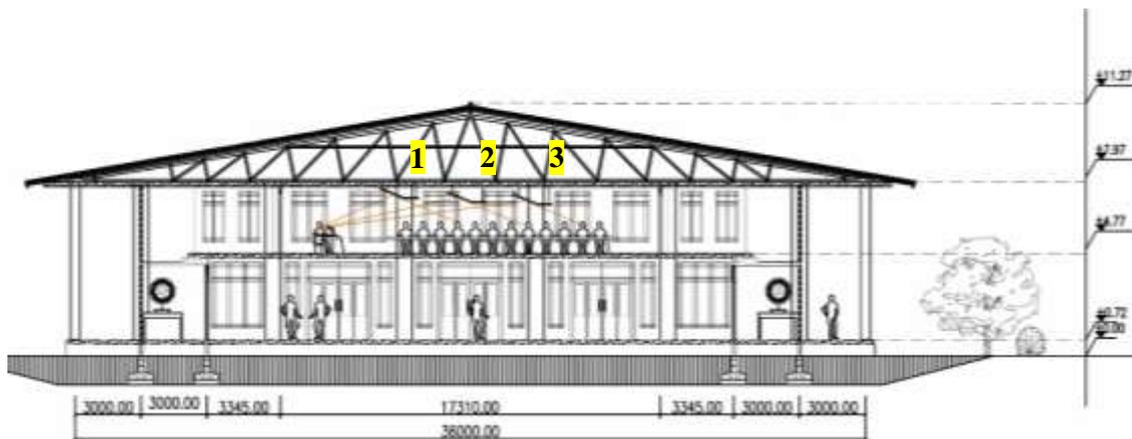
Gambar 4.63 Rekomendasi desain penambahan elemen gantung pada plafond di ballroom

Tabel 21

Detail Plafond pada Ballroom



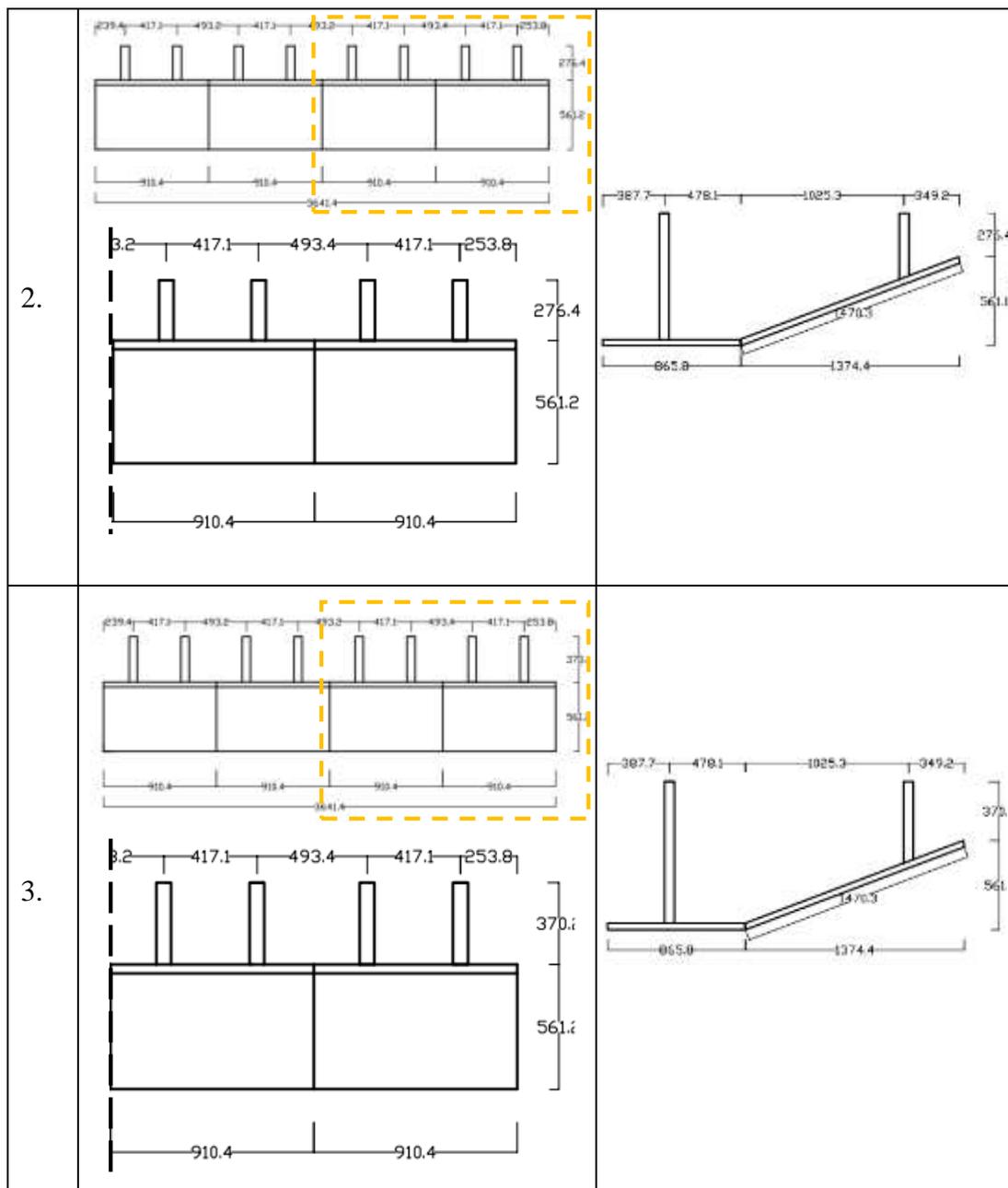
No.	Tampak Depan	Tampak Samping
1.		
2.		
3.		
4.		



Gambar 4.64 Rekomendasi desain penambahan elemen gantung pada plafond di *meeting room*

Tabel 22
Detail Plafond pada *Meeting Room*

3D (3 Dimensi)		
No.	Tampak Depan	Tampak Samping
1.		



Panel atau plafond gantung dengan bahan *plasterboard* dan *plywood* tersebut, dapat mengurangi dengung berkepanjangan yang dihasilkan oleh bunyi dan menjadikan pemantulan suara yang lebih terarah dan merata hingga kebagian penonton yang ada di paling belakang serta tidak menimbulkan bunyi dengung yang berlebihan.

4.5 Pensimulasian Alternatif Rekomendasi Desain

Berdasarkan hasil analisis rekomendasi desain, terdapat beberapa alternatif material dan bentuk yang dapat digunakan pada ruang *ballroom* dan *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Pensimulasian ini dilakukan dengan cara memberikan hasil simulasi tiap alternatif, yaitu alternatif pertama hingga ketiga dilakukan dengan penambahan pelapis material pada dinding, plafond dan lantai, kemudian alternatif keempat hingga kelima dilakukan pemasangan elemen bentuk tambahan pada dinding dan plafond.

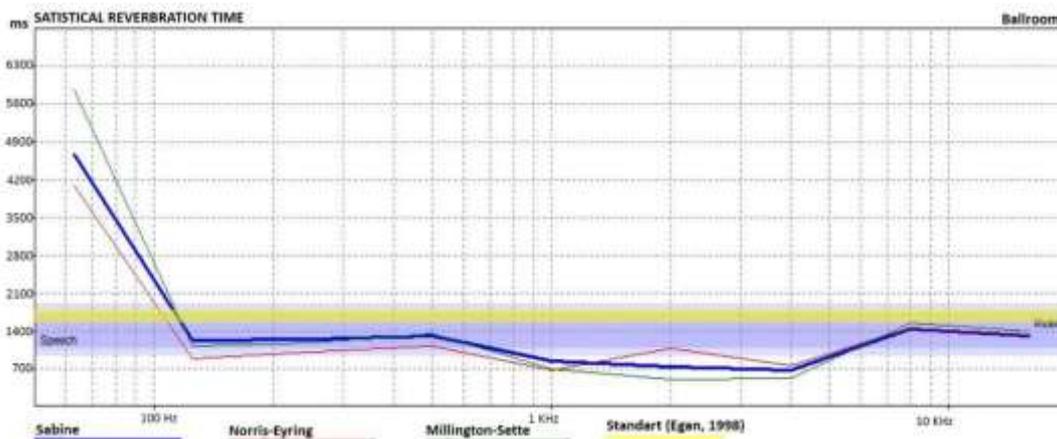
Kelima alternatif tersebut dipilih menggunakan material yang telah ditentukan berdasarkan literature yang diklasifikasikan mengenai nilai koefisien terendah, tertinggi dan juga yang berada diantara keduanya (diantara nilai terendah dan tertinggi). Sehingga masing-masing alternatif elemen pelingkup bangunan juga disimulasikan menggunakan material yang telah ditentukan. Hal ini untuk mengetahui perbedaan antar material yang sifatnya sejenis namun berbeda koefisien materialnya. Kemudian masing-masing material pelingkup ruang di evaluasi hasil yang terbaik hingga ditemukan material atau bentuk yang dapat diterapkan dan memenuhi standar waktu dengung.

4.5.1 Simulasi Rekomendasi Alternatif-1 (pada Dinding)

Simulasi rekomendasi desain yang pertama ini yaitu menambahkan pelapis dinding menggunakan bahan yang bersifat absorber yang telah diklasifikasikan berdasarkan ruang untuk diterapkan pada bangunan. Berikut simulasi setiap material yang digunakan pada dinding, berdasarkan klasifikasi koefisien serap yang paling tinggi, sedang (ditengah/*middle*) dan juga yang rendah, sebagai berikut:

1. Karpet berat pada papan berserat mineral tebal 12.7 mm (dengan rongga udara dibagian belakangnya)

Material berserat ini merupakan material penyerap bunyi untuk elemen dinding yang memiliki koefisien paling tinggi di banding material absorber untuk dinding lainnya, dimana material tersebut terdiri dari beberapa lapisan. Koefisien yang dimiliki bahan tersebut adalah 0.63 pada frekuensi 500 Hz, 0.85 pada frekuensi 1000 hz, dan 0.96 pada frekuensi 2000 Hz (Satwiko, 2009). Berikut hasil simulasi menggunakan bahan karpet tebal papan berserat mineral dengan rongga udara dibelakangnya dan tebal 12.7 mm.

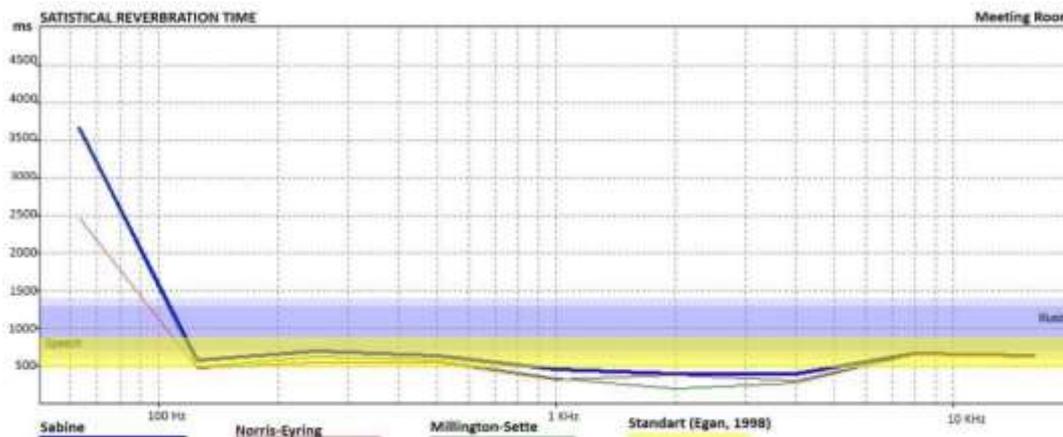


Gambar 4.65 Grafik hasil simulasi *reverberation time* pada *ballroom* menggunakan karpet pada bahan berserat bermineral

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	58.786	4.65	4.09	5.84
125Hz:	747.637	1.22	0.89	1.12
250Hz:	570.169	1.25	1.01	1.18
500Hz:	364.748	1.31	1.10	1.34
1kHz:	846.596	0.84	0.67	0.70
2kHz:	1004.508	0.73	1.06	0.49
4kHz:	1115.041	0.66	0.75	0.52
8kHz:	59.901	1.43	1.46	1.53
16kHz:	60.558	1.31	1.32	1.39

Gambar 4.66 Nilai waktu dengung hasil simulasi pada *ballroom* menggunakan karpet pada bahan berserat bermineral

Hasil pensimulasian dengan menambahkan pelapis material dinding dengan bahan karpet berat pada papan berserat didapatkan hasil yang dapat menurunkan nilai waktu dengung hingga 6.95 detik pada frekuensi 500 Hz, 2.74 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 2.05 detik pada frekuensi 2000 Hz. Koefisien serap yang dimiliki material tersebut merupakan koefisien tertinggi pada masing-masing frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, maupun 2000 Hz, bahkan hampir menyerap sempurna atau mendekati nilai satu (1). Sedangkan pada *meeting room* di dapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.67 Grafik hasil simulasi *reverberation time* pada *meeting room* menggunakan karpet pada bahan berserat bermineral

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	0.450	3.66	2.47	3.65
125Hz:	112.043	0.58	0.47	0.50
250Hz:	73.461	0.70	0.55	0.63
500Hz:	66.779	0.65	0.55	0.58
1kHz:	110.621	0.46	0.32	0.34
2kHz:	129.917	0.40	0.38	0.21
4kHz:	125.399	0.39	0.32	0.28
8kHz:	0.214	0.68	0.65	0.68
16kHz:	0.245	0.65	0.62	0.65

Gambar 4.68 Nilai waktu dengung hasil simulasi pada *ballroom* menggunakan karpet pada bahan berserat bermineral

Berdasarkan hasil simulasi rekomendasi desain pada *meeting room* di atas terlihat bahwa dengan menambahkan pelapis atau material karpet dengan papan berserat mineral pada dinding *meeting room*, dapat menurunkan waktu dengung hingga 2.55 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.63 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.16 detik pada frekuensi 2000 Hz dari kondisi eksisting. Kedua ruangan tersebut sudah mengalami penurunan waktu dengung yang cukup signifikan hingga berada di bawah nilai standart. Hal ini dikarenakan koefisien serap yang tinggi dan dapat dikatakan hampir sempurna untuk menyerap bunyi dapat menurunkan waktu dengung secara signifikan, akan tetapi ruangan akan terasa mati apabila bunyi dengung tidak pada batas standart.

Analisis

Berdasarkan hasil simulasi alternatif dengan menambahkan pelapis dinding berupa karpet tebal papan berserat mineral dengan rongga udara dibelakangnya dan tebal 12.7 mm, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

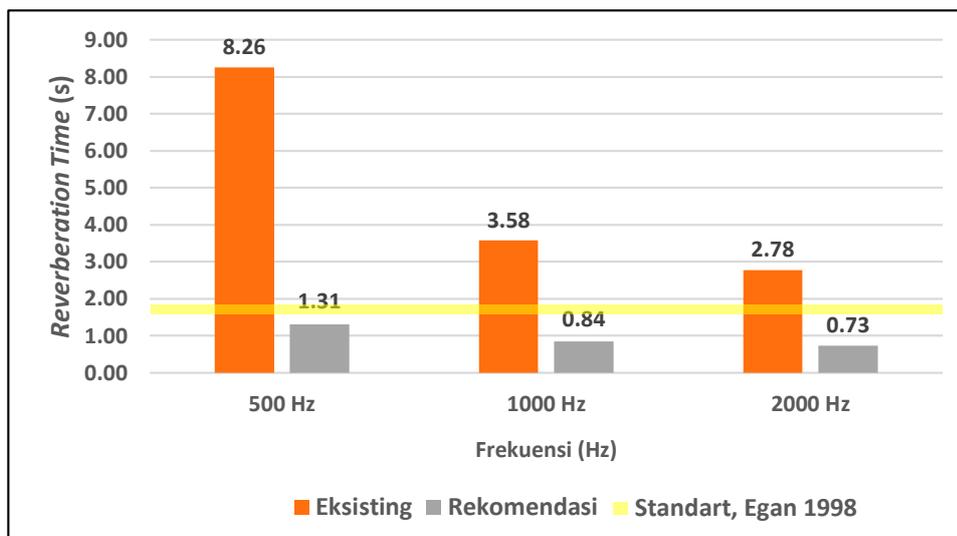
Tabel 23

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan pelapis dinding material karpet tebal bermineral

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	1.31	0.84	0.73

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan material karpet tebal papan berserat mineral dengan rongga udara dibelakangnya dan tebal 12.7 mm pada dinding, didapatkan penurunan nilai waktu dengung yang sebagian besar tiap frekuensi hasilnya mendekati standart (Egan, 1998).

Hal ini dikarenakan material *softboard* termasuk bahan berpori yang dapat menyerap gelombang bunyi yang datang dengan frekuensi tinggi.



Gambar 4.69 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting alternatif dengan pelapis dinding material karpet tebal bermineral pada *ballroom*

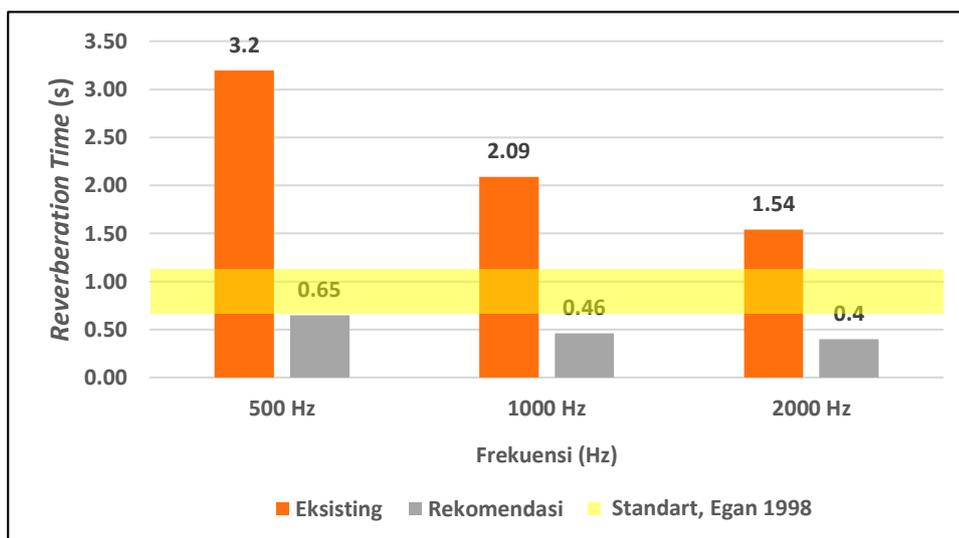
Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang berdekatan antara hasil simulasi rekomendasi desain dengan standart yang telah ditentukan dibandingkan dengan simulasi kondisi eksisting yang *range* antar keduanya terpaut jauh. Hasil antara ketiga frekuensi tersebut berada di bawah nilai standart dengan nilai selisih waktu dengung 0.29 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.76 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.87 detik pada frekuensi 2000 Hz.

Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan pelapisan material karpet tebal papan berserat mineral dengan rongga udara di belakangnya dan tebal 12.7 mm pada dinding dan memiliki koefisien serap 0.63 pada frekuensi 500 Hz, 0.85 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.96 pada frekuensi 2000 Hz, hingga didapatkan penurunan yang cukup signifikan, seperti pada tabel berikut :

Tabel 24
Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan pelapis dinding material karpet tebal bermineral

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>	0.65	0.46	0.4

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting meskipun berada di bawah nilai standart sekalipun untuk ketiga frekuensi.

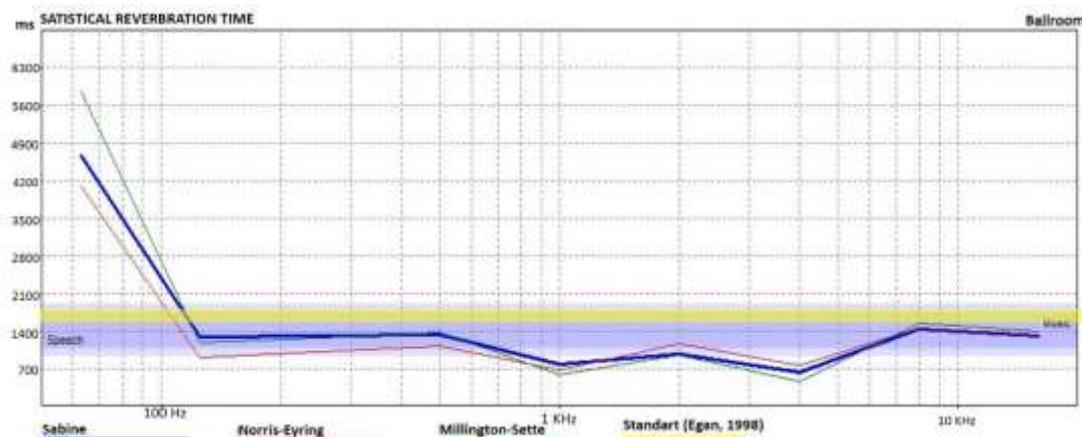


Gambar 4.70 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif pelapis dinding material karpet tebal bermineral pada *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat penurunan nilai yang cukup signifikan dan mendekati nilai standart meskipun pada beberapa frekuensi berada di bawah nilai standart waktu dengung. Selisih nilai waktu dengung pada masing-masing frekuensi terpaut selisih 0.05 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.24 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.3 detik pada frekuensi 2000 Hz.

2. Papan Serat Tatal Kayu tebal 25.4 mm

Papan Serat kayu tatal merupakan papan serat kayu yang terdiri dari limbah kayu yang dimanfaatkan hingga membentuk grid untuk memudahkan dalam hal pemasangan. Koefisien yang dimiliki bahan tersebut adalah 0.62 pada frekuensi 500 Hz, 0.94 pada frekuensi 1000 hz, dan 0.64 pada frekuensi 2000 Hz (Satwiko, 2009). Koefisien serap tersebut merupakan koefisien absorber yang diperuntukkan untuk elemen dinding dan berada di antara koefisien tertinggi dan terendah atau *middle* dalam menyerap suaranya.

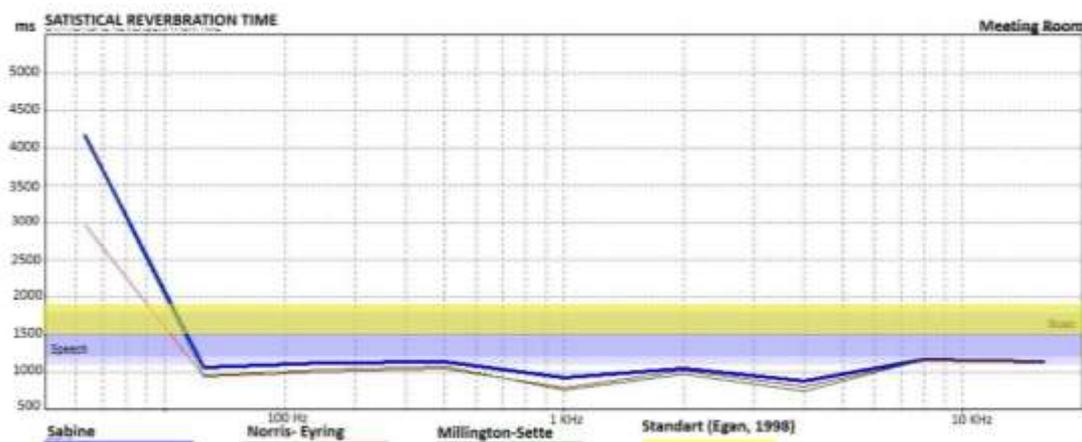


Gambar 4.71 Nilai waktu dengung hasil simulasi pada *ballroom* menggunakan Papan Serat Tatal Kayu

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	58.786	4.65	4.09	5.84
125Hz:	708.836	1.27	0.89	1.19
250Hz:	531.368	1.30	1.02	1.26
500Hz:	349.227	1.33	1.11	1.37
1kHz:	947.479	0.78	0.66	0.58
2kHz:	600.977	0.97	1.15	0.95
4kHz:	1192.643	0.64	0.74	0.46
8kHz:	59.901	1.43	1.46	1.53
16kHz:	60.558	1.31	1.32	1.39

Gambar 4.72 Nilai waktu dengung hasil simulasi pada *ballroom* menggunakan material pelapis dinding papan serat tatal kayu

Hasil pensimulasian dengan menambahkan pelapis material dinding dengan bahan papan serat tatal kayu didapatkan hasil yang dapat menurunkan nilai waktu dengung hingga 6.93 detik pada frekuensi 500 Hz, 2.8 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.81 detik pada frekuensi 2000 Hz. Koefisien serap yang dimiliki material tersebut merupakan koefisien yang cukup tinggi pada masing-masing frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, maupun 2000 Hz. Sedangkan pada *meeting room* di dapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.73 Grafik hasil simulasi *reverberation time* pada *meeting room* menggunakan papan serat tatal kayu

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	0.450	3.66	2.47	3.65
125Hz:	118.058	0.56	0.45	0.47
250Hz:	86.695	0.63	0.50	0.54
500Hz:	66.779	0.65	0.55	0.58
1kHz:	126.261	0.42	0.30	0.26
2kHz:	76.983	0.55	0.51	0.48
4kHz:	133.821	0.38	0.30	0.25
8kHz:	0.214	0.68	0.65	0.68
16kHz:	0.245	0.65	0.62	0.65

Gambar 4.74 Nilai waktu dengung hasil simulasi pada *meeting room* dengan material papan serat tatal kayu

Berdasarkan hasil simulasi rekomendasi desain pada *meeting room* di atas terlihat bahwa dengan menambahkan pelapis papan serat kayu tatal pada dinding *meeting room*, dapat menurunkan waktu dengung hingga 2.55 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.67 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.01 detik pada frekuensi 2000 Hz dari kondisi eksisting. Kedua ruangan tersebut sudah mengalami penurunan waktu dengung yang cukup signifikan meskipun berada di bawah nilai standart. Hal ini dikarenakan koefisien serap yang cukup tinggi dan dapat dikatakan hampir sempurna untuk menyerap bunyi dapat menurunkan waktu dengung secara signifikan.

Analisis

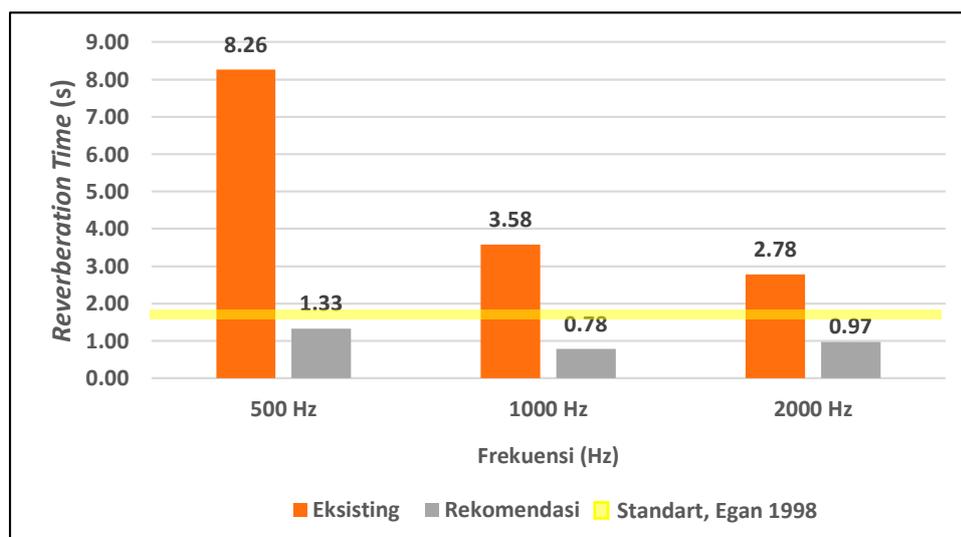
Berdasarkan hasil simulasi alternatif dengan menambahkan pelapis dinding berupa papan serat tatal kayu dengan tebal 25.4 mm, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

Tabel 25

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan pelapis dinding material papan serat tatal kayu

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	1.33	0.78	0.97

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan material papan serat tatal kayu pada dinding, didapatkan penurunan nilai waktu dengung yang sebagian besar tiap frekuensi hasilnya mendekati standart (Egan, 1998) meskipun berada pada frekuensi yang di bawah standart.



Gambar 4.75 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting alternatif dengan pelapis dinding material papan serat tatal kayu pada *ballroom*

Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang berdekatan antara hasil simulasi rekomendasi desain dengan standart yang telah ditentukan dibandingkan dengan simulasi kondisi eksisting yang *range* antar keduanya terpaut jauh. Hasil antara ketiga frekuensi tersebut berada di bawah nilai standart dengan nilai selisih waktu dengung 0.27 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.82 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.63 detik pada frekuensi 2000 Hz.

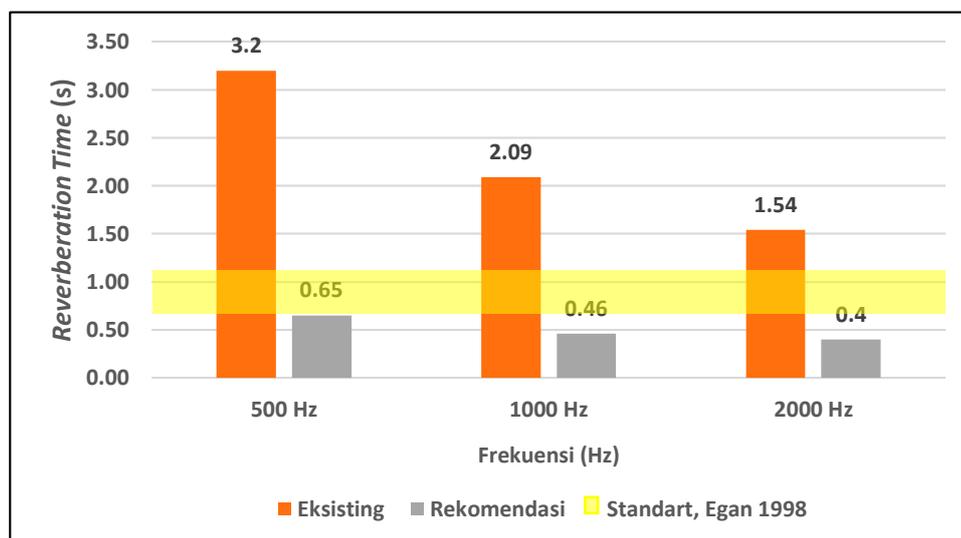
Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan pelapisan material papan serat total kayu tebal 24.5 mm pada dinding dan memiliki koefisien serap 0.63 pada frekuensi 500 Hz, 0.85 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.96 pada frekuensi 2000 Hz, hingga didapatkan penurunan yang cukup signifikan, seperti pada tabel berikut :

Tabel 26

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan pelapis dinding material papan serat total kayu

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>	0.65	0.46	0.4

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting meskipun berada di bawah nilai standart sekalipun untuk ketiga frekuensi.



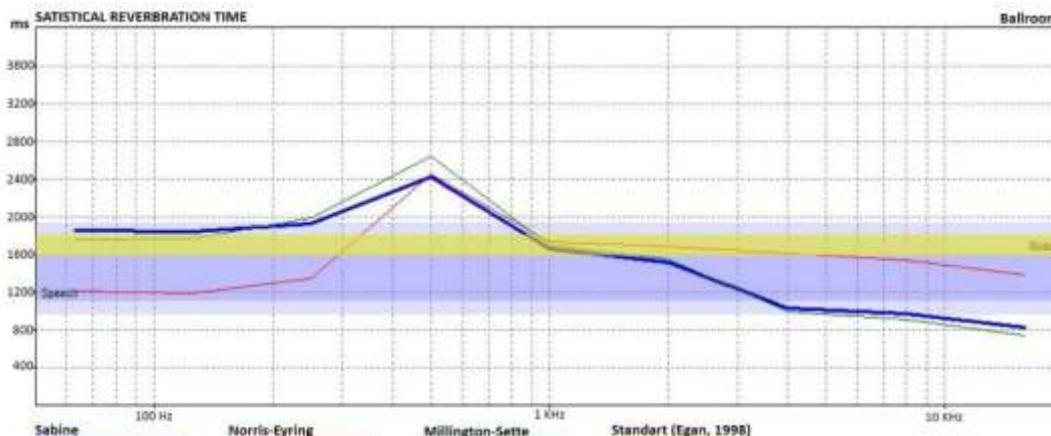
Gambar 4.76 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif pelapis dinding material papan serat total kayu pada *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat penurunan nilai yang cukup signifikan dan mendekati nilai standart meskipun pada beberapa frekuensi berada di bawah nilai standart waktu dengung. Selisih nilai waktu dengung pada

masing-masing frekuensi terpaut selisih 0.05 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.24 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.3 detik pada frekuensi 2000 Hz.

3. Softboard tebal 13 mm

Material *softboard* dengan tebal 13 mm dan penyangga 25 mm sebagai material yang memiliki sifat sebagai penyerap suara atau absorber. Berikut hasil simulasi menggunakan material *softboard* 13 mm.

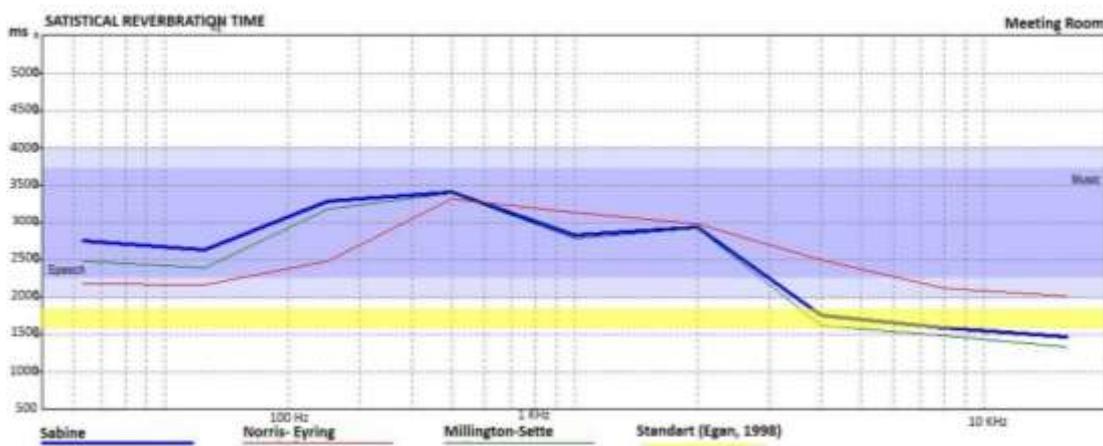


Gambar 4.77 Hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material dinding *softboard* pada *ballroom*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	635.601	1.86	1.21	1.76
125Hz:	604.696	1.84	1.19	1.77
250Hz:	403.121	1.93	1.35	1.99
500Hz:	78.782	2.43	2.45	2.64
1kHz:	331.686	1.66	1.73	1.70
2kHz:	376.161	1.51	1.68	1.56
4kHz:	779.668	1.04	1.61	0.99
8kHz:	828.042	0.98	1.54	0.92
16kHz:	1030.214	0.83	1.38	0.74

Gambar 4.78 Data hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material dinding *softboard* pada *ballroom*

Hasil pensimulasian dengan menambahkan pelapis material dinding dengan bahan papan serat tatal kayu didapatkan hasil yang dapat menurunkan nilai waktu dengung hingga 5.83 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.92 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.27 detik pada frekuensi 2000 Hz. Koefisien serap yang dimiliki material tersebut merupakan koefisien yang cukup tinggi pada masing-masing frekuensinya, yaitu 0.3 pada tiap frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, maupun 2000 Hz. Sehingga hasil tersebut juga dapat menurunkan nilai waktu dengung, karena koefisien serap yang dimiliki oleh material tersebut lebih besar dibandingkan koefisien material koondisi eksisting, untuk itu lebih menyerap suara yang ada pada masing-maing ruang. Sedangkan pada *meeting room* di dapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.79 Hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material dinding *softboard* pada *meeting room*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	68.251	0.90	0.67	0.79
125Hz:	68.521	0.86	0.67	0.76
250Hz:	30.483	1.11	0.79	1.08
500Hz:	11.357	1.16	1.13	1.16
1kHz:	22.367	0.93	1.05	0.92
2kHz:	8.755	0.98	0.99	0.97
4kHz:	79.180	0.50	0.80	0.45
8kHz:	91.211	0.44	0.65	0.40
16kHz:	106.723	0.39	0.61	0.34

Gambar 4.80 Data hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material dinding *softboard* pada *meeting room*

Berdasarkan hasil simulasi rekomendasi desain pada *meeting room* di atas terlihat bahwa dengan menambahkan pelapis atau material *softboard* pada dinding *meeting room*, dapat menurunkan waktu dengung hingga 3.04 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.16 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.58 detik pada frekuensi 2000 Hz dari kondisi eksisting. Kedua ruangan tersebut sudah mengalami penurunan waktu dengung hingga mendekati standart, bahkan ada nilai yang mencapai standart untuk frekuensi 1000 Hz pada *ballroom* dengan nilai waktu dengung 1.66 detik, kemudian pada *meeting room* frekuensi yang memenuhi standart yaitu 0.93 pada frekuensi 1000 Hz dan 0.98 detik pada frekuensi 2000 Hz., akan tetapi frekuensi lainnya pada *ballroom* dan juga *meeting room* belum mencapai nilai standart yang telah ditentukan dan masih beraa di atas nilai standart waktu dengung.

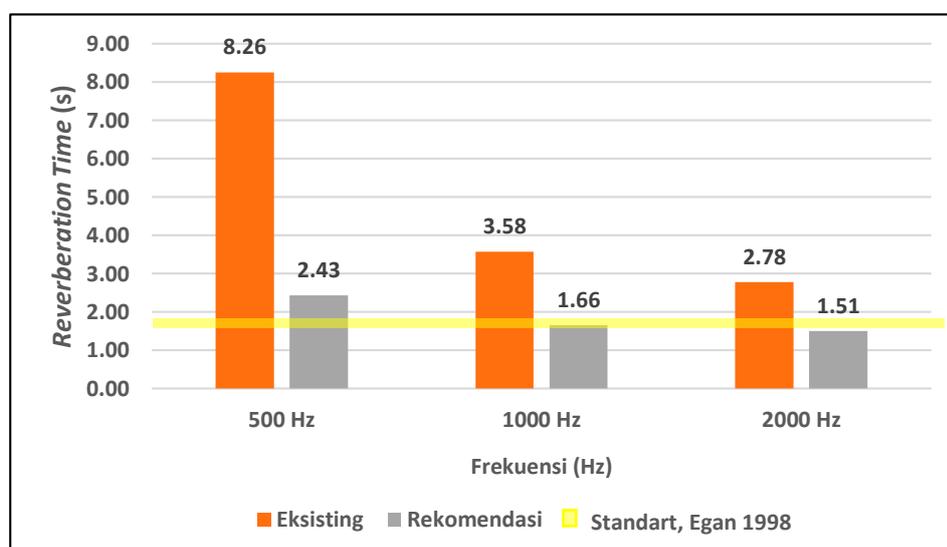
Analisis

Berdasarkan hasil simulasi alternatif dengan menambahkan pelapis dinding berupa *softboard* tebal 13 mm, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

Tabel 27
Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan pelapis dinding material *softboard*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>		1.6 - 1.8	
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	2.43	1.66	1.51

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan material *softboard* tebal 13 mm pada dinding, didapatkan penurunan nilai waktu dengung yang sebagian besar tiap frekuensi hasilnya mendekati standart (Egan, 1998) meskipun berada pada frekuensi yang di bawah standart.



Gambar 4.81 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting alternatif dengan pelapis dinding material papan serat tatal kayu pada *ballroom*

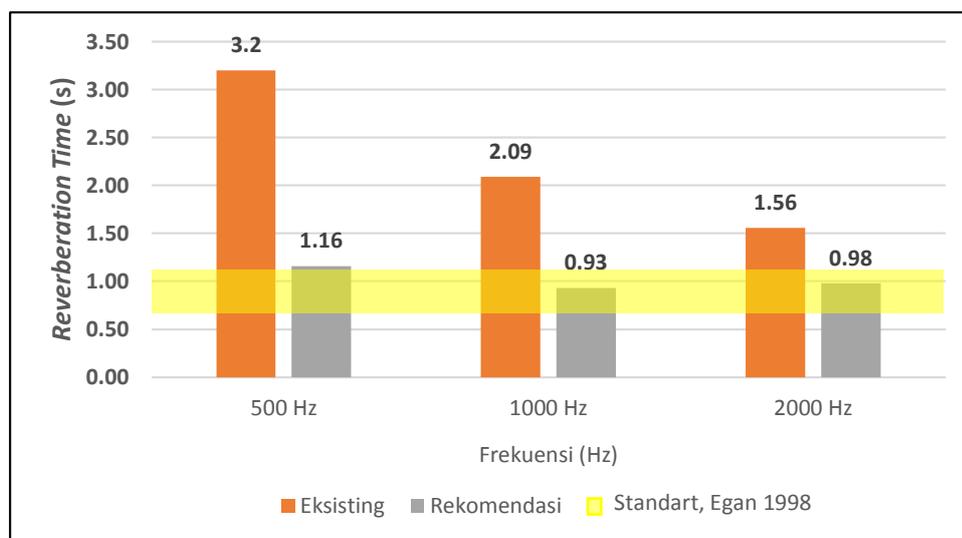
Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang berdekatan antara hasil simulasi rekomendasi desain dengan standart yang telah ditentukan dibandingkan dengan simulasi kondisi eksisting yang *range* antar keduanya terpaut jauh. Hasil antara ketiga frekuensi tersebut hanya salah satu frekuensi saja yang telah memenuhi standart waktu dengung yaitu pada frekuensi 1000 Hz, dan frekuensi lainnya masih belum mencapai standart dengan selisih 0.63 detik pada frekuensi 500 Hz dan 0.29 detik pada frekuensi 2000 Hz.

Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan pelapisan material *softboard* tebal 13 mm pada dinding dan memiliki koefisien serap 0.3 pada masing-masing frekuensi dan nilai tersebut sudah dapat dikategorikan sebagai nilai koefisien yang cukup tinggi, hingga didapatkan penurunan yang cukup signifikan, seperti pada tabel berikut :

Tabel 28
Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan pelapis dinding material *softboard*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>	0.65	0.46	0.4

Hasil diatas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting meskipun berada dibawah nilai standart sekalipun untuk ketiga frekuensi.



Gambar 4.82 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif pelapis dinding material papan serat tatal kayu pada *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat penurunan nilai yang cukup signifikan dan mendekati nilai standart meskipun pada beberapa frekuensi berada di bawah nilai standart waktu dengung. Selisih nilai waktu dengung pada masing-masing frekuensi terpaut selisih 0.05 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.24 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.3 detik pada frekuensi 2000 Hz.

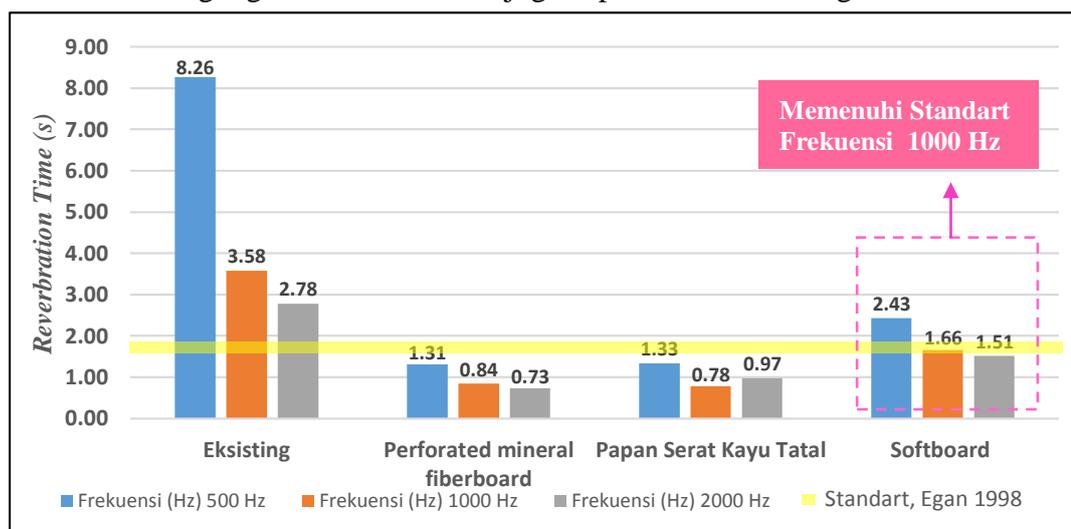
Analisis Perbandingan antar ketiga alternatif pelapis dinding

Berdasarkan paparan tiga alternatif yang memiliki koefisien absorbtif paling tinggi rendah dan yang berada terendah di antara koefisien absorpsi lainnya. Telah disimulasikan menggunakan *software Ecotect Analysis 2011*. Pensimulasian tersebut menghasilkan masing-masing nilai waktu dengung pada masing-masing frekuensi. Berikut hasil waktu dengung yang telah disimulasikan tiap jenis alternatif material pelapis dinding.

Tabel 29
Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan Simulasi Rekomendasi Seluruh Alternatif Dinding

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Alternatif 1</i> (Karpas Tebal pada papan berserat mineral dengan rongga udara di bagian belakangnya)	1.31	0.84	0.73
<i>Alternatif 2</i> (Papan serat tatal kayu)	1.33	0.78	0.97
<i>Alternatif 3</i> (<i>Softboard</i>)	2.43	1.66	1.51

Berdasarkan data di atas, terlihat bahwa masing-masing alternatif mengalami penurunan nilai waktu dengung yang cukup signifikan. Terlihat pada salah satu alternatif pelapis material dinding *softboard* , mendapatkan nilai waktu dengung yang tepat pada standart yang telah ditentukan yaitu pada frekuensi 1000 Hz dengan nilai waktu dengung 1.66 detik. Hal ini juga dapat dilihat melalui grafik di bawah ini:



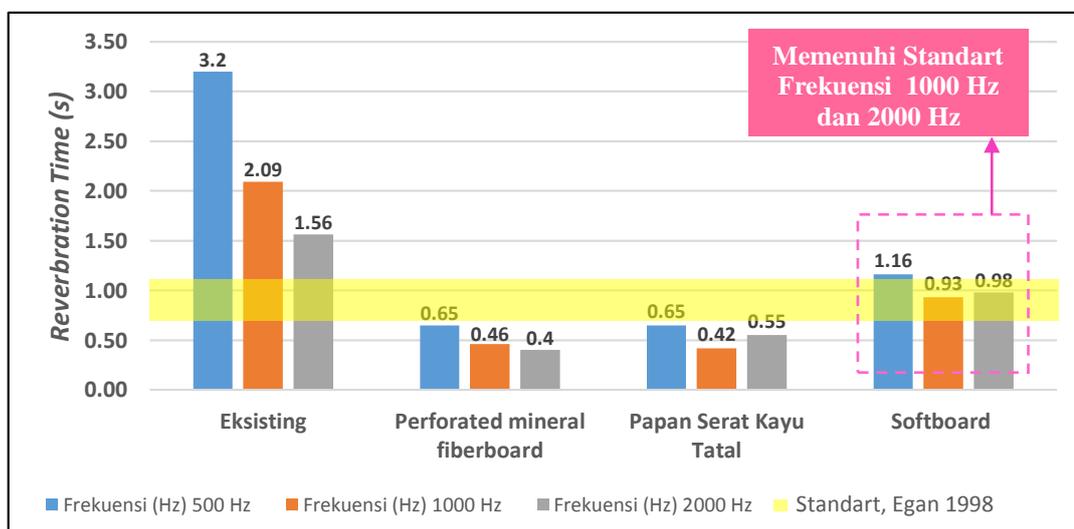
Gambar 4.83 Perbandingan dari masing-masing alternatif material pelapis dinding *ballroom*

Berdasarkan grafik tersebut juga terlihat bahwa antara kondisi eksisting dengan alternatif rekomendasi desain terjadi penurunan nilai RT yang cukup signifikan terutama pada bahan Karpas tebal papan berserat tersebut yang paling mengalami penurunan drastis, mengingat koefisien yang dimiliki bahan tersebut diantara bahan lainnya. Akan tetapi diantara ketiga material tersebut yang paling mendekati angka standart adalah material *softboard*, dimana pada nilai tersebut. Sedangkan pada *meeting room*, terlihat penurunan juga dari kondisi eksisting, terhadap alternatif rekomendasi, sebagai berikut :

Tabel 30
Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan Simulasi Rekomendasi
Seluruh Alternatif Dinding

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7-1.1 detik		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.56
<i>Alternatif 1</i> (Karpas Tebal pada papan berserat mineral dengan rongga udara dibagian belakangnya)	0.65	0.46	0.40
<i>Alternatif 2</i> (Papan serat tatal kayu)	0.65	0.42	0.55
<i>Alternatif 3</i> (<i>Softboard</i>)	1.16	0.93	0.98

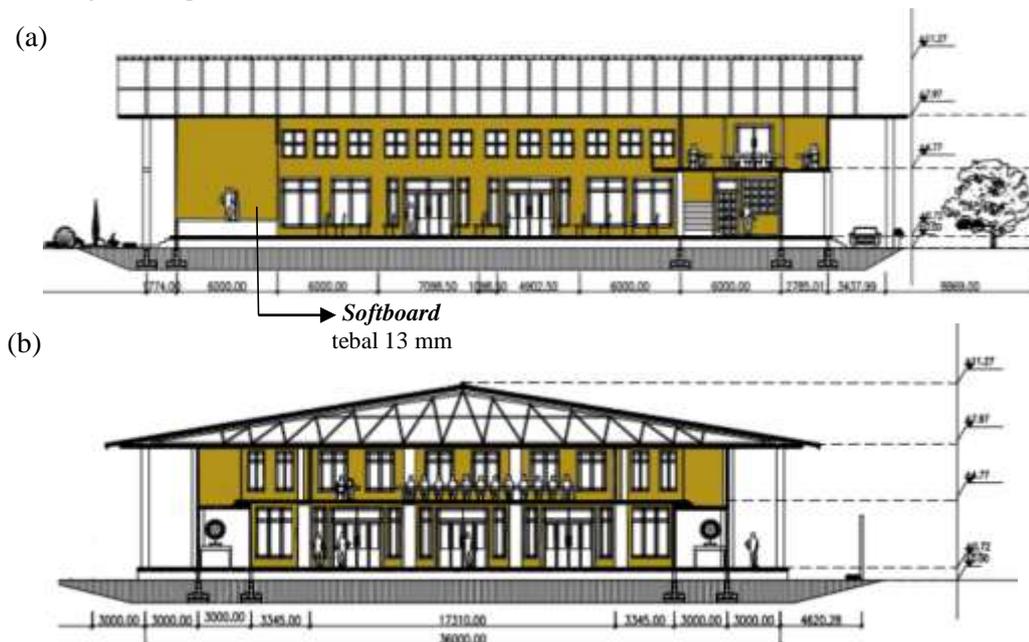
Berdasarkan tabel di atas rerata nilai waktu dengung yang terkecil berapa pada alternatif pertama yang menggunakan pelapis karpet berat papan berserat, kemudian nilai rerata waktu dengung yang tertinggi pada alternatif ketiga dengan menggunakan bahan *softboard*. merupakan nilai rerata waktu dengung yang paling baik dan mendekati nilai waktu dengung 0.7-1.1 detik (Egan, 1998). Pada pelapis alternatif di atas, penggunaan alternatif *softboard* yang paling optimal karena pada frekuensi 1000 Hz telah mencapai waktu dengung standar, walaupun pada frekuensi 500 Hz dan 200 Hz masih belum mencapai standart waktu dengung. Hal ini juga bisa digambarkan pada gambar grafik pelapis material dinding pada *meeting room* :



Gambar 4.84 Perbandingan dari masing-masing alternatif pelapis material dinding pada *meeting room*

Terlihat bahwa grafik di atas yang termasuk dalam area *range* berwarna kuning yang berarti area yang termasuk dalam standart waktu dengung, dan alternatif menggunakan pelapis *softboard* tebal 13 mm yang paling optimal dalam menurunkan waktu dengung mendekati nilai standart. Hal ini juga dapat dilihat melalui detail

potongan dan visualisasi 3D (3 Dimensi) ruang dalam dari kedua ruang tersebut, di antaranya sebagai berikut :



Gambar 4.85 Potongan detail alternatif satu pelapis dinding *softboard* (a) Potongan A-A' (b) Potongan B-B'

Berdasarkan gambar di atas, terlihat tampak potongan ruangan setelah diberikan pelapis material *softboard* yang merupakan alternatif pertama dalam menurunkan nilai waktu dengung pada ruang *Ballroom* maupun *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Selain potongan terlihat juga pada perspektif visualisasi 3D, sebagai berikut :



Gambar 4.86 Perspektif Visualisasi 3D pada *Ballroom* setelah diberikan pelapis material *softboard* pada dinding

Sedangkan, pada *meeting room* perspektif visualisasi 3D juga terlihat yang telah diberikan pelapis material *softboard* pada dinding, sebagai berikut :



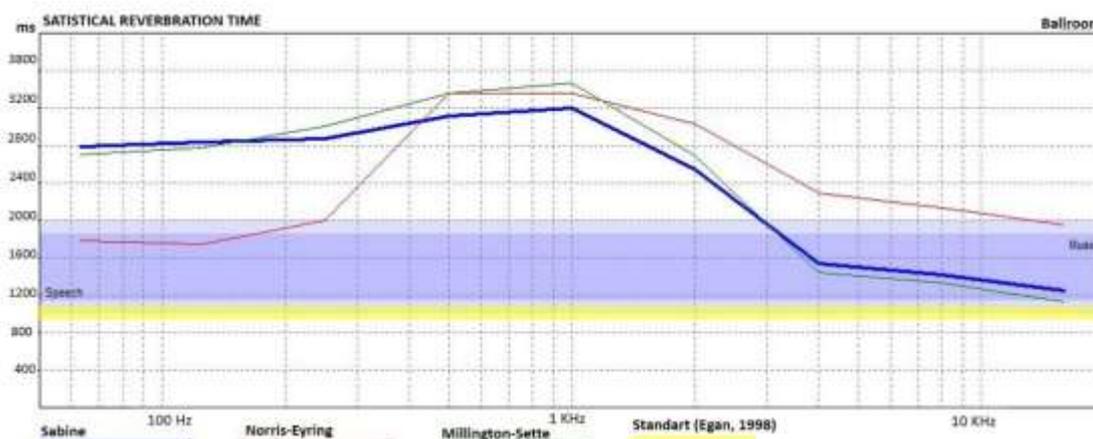
Gambar 4.87 Perspektif Visualisasi 3D pada Meeting Room setelah diberikan pelapis material *softboard* pada dinding

4.5.2 Simulasi Rekomendasi Alternatif-2 (pada plafond)

Simulasi rekomendasi desain alternatif kedua ini dilakukan dengan cara menggunakan pelapis untuk elemen plafond atau langit-langit dengan material baru. Material baru tersebut juga ditentukan berdasarkan klasifikasi sumber literature dan pengelompokan koefisien serap. Rekomendasi desain yang digunakan untuk plafond, cenderung dibutuhkan sifat reflektor atau pemantul, sifat pemantul tersebut bertujuan untuk mendistribusikan suara. Klasifikasi pemantul yang dipilih adalah klasifikasi material sifat pemantul yang baik digunakan untuk elemen plafond, dimana dipilih tiga material yang koefisien serapnya yang paling memantul hingga yang koefisiennya tidak memantul atau sedikit menyerap. Berikut material yang digunakan untuk pensimulasian sebagai rekomendasi desain pada plafond atau langit-langit bangunan :

1. Plywood tebal 13 mm

Plywood tersebut memiliki koefisien yang paling besar dibandingkan material reflektor lainnya sehingga pelapis *plywood* pada plafond menghasilkan sebagai

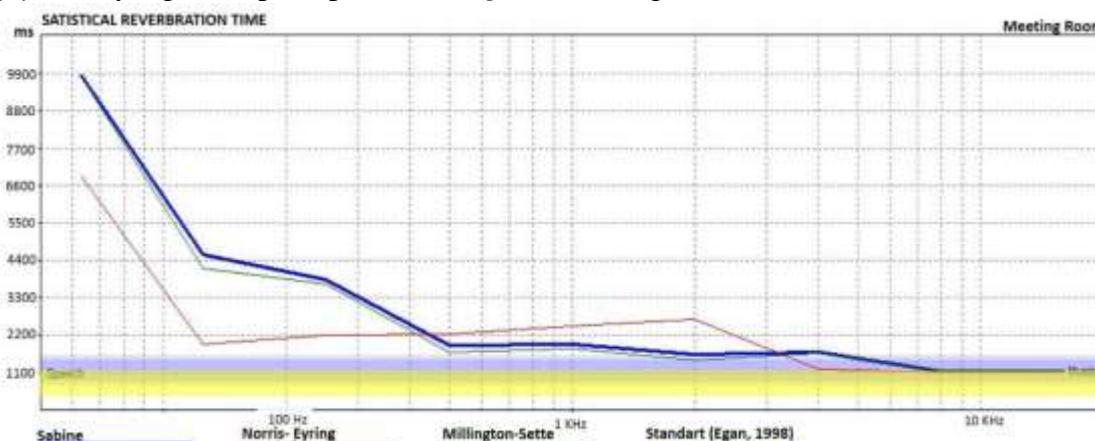


Gambar 4.88 Hasil rekomendasi desain Ballroom penambahan lapisan material *plywood*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	579.250	2.79	1.78	2.71
125Hz:	525.310	2.84	1.75	2.78
250Hz:	353.779	2.88	2.00	3.01
500Hz:	133.104	3.13	3.37	3.37
1kHz:	66.942	3.21	3.36	3.48
2kHz:	191.178	2.55	3.03	2.70
4kHz:	686.502	1.54	2.30	1.45
8kHz:	750.439	1.42	2.14	1.34
16kHz:	875.018	1.26	1.96	1.13

Gambar 4.89 Data hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material *plywood* pada plafond *ballroom*

Berdasarkan hasil simulasi rekomendasi desain alternatif yang kedua dengan menggunakan penambahan pelapisan *plywood* dengan koefisien serap 0.17 pada frekuensi 500 Hz, 0.09 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.10 pada frekuensi 2000 Hz untuk elemen plafond atau langit-langit bangunan didapatkan hasil penurunan nilai waktu dengung (*reverberation time*) 5.13 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.37 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.23 detik pada frekuensi 2000 Hz dari hasil simulasi kondisi eksisting. Sedangkan hasil simulasi alternatif kedua pada plafond dengan material *plywood* yang diterapkan pada *meeting room*, sebagai berikut :



Gambar 4.90 Hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material *plywood* pada plafond *meeting room*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	0.450	9.83	6.87	9.80
125Hz:	25.383	4.57	1.93	4.17
250Hz:	18.624	3.83	2.20	3.71
500Hz:	67.943	1.91	2.23	1.73
1kHz:	55.735	1.96	2.48	1.82
2kHz:	67.177	1.65	2.68	1.47
4kHz:	27.943	1.72	1.23	1.66
8kHz:	0.214	1.15	1.13	1.15
16kHz:	0.245	1.15	1.12	1.15

Gambar 4.91 Data hasil rekomendasi desain material *plywood* pada plafond *meeting room*

Berdasarkan hasil simulasi rekomendasi desain alternatif kedua di atas, terlihat bahwa terjadi penurunan 1.29 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.13 detik pada frekuensi 1000 Hz, serta 0.16 detik pada frekuensi 2000 Hz. Hasil penurunan pada tiap frekuensi setelah menambahkan pelapis *plywood* pada bagian plafond, hasilnya mendekati sudah mengalami penurunan, meskipun masih jauh diatas nilai standart. Hal ini juga dikarenakan koefisien serap yang dimiliki oleh material plafond memang cenderung rendah karena yang dibutuhkan untuk elemen plafond adalah material pemantul atau mendekati 0 (nol) yang berarti memantul sempurna.

Analisis

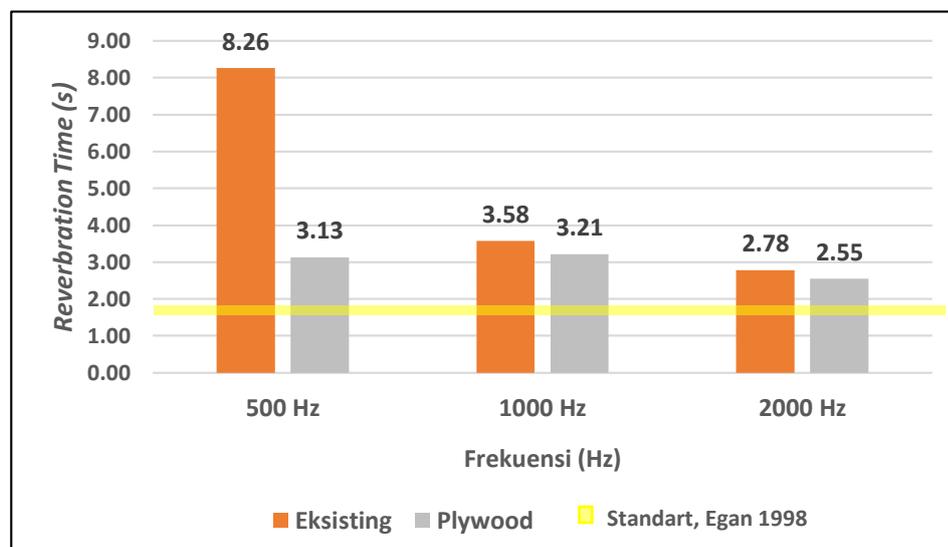
Berdasarkan hasil pensimulasi alternatif dengan menambahkan pelapis pada plafond atau langit-langit bangunan berupa *plywood* tebal 13 mm, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

Tabel 31

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan pelapis plafond material *plywood*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	3.13	3.21	2.55

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan material *plywood* tebal 13 mm pada elemen plafond, didapatkan penurunan nilai waktu dengung meskipun nilainya masih jauh berada di atas standart (Egan, 1998) Namun penurunan tersebut sudah terbilang cukup signifikan juga dibandingkan hasil nilai waktu dengan pada kondisi eksisting.



Gambar 4.92 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting alternatif dengan pelapis plafond material *plywood* pada *ballroom*

Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang cukup baik dalam penurunan nilai waktu dengung meskipun hasilnya masih jauh di atas standart yang telah ditentukan dibandingkan dengan simulasi kondisi eksisting yang *range* Hasil antara ketiga frekuensi tersebut masih belum mencapai standart dengan selisih antara nilai yang dihasilkan tersebut dengan standart yang telah ditentukan yaitu 1.33 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.41 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.75 detik pada frekuensi 2000 Hz.

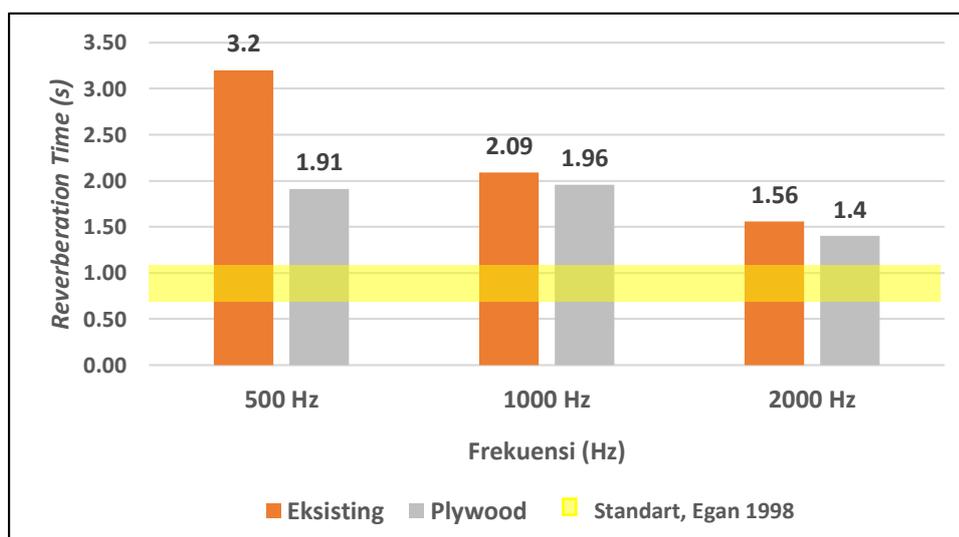
Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan pelapisan material *plywood* tebal 13 mm pada plafond dan memiliki koefisien serap 0.17 pada frekuensi 500 Hz, 0.09 pada frekuensi 1000 H dan 0.1 pada frekuensi 2000 hz dan nilai tersebut sudah dapat dikategorikan sebagai nilai koefisien yang paling tinggi di antara material pemantul lainnya, seperti pada tabel berikut :

Tabel 32

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan pelapis plafond material *plywood*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>			

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting meskipun berada di bawah nilai standart sekalipun untuk ketiga frekuensi.



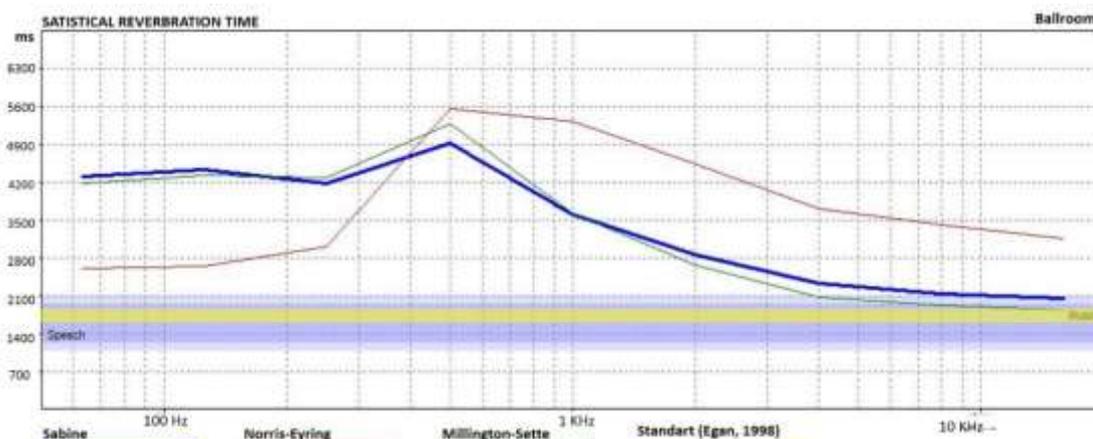
Gambar 4.93 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif pelapis plafond material *plywood* pada *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat penurunan nilai yang cukup signifikan dan mendekati nilai standart meskipun pada seluruh frekuensi berada di atas nilai standart waktu dengung. Selisih nilai waktu dengung pada masing-masing

frekuensi terpaut selisih 0.91 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.86 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.3 detik pada frekuensi 2000 Hz.

2. Plesterboard

Plesterboard yang digunakan pada alternatif tersebut diterapkan sebagai pelapis material untuk plafond sebagai reflektor, dimana sebagai plafond dibutuhkan material pemantul yang dapat menyebarkan suara hingga ke area penonton bagian belakang.

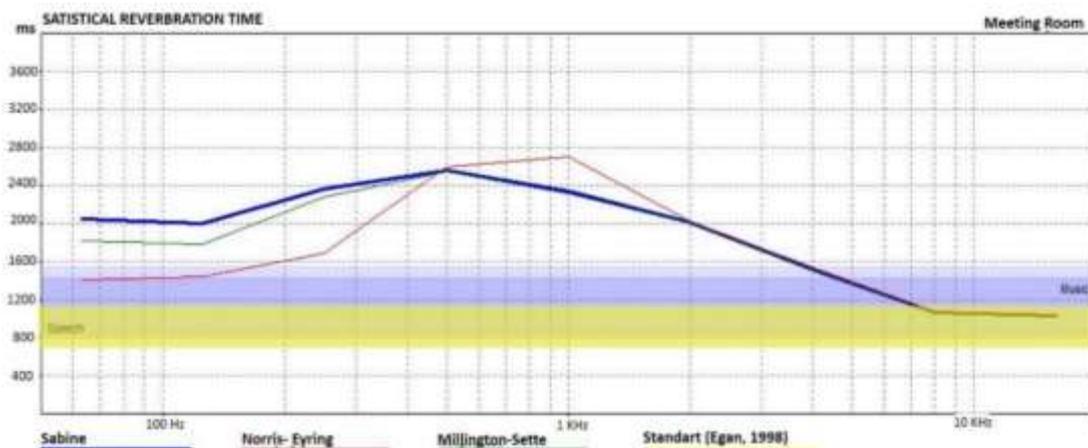


Gambar 4.94 Hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material *plesterboard* pada plafond *ballroom*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	640.732	4.29	2.60	4.17
125Hz:	573.279	4.42	2.65	4.32
250Hz:	463.709	4.16	3.00	4.28
500Hz:	170.157	4.91	5.54	5.26
1kHz:	389.016	3.60	5.32	3.61
2kHz:	601.154	2.85	4.54	2.66
4kHz:	810.424	2.33	3.71	2.07
8kHz:	874.361	2.14	3.41	1.92
16kHz:	875.018	2.04	3.14	1.84

Gambar 4.95 Data hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material *plesterboard* pada plafond *ballroom*

Berdasarkan hasil di atas terlihat bahwa *plasterboard* dapat menurunkan nilai waktu dengung dari kondisi awal eksisting dan setelah diberikan *plasterboard* rata-rata yaitu sebesar 3.78 detik. Selain adanya pengaruh dari koefisien serap yang dimiliki, perhitungan ini juga dipengaruhi oleh adanya luas permukaan dan bentuk bidang atau elemen pelingkup bangunan itu sendiri. Sehingga penggunaan *plasterboard* pada plafond dapat disimpulkan dapat menurunkan RT, namun kurang optimal dikarenakan adanya pengaruh koefisien serap yang rendah sebagai reflektor. Sedangkan pada *meeting room*, perhitungan pelapis *plesterboard* pada plafond ruangan tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 4.96 Hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material *plesterboard* pada plafond *meeting room*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	72.706	2.06	1.41	1.82
125Hz:	70.565	2.01	1.45	1.78
250Hz:	38.721	2.37	1.69	2.29
500Hz:	16.275	2.57	2.61	2.55
1kHz:	13.244	2.34	2.71	2.32
2kHz:	10.193	2.01	2.03	2.01
4kHz:	18.799	1.53	1.55	1.52
8kHz:	30.829	1.07	1.09	1.06
16kHz:	30.859	1.04	1.05	1.03

Gambar 4.97 Data hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material *plesterboard* pada plafond *meeting room*

Terlihat bahwa *plasterboard* dapat menurunkan nilai waktu dengung dari kondisi awal eksisting dan setelah diberikan *plasterboard* rata-rata yaitu sebesar 2.30 detik. penggunaan *plasterboard* pada plafond dapat disimpulkan dapat menurunkan RT, sehingga kurang optimal dikarenakan tidak bisa mencapai standart.

Analisis

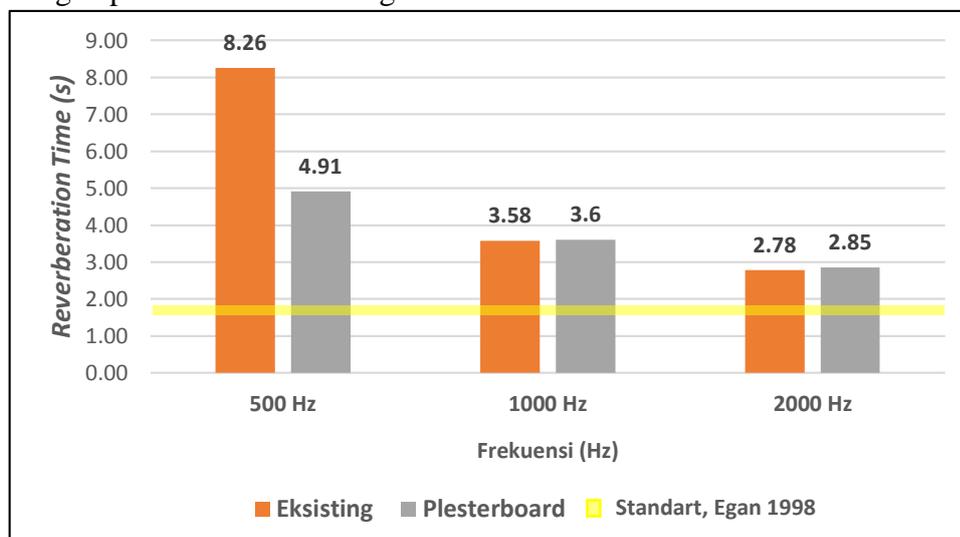
Berdasarkan hasil pensimulasi alternatif dengan menambahkan pelapis pada plafond atau langit-langit bangunan berupa *plasterboard* tebal 12.7 mm, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

Tabel 33
Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan pelapis plafond material *plesterboard*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>		1.6 - 1.8	
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	4.91	3.6	2.85

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan material *plywood* tebal 13 mm pada elemen plafond, didapatkan penurunan nilai waktu

dengung meskipun nilainya masih jauh berada di atas standart (Egan, 1998) Namun penurunan tersebut sudah terbilang cukup signifikan juga dibandingkan hasil nilai waktu dengan pada kondisi eksisting.



Gambar 4.98 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting alternatif dengan pelapis plafond material *plywood* pada *ballroom*

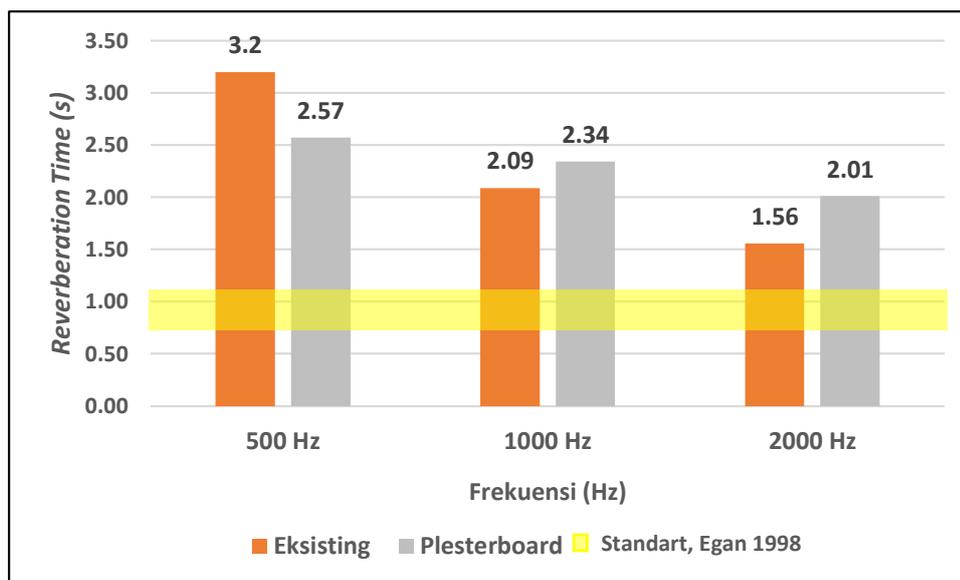
Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang cukup baik dalam penurunan nilai waktu dengung meskipun hasilnya masih jauh di atas standart yang telah ditentukan dibandingkan dengan simulasi kondisi eksisting yang *range* Hasil antara ketiga frekuensi tersebut masih belum mencapai standart dengan selisih antara nilai yang dihasilkan tersebut dengan standart yang telah ditentukan yaitu 3.11 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.02 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.07 detik pada frekuensi 2000 Hz. Hasil frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz lebih tinggi nilai waktu dengungnya tetapi berada di atas nilai waktu dengung kondisi eksisting, hal ini dikarenakan koefisien serap yang dimiliki oleh material *plasterboard* paling rendah dibandingkan material pemantul lainnya seperti gypsum yang dimiliki material kondisi eksisting, sehingga paling sedikit menyerap bunyi. Hal ini juga diterapkan untuk rekomendasi agar mengetahui perbedaan tingkatan tiap perwakilan nilai waktu dengung, dari tingkatan yang nilai paling rendah dan paling tinggi di antara material pemantul lainnya.

Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan pelapisan material *plasterboard* tebal 12.7 mm pada plafond dan memiliki koefisien serap 0.1 pada frekuensi 500 Hz, 0.05 pada frekuensi 1000 H dan 0.05 pada frekuensi 2000 hz dan nilai tersebut sudah dapat dikategorikan sebagai nilai koefisien yang paling rendah di antara material pemantul lainnya, sehingga nilai koefisien serap yang dimiliki *plesterboard* ini juga lebih rendah dibandingkan nilai koefisien material gypsum yang dipakai pada kondisi eksisting seperti pada tabel berikut :

Tabel 34
Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan pelapis plafond material *plesterboard*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>	2.57	2.34	2.01

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang tidak terpaut jauh dengan kondisi eksisting meskipun terdapat dua frekuensi yang berada di atas nilai kondisi eksisting awal.

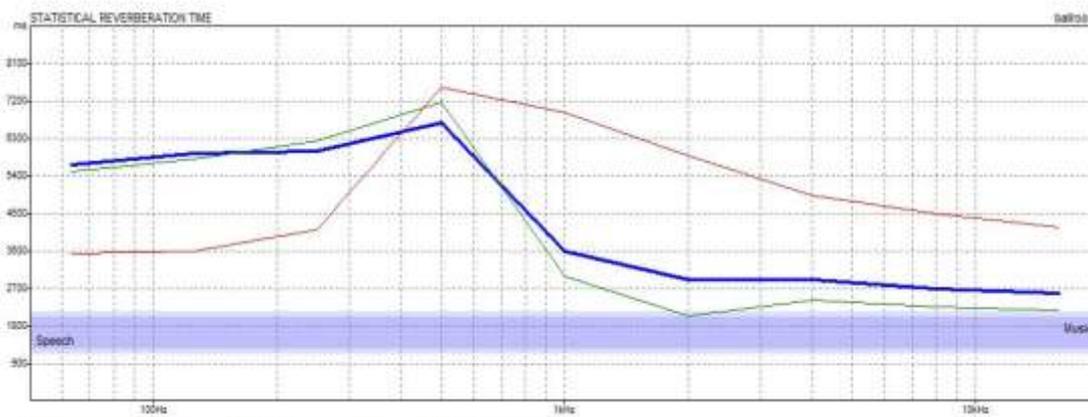


Gambar 4.99 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif pelapis plafond material *plasterboard* pada *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat penurunan nilai yang cukup signifikan dan mendekati nilai standart meskipun pada seluruh frekuensi berada di atas nilai standart waktu dengung. Selisih nilai waktu dengung pada masing-masing frekuensi terpaut selisih 1.47 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.24 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.91 detik pada frekuensi 2000 Hz.

3. Plaster pada bilah papan tebal 13 mm

Plaster pada bilah papan tersebut memiliki koefisien yang berada di tengah-tengah di antara koefisien serap tertinggi dan terendah pada sifat pemantul pada plafond, dimana koefisien serap yang dimiliki 0.06 pada frekuensi 500 Hz, 0.05 pada frekuensi 1000 Hz, 0.04 pada frekuensi 2000 Hz yang termasuk dalam sifat sebagai pemantul bunyi, koefisien ini lebih rendah nilainya dibandingkan koefisien serap yang dimiliki material kondisi eksisting berupa material gypsum, hingga dapat menghasilkan nilai waktu dengung sebagai berikut :

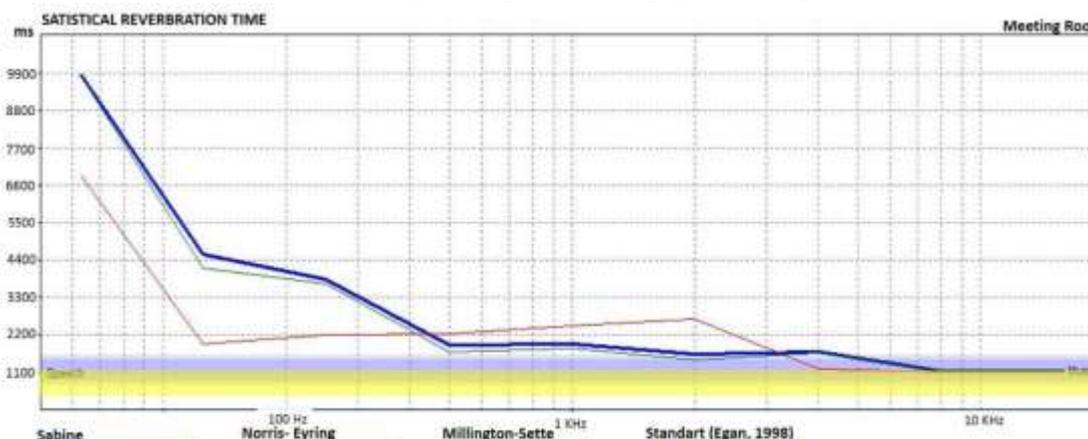


Gambar 4.100 Hasil rekomendasi desain Ballroom penambahan lapisan material plaster pada bilah papan

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	665.517	5.66	3.53	5.50
125Hz:	585.671	5.92	3.60	5.79
250Hz:	414.140	5.99	4.10	6.23
500Hz:	170.157	6.67	7.52	7.15
1kHz:	760.778	3.58	6.90	2.99
2kHz:	1022.488	2.91	5.88	2.03
4kHz:	934.346	2.91	4.93	2.42
8kHz:	998.283	2.68	4.48	2.25
16kHz:	998.940	2.56	4.15	2.17

Gambar 4.101 Data hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material plaster pada bilah papan pada plafond ballroom

Berdasarkan hasil simulasi rekomendasi desain alternatif yang kedua dengan menggunakan penambahan pelapisan plaster pada bilah papan didapatkan hasil penurunan nilai waktu dengung (*reverberation time*) 1.59 detik pada frekuensi 500 Hz dan 0.13 detik pada frekuensi 2000 Hz sedangkan pada frekuensi 500 Hz tidak terdapat selisih antara kondisi eksisting dan rekomendasi dikarenakan koefisien serap pada material plaster pada bilah papan di frekuensi 1000 Hz sama nilainya dengan koefisien serap material kondisi eksisting yaitu gypsum. Sedangkan hasil simulasi pada plafond *meeting room* dengan material plester pada bilah papan, sebagai berikut :



Gambar 4.102 Hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material plaster pada papan bilah pada plafond meeting room

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	0.450	9.83	6.87	9.80
125Hz:	25.383	4.57	1.93	4.17
250Hz:	18.624	3.83	2.20	3.71
500Hz:	67.943	1.91	2.23	1.73
1kHz:	55.735	1.96	2.48	1.82
2kHz:	67.177	1.65	2.68	1.47
4kHz:	27.943	1.72	1.23	1.66
8kHz:	0.214	1.15	1.13	1.15
16kHz:	0.245	1.15	1.12	1.15

Gambar 4.103 Data hasil rekomendasi desain material plaster papan bilah pada plafond *meeting room*

Berdasarkan hasil simulasi rekomendasi desain alternatif kedua di atas, terlihat bahwa terjadi penurunan 0.22 detik pada frekuensi 1000 Hz, 0.55 detik pada frekuensi 2000 Hz, sedangkan . Hasil penurunan pada tiap frekuensi setelah menambahkan pelapis *plywood* pada bagian plafond, hasilnya mendekati sudah mengalami penurunan, meskipun masih jauh di atas nilai standart. Hal ini juga dikarenakan koefisien serap yang dimiliki oleh material plafond memang cenderung rendah karena yang dibutuhkan untuk elemen plafond adalah material pemantul atau mendekati 0 (nol) yang berarti memantul sempurna.

Analisis

Berdasarkan hasil pensimulasi alternatif dengan menambahkan pelapis pada plafond atau langit-langit bangunan berupa plaster pada papan bilah tebal 13 mm, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

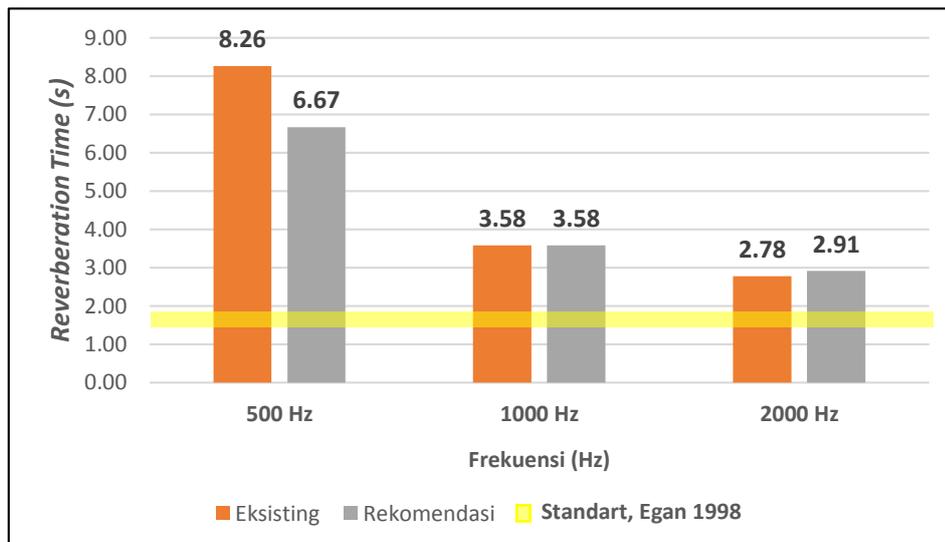
Tabel 35

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan pelapis plafond material plester pada papan bilah

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>		1.6 - 1.8	
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	6.67	3.58	2.91

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan material *plaster pada papan bilah* tebal 13 mm pada elemen plafond, didapatkan penurunan nilai waktu dengung meskipun tidak cukup banyak atau signifikan penurunannya. Hanya pada frekuensi 1000 Hz nilainya tidak mengalami penurunan dikarenakan nilai koefisien serap dari material tersebut sama sehingga nlainya juga tidak mengalami penurunan, sedangkan pada frekuensi 2000 Hz nilai waktu dengung yang

dihasilkan di atas nilai kondisi eksisting, sehingga dapat terlihat pula pada diagram berikut :



Gambar 4.104 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting alternatif dengan pelapis plafond material plaster pada papan bilah pada *ballroom*

Grafik di atas menggambarkan suatu penurunan nilai waktu dengung meskipun hasilnya masih jauh di atas standart yang telah ditentukan dibandingkan dengan simulasi kondisi eksisting yang *range* alternatis pelapis pada plafond lainnya. Hasil antara ketiga frekuensi tersebut masih belum mencapai standart dengan selisih antara nilai yang dihasilkan tersebut dengan standart yang telah ditentukan yaitu 4.87 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.78 pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.11 detik pada frekuensi 2000 Hz.

Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan pelapisan material *plaster* pada papan bilah tebal 13 mm pada plafond dan memiliki koefisien serap 0.06 pada frekuensi 500 Hz, 0.05 pada frekuensi 1000 H dan 0.04 pada frekuensi 2000 hz. Hingga menghasilkan nilai seperti pada tabel berikut :

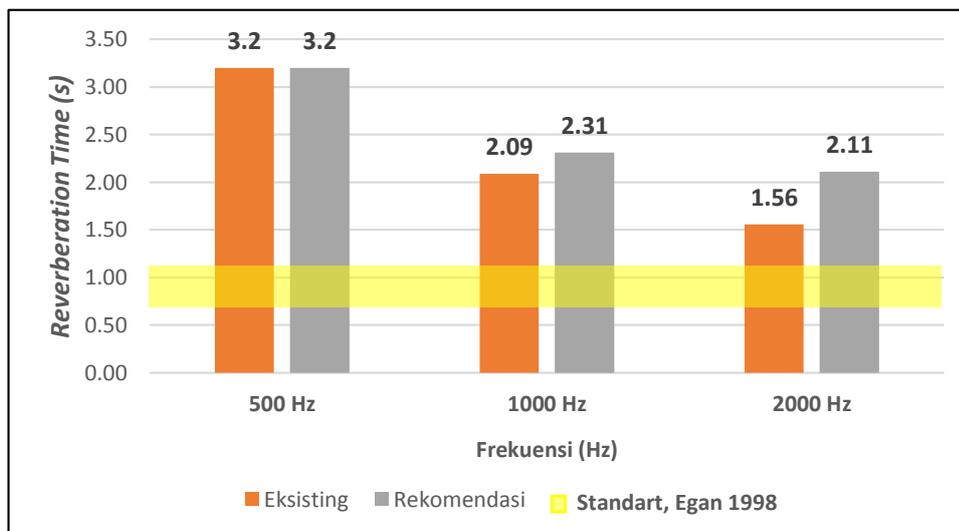
Tabel 36

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan pelapis plafond material plaster pada bilah papan

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>	3.2	2.31	2.11

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut tidak terlalu jauh dengan kondisi eksisting dan masih tetap berada di atas standart waktu dengung, bahkan ada pula yang masih tetap sama ataupun lebih besar waktu dengungnya dibanding kondisi eksisting awal pada ruang *meeting room*. Hal ini

dikarenakan nilai koefisien serap plester pada papan bila merupakan koefisien terendah dibandingkan dengan material yang bersifat pemantul pada plafond lainnya.



Gambar 4.105 Grafik perbandingan antara simulasi konsisi eksisting dengan alternatif pelapis plafond *meeting room* material plester pada bilah papan

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa tidak terdapat suatu penurunan bahkan terjadi kenaikan waktu dengung hingga berada jauh di atas *range* standart yang telah ditentukan. Hal ini tetap bergantung pada nilai koefisien serap yang dimiliki masing-masing material.

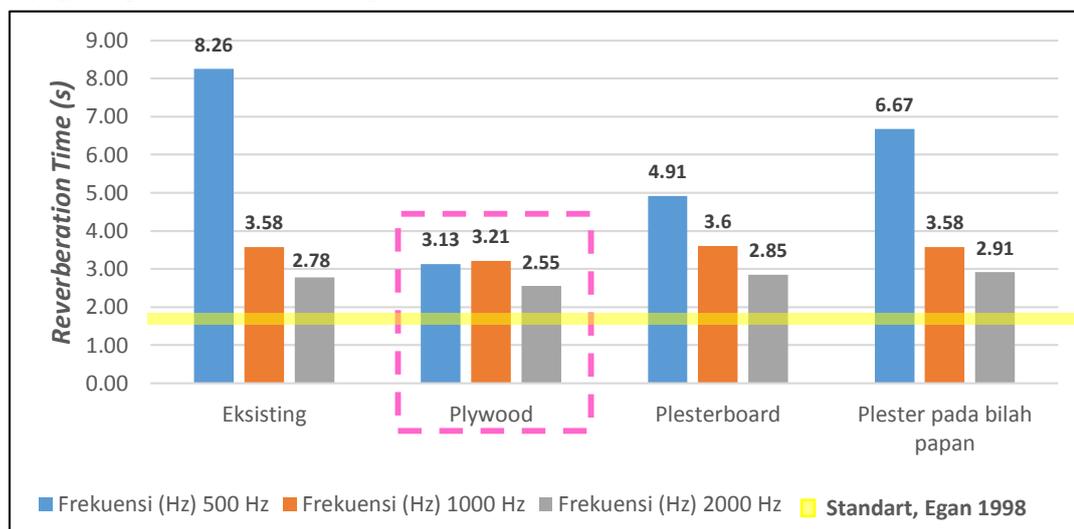
Analisis Perbandingan antar Pelapis Plafond

Berdasarkan paparan ketiga alternatif yang memiliki koefisien cenderung rendah dan bersifat reflektor untuk klasifikasi elemen plafond menurut studi literature (Satwiko, 2009). Telah disimulasikan menggunakan *software Ecotect Analysis 2011*. Pensimulasian tersebut menghasilkan masing-masing nilai waktu dengung pada masing-masing frekuensi. Berikut hasil waktu dengung yang telah disimulasikan tiap jenis alternatif material pelapis dinding.

Tabel 37
Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan Simulasi Rekomendasi Seluruh Alternatif Plafond

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Standart	1.6 - 1.8		
Eksisting	8.26	3.58	2.78
Alternatif 1 <i>Plywood</i>	3.13	3.21	3.55
Alternatif 2 <i>Plesterboard</i>	4.91	3.6	2.85
Alternatif 3 Plaster pada bilah papan	6.67	3.58	2.91

Berdasarkan data di atas, terlihat bahwa masing-masing alternatif mengalami penurunannya yang kurang signifikan karena hanya sebagai reflektor sehingga penurunan tidak terlalu besar dan hanya bisa dekat dengan standart. Penurunan RT atau waktu dengung yang paling optimal terjadi pada bagian pelapis material *plywood* yang memiliki koefisien serap lebih besar dibandingkan bahan plafond pemantul lainnya. Hal ini juga dapat dilihat melalui grafik, di bawah ini :



Gambar 4.106 Perbandingan dari masing-masing alternatif material plafond pada *ballroom*

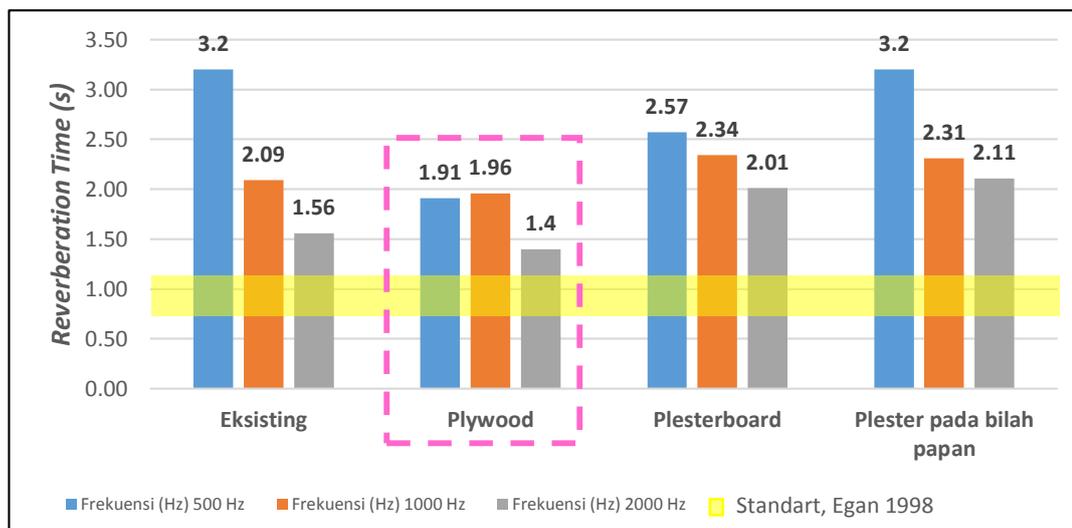
Berdasarkan grafik tersebut juga terlihat bahwa antara kondisi eksisting dengan alternatif rekomendasi desain terjadi penurunan nilai RT yang kurang optimal, mengingat koefisien yang dimiliki bahan tersebut adalah reflektor sesuai dengan kebutuhan area plafond. Akan tetapi diantara kedua material tersebut yang paling mendekati angka standart adalah material *plywood*, dimana pada nilai tersebut merupakan penurunan waktu dengung yang paling besar dibandingkan material lainnya. Sedangkan pada *meeting room*, terlihat penurunan juga dari kondisi eksisting. terhadap alternatif rekomendasi

Tabel 38

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan Simulasi Rekomendasi Seluruh Alternatif Plafond

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Standart	0.7-1.1 detik		
Eksisting	3.2	2.09	1.56
<i>Alternatif 1</i> <i>Plywood</i>	1.91	1.96	1.4
<i>Alternatif 2</i> <i>Plesterboard</i>	2.57	2.34	2.01
<i>Alternatif 3</i> <i>Plaster pada papan bilah</i>	3.2	2.31	2.11

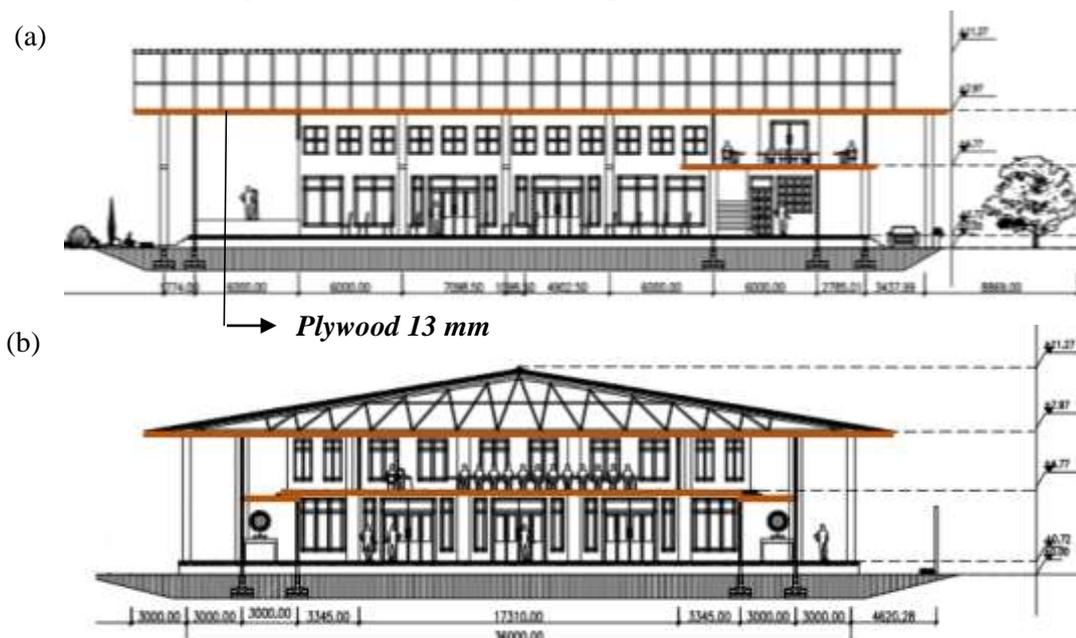
Hal ini juga bisa digambarkan pada gambar grafik untuk melihat antara ketiga material pelapis dinding yang optimal digunakan atau diterapkan pada ruang *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo, sebagai berikut :



Gambar 4.107 Perbandingan dari masing-masing alternatif material plafond *meeting room*

Terlihat bahwa grafik di atas yang termasuk dalam area *range* berwarna kuning yang berarti area yang termasuk dalam standart waktu dengung. Namun, dari ketiga alternatif untuk pelapis pada plafond, tidak ada yang memenuhi standart hanya salah satu saja yang paling mendekati standart yang paling baik adalah plafond berbahan *plywood*.

Hal ini juga dapat dilihat melalui detail potongan dan visualisasi 3D (3 Dimensi) ruang dalam dari kedua ruang tersebut, di antaranya sebagai berikut :



Gambar 4.108 Potongan detail alternatif satu pelapis plafond berupa *plywood* (a) Potongan A-A' (b) Potongan B-B'

Berdasarkan gambar di atas, terlihat tampak potongan ruangan setelah diberikan pelapis material *plywood* pada plafond yang merupakan alternatif kedua dalam menurunkan nilai waktu dengung pada ruang *Ballroom* maupun *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Selain potongan terlihat juga pada perspektif visualisasi 3D, sebagai berikut :



Gambar 4.109 Perspektif Visualisasi 3D pada *Ballroom* setelah diberikan pelapis material *plywood* pada plafond

Sedangkan, pada *meeting room* perspektif visualisasi 3D juga terlihat yang telah diberikan pelapis material *plywood* pada plafond, sebagai berikut :



Gambar 4.110 Perspektif Visualisasi 3D pada *Meeting Room* setelah diberikan pelapis material *plywood* pada plafond

Terlihat perbedaan visualisasi 3D perbedaan antara kondisi eksisting awal dengan hasil rekomendasi setelah diberi material baru berupa *plywood* pada plafond kedua ruangan tersebut.

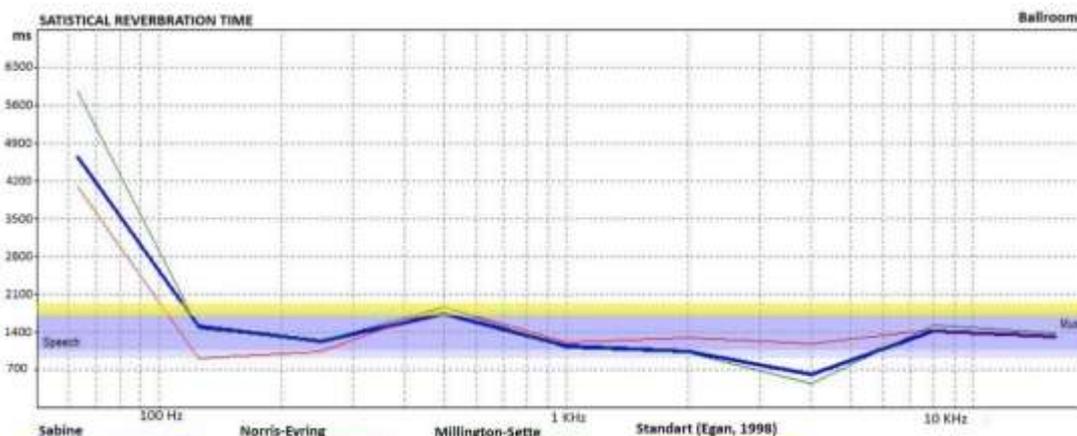
4.5.2 Simulasi Rekomendasi Alternatif-3

Simulasi rekomendasi desain alternatif yang ketiga tersebut dilakukan dengan cara menambahkan pelapis material lantai yang semula pada kondisi eksiting menggunakan tegel keramik dengan permukaan yang licin dan keras, sehingga tergolong dalam bahan yang bersifat reflektor. Untuk itu diperlukan bahan untuk pelingkup lantai yang bersifat absorber dengan bahan yang lebih menyerap bunyi. Berikut material yang memiliki sifat absorber dan hasil pensimulasian nilai waktu dengungnya, di antaranya :

1. Karpet Berat diatas Karpet Busa

Karpet berat di atas busa tersebut merupakan salah satu bahan yang bersifat absorber karena permukaannya yang berpori dan tidak keras, maka hal ini akan lebih banyak menyerap bunyi yang berlebih hingga akan dapat menyebabkan kebisingan. Material tersebut juga merupakan salah satu material yang memiliki koefisien paling tinggi diantara karpet peredam lainnya yang digunakan khusus untuk elemen lantai. Koefisien material karpet tersebut adalah 0.57 untuk frekuensi 500 Hz, 0.69 untuk frekuensi 1000 Hz, dan 0.71 untuk frekuensi 2000 Hz. Sehingga dengan koefisien serap yang tinggi dapat menghasilkan perhitungan menggunakan *software Ecotect Analysis 2011*, sebagai berikut :

Simulasi rekomendasi desain alternatif yang ketiga tersebut dilakukan dengan cara menambahkan pelapis material lantai yang semula menggunakan tegel keramik dengan bahan yang lebih menyerap bunyi atau bersifat absorber.



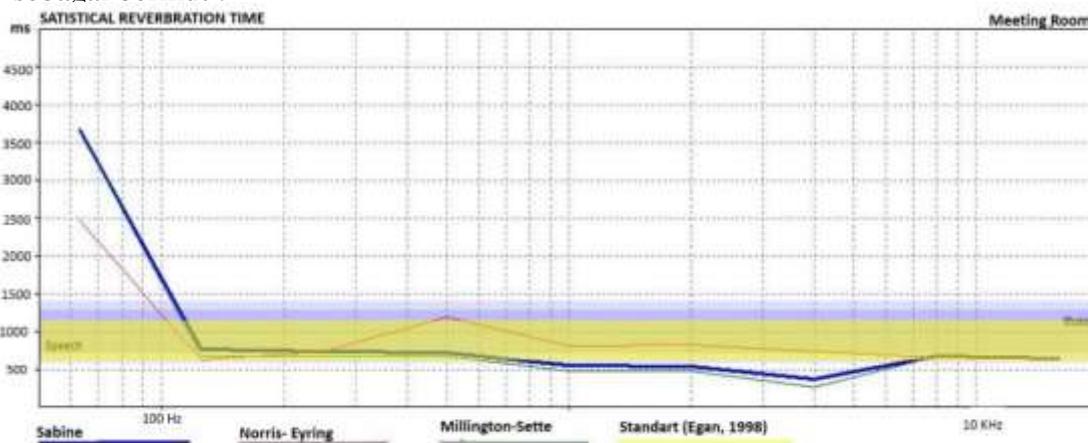
Gambar 4.111 Hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material Karpet Berat diatas Karpet Busa pada lantai *Ballroom*

Grafik di atas juga dapat diperlihatkan melalui data dari berbagai frekuensi, terutama frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, dan 2000 Hz. Berikut data nilai waktu dengung setelah menggunakan pelapis lantai karpet di atas busa :

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	58.786	4.65	4.09	5.84
125Hz:	562.455	1.51	0.93	1.46
250Hz:	572.061	1.24	1.04	1.24
500Hz:	136.097	1.73	1.87	1.87
1kHz:	449.214	1.15	1.21	1.12
2kHz:	498.229	1.06	1.29	1.02
4kHz:	1209.409	0.63	1.20	0.45
8kHz:	59.901	1.43	1.46	1.53
16kHz:	60.558	1.31	1.32	1.39

Gambar 4.112 Data hasil rekomendasi desain penambahan material Karpet Berat di atas Karpet Busa pada lantai Ballroom

Berdasarkan hasil simulasi rekomendasi desain pada ballroom di atas dapat menurunkan waktu dengung 6.53 detik pada frekuensi 500 Hz, 2.43 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.72 detik pada frekuensi 2000 Hz dari kondisi eksisting. Kedua ruangan tersebut sudah memiliki nilai waktu dengung yang mendekati standart pada frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz, sedangkan pada frekuensi 500 Hz nilai (*reverberation time*) tepat pada nilai standart. Selain pada ballroom, pada meeting room juga diberikan alternatif yaitu dengan material lantai yang sama dengan ballroom yang berada di lantai bawahnya meeting room, serta menghasilkan nilai sebagai berikut :



Gambar 4.113 Hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material Karpet Berat di atas Karpet Busa pada lantai meeting room

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	0.450	3.66	2.47	3.65
125Hz:	79.571	0.77	0.64	0.68
250Hz:	68.168	0.73	0.73	0.68
500Hz:	54.286	0.72	1.18	0.67
1kHz:	82.124	0.55	0.80	0.48
2kHz:	81.446	0.53	0.82	0.47
4kHz:	137.590	0.37	0.74	0.26
8kHz:	0.214	0.68	0.65	0.68
16kHz:	0.245	0.65	0.62	0.65

Gambar 4.114 Data hasil rekomendasi penambahan material Karpet Berat di atas Karpet Busa pada lantai Meeting Room

Hasil grafik di atas terlihat beberapa frekuensi belum memenuhi standart bahkan di bawah standart, dimana yang belum memenuhi standart yaitu frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz belum memenuhi standart dan berada jauh di bawah standart, sedangkan pada frekuensi 500 Hz sudah memenuhi standart yang telah ditentukan.

Analisis

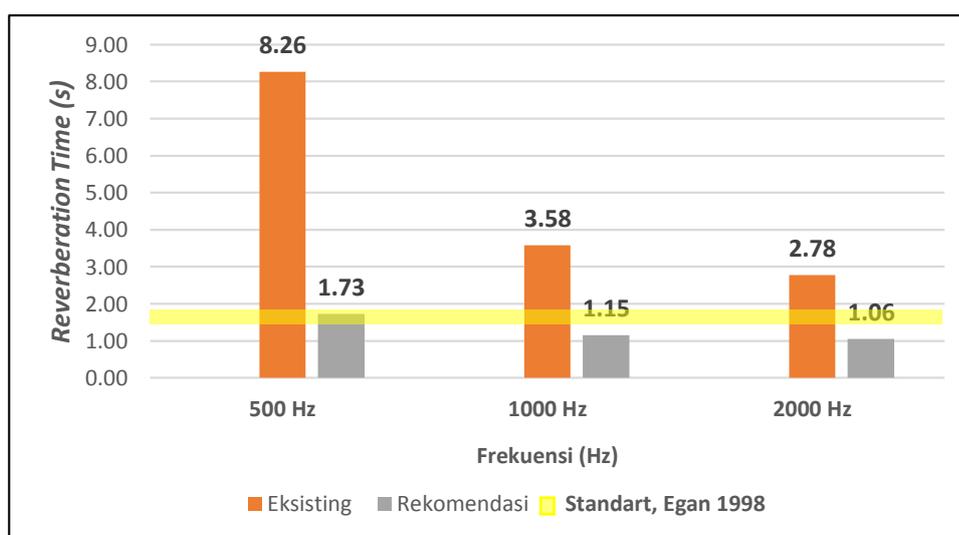
Berdasarkan hasil pensimulasi alternatif dengan menambahkan pelapis pada plafond atau langit-langit bangunan berupa plaster pada papan bilah tebal 13 mm, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut

Tabel 39

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan pelapis lantai material karpet tebal di atas busa

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	1.73	1.15	1.06

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan material *karpet* tebal 13 mm pada busa di atas elemen lantai, didapatkan penurunan nilai waktu dengung meskipun tidak cukup banyak atau signifikan penurunannya. Hanya pada frekuensi 1000 Hz nilainya tidak mengalami penurunan dikarenakan nilai koefisien serap dari material tersebut sama sehingga nilainya juga tidak mengalami penurunan, sedangkan pada frekuensi 2000 Hz nilai waktu dengung yang dihasilkan di atas nilai kondisi eksisting, sehingga dapat terlihat pula pada diagram berikut :



Gambar 4.115 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting alternatif dengan pelapis lantai material karpet tebal di atas busa pada *ballroom*

Grafik di atas menggambarkan suatu penurunan nilai waktu dengung meskipun hasilnya masih jauh di atas standart yang telah ditentukan dibandingkan dengan simulasi kondisi eksisting yang *range* alternatis pelapis pada plafond lainnya. Hasil antara ketiga frekuensi tersebut terdapat satu frekuensi saja yang telah mencapai angka standart yaitu pada frekuensi 500 Hz, sedangkan dua frekuensi lainnya yaitu frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz masih belum memenuhi dan berada dibawah standart denan selisih antara nilai tersebut dengan kondisi standart yaitu 0.45 pada frekuensi 1000 Hz.

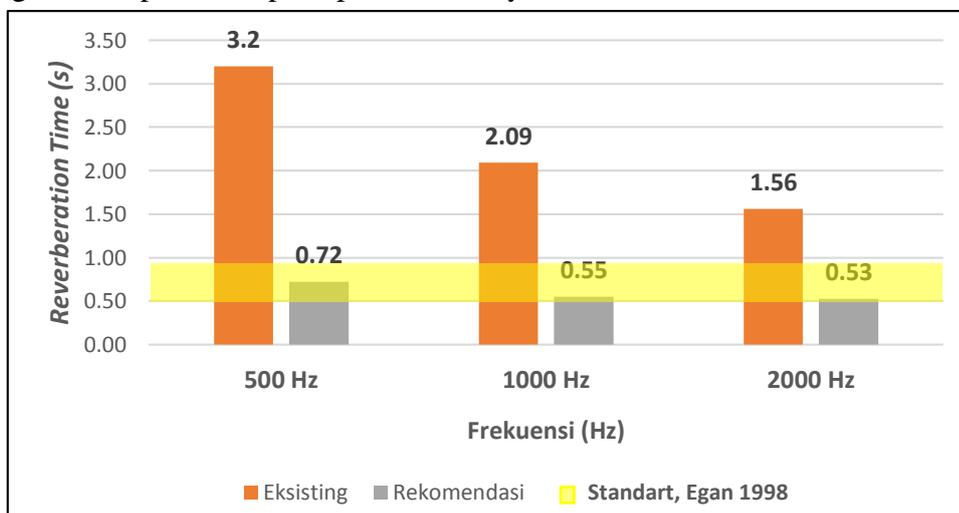
Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan pelapisan material karpet tebal di atas busa tebal 13 mm pada plafond dan memiliki koefisien serap 0.57 pada frekuensi 500 Hz, 0.69 pada frekuensi 1000 H dan 0.71 pada frekuensi 2000 hz. Hingga menghasilkan nilai seperti pada tabel berikut :

Tabel 40

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* pelapis lantai material karpet di atas busa

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>	0.72	0.55	0.53

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting hingga terdapat salah satu frekuensi yang 1masuk dalam range nilai waktu dengung yaitu frekuensi 500 Hz , bahkan ada pula yang masih tetap sama ataupun lebih besar waktu dengungnya dibanding kondisi eksisting awal pada ruang *meeting room*. Hal ini dikarenakan nilai koefisien serap plester pada papan bila merupakan koefisien terendah dibandingkan dengan material yang bersifat pemantul pada plafond lainnya.

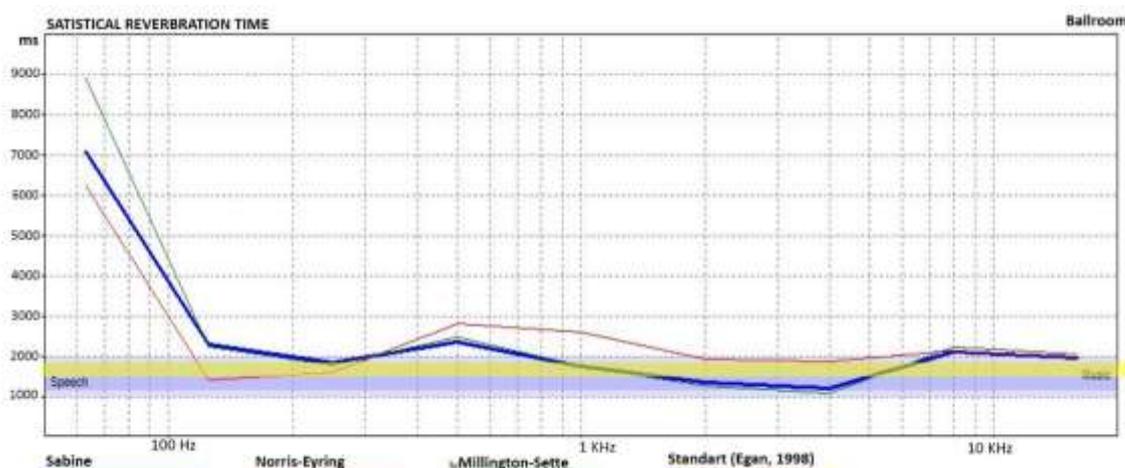


Gambar 4.116 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif pelapis lantai material karpet tebal di atas busa pada *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa tidak terdapat suatu penurunan yang cukup signifikan dan mencapai nilai standart yaitu pada frekuensi 500 Hz. Sedangkan dua frekuensi lainnya masih berada di bawah *range* angka standart.

2. Karpet Berat diatas Lateks tak berpori

Alternatif material selanjutnya yang ketiga tersebut dilakukan dengan cara menambahkan pelapis material lantai menyerap bunyi atau bersiat absorber. Material tersebut yang dijadikan rekomendasi pada alternatif ketiga tersebut yaitu material berat di atas lateks tak berpori dengan koefisien serap 0.39 pada frekuensi 500 Hz, 0.34 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.48 pada frekuensi 2000 Hz. Berikut hasil simulasi menggunakan material karpet di atas lateks tak berpori tersebut di ruang *ballroom*



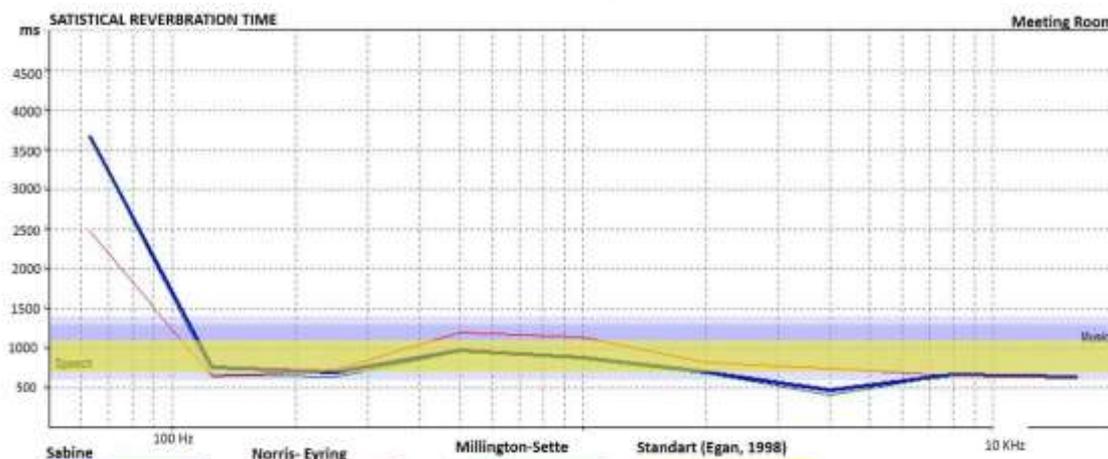
Gambar 4.117 Hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material Karpet Berat di atas Lateks pada lantai *Ballroom*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RI (60)	NOR-ER RI (60)	MIL-SE RI (60)
63Hz:	58.786	7.08	6.23	8.89
125Hz:	562.455	2.30	1.42	2.24
250Hz:	612.957	1.82	1.58	1.79
500Hz:	229.780	2.34	2.80	2.47
1kHz:	449.531	1.75	2.60	1.73
2kHz:	729.948	1.34	1.92	1.25
4kHz:	825.252	1.20	1.88	1.08
8kHz:	59.901	2.11	2.14	2.24
16kHz:	60.558	1.94	1.95	2.05

Gambar 4.118 Data hasil rekomendasi penambahan material Karpet Berat di atas lateks pada lantai *Ballroom*

Hasil simulasi rekomendasi desain di atas, terlihat bahwa nilai waktu dengung terjadi penurunan 5.95 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.83 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.44 detik pada frekuensi 2000 Hz. Hasil penurunan pada ketiga frekuensi terdapat 2 frekuensi yang belum termasuk dalam kategori memenuhi syarat dari standart yang

telah ditentukan, yaitu frekuensi 500 Hz dan juga 2000 Hz, dimana selisih antara nilai hasil rekomendasi desain mengganti lantai dengan karpet di atas lateks tak berpori standart sudah mendekati. Kemudian, pada *meeting room* juga dilakukan penambahan material baru pada lantai dengan karpet di atas lateks tak berpori hingga menghasilkan nilai waktu dengung (*reverberation time*) sebagai berikut :



Gambar 4.119 Hasil rekomendasi desain penambahan lapisan material Karpet Berat di atas Karpet Lateks tak berpori pada *meeting room*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	0.450	3.66	2.47	3.65
125Hz:	79.571	0.77	0.64	0.68
250Hz:	72.813	0.70	0.73	0.65
500Hz:	24.869	0.97	1.21	0.96
1kHz:	26.868	0.89	1.13	0.87
2kHz:	42.740	0.71	0.83	0.69
4kHz:	91.142	0.47	0.74	0.42
8kHz:	0.214	0.68	0.65	0.68
16kHz:	0.245	0.65	0.62	0.65

Gambar 4.120 Data hasil rekomendasi desain penambahan material Karpet Berat di atas Lateks pada lantai *Meeting Room*

Hasil dari pensimulasian menggunakan *Ecotect Analysis* pada lantai *meeting room* didapatkan penurunan hingga beberapa detik, yaitu 2.23 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.2 detik pada frekuensi 1000 Hz, 0.85 detik pada frekuensi 2000 Hz. Sehingga, pensimulasian menggunakan material jenis karpet di atas lateks tak berpori, mampu menurunkan hingga keseluruhan frekuensi pada ruang *meeting room* sesuai dengan standart yang telah ditentukan yaitu 0.7-1.1 detik (Egan, 1998).

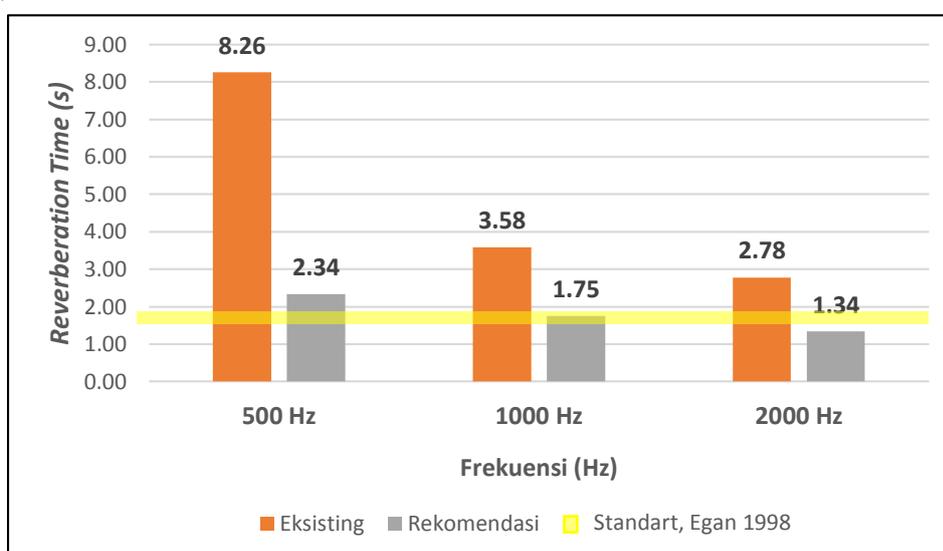
Analisis

Berdasarkan hasil simulasi alternatif dengan menambahkan pelapis lantai berupa Karpet tebal di atas lateks tak berpori, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

Tabel 41
Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan pelapis lantai material karpet tebal di atas lateks tak berpori

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	2.34	1.75	1.34

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan material karpet tebal di atas lateks pada dinding, didapatkan penurunan nilai waktu dengung yang sebagian besar tiap frekuensi hasilnya memenuhi standart (Egan, 1998).



Gambar 4.121 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting alternatif dengan pelapis lantai material karpet di atas lateks pada *ballroom*

Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang berdekatan antara hasil simulasi rekomendasi desain dengan standart yang telah ditentukan dibandingkan dengan simulasi kondisi eksisting yang *range* antar keduanya terpaut jauh. Hasil antara ketiga frekuensi tersebut hanya salah satu frekuensi saja yang telah memenuhi standart waktu dengung yaitu pada frekuensi 1000 Hz, dan frekuensi lainnya masih belum mencapai standart dengan selisih 0.54 detik pada frekuensi 500 Hz dan 0.46 detik pada frekuensi 2000 Hz.

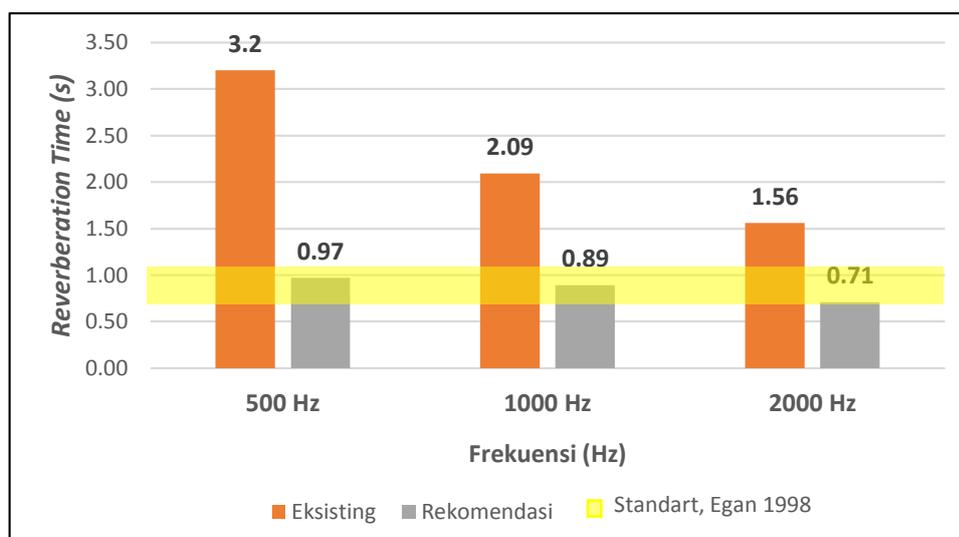
Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan pelapisan material karpet tebal di atas lateks tak berpori pada lantai dan memiliki koefisien serap 0.39 pada frekuensi 500 Hz, 0.34 pada frekuensi 1000 Hz 0.48 pada frekuensi 2000 H dan nilai tersebut sudah dapat dikategorikan sebagai nilai koefisien yang cukup tinggi, hingga didapatkan penurunan yang cukup signifikan, seperti pada tabel berikut :

Tabel 42

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan pelapis lantai berupa karpet tebal di atas lateks tak berpori

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>	0.97	0.89	0.71

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting serta dapat dibuktikan bahwa rekomendasi alternatif tersebut dapat optimal dalam menurunkan nilai waktu dengung hingga mencapai angka standart

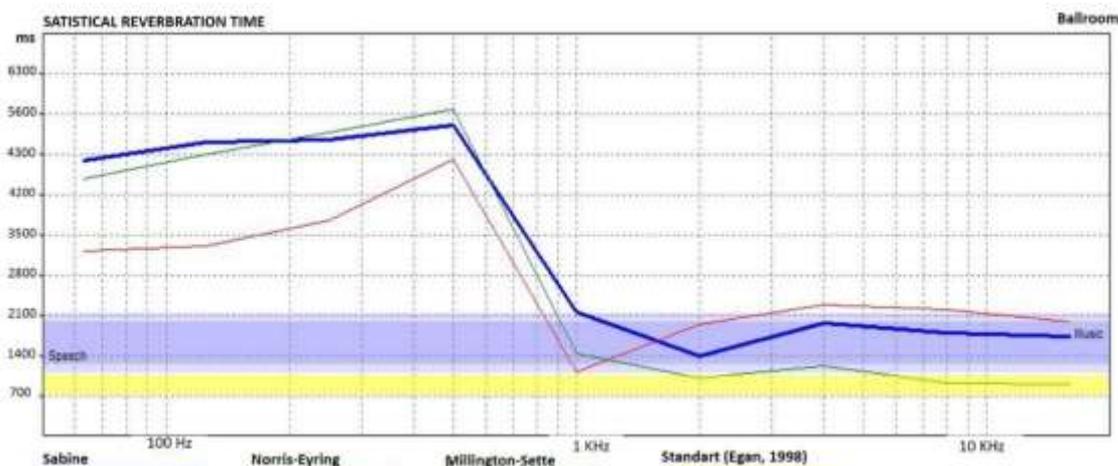


Gambar 4.122 Grafik perbandingan antara simulasi konsisi eksisting dengan alternatif pelapis lantai karpet tebal di atas lateks tak berpori pada *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat penurunan nilai yang cukup signifikan dan optimal hingga mencapai angka standart pada masing-masing frekuensinya dan dapat menjadi salah satu alternatif rekomendasi yang dapat diterapkan pada ruang *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo.

3. Karpet Karpet Ruang dalam-luar

Pensimulasian rekomendasi desain dengan bahan karpet yang lebih tipis dan koefisien serapnya juga lebih rendah dibanding kedua alternatif sebelumnya. Hal ini juga dilakukan pensimulasian pada material ini dikarenakan, untuk mengetahui pengaruh dari seluruh *range* atau interval koefisien dari nilai koefisien serap yang paling rendah, sedang dan yang paling tinggi dalam klasifikasi sifat elemen masing-masing pada *meeting room*. Berikut pensimulasian yang dilakukan sebagai alternatif rekomendasi desain untuk menurunkan waktu dengung (*reverberation time*) dengan bahan pelapis karpet ruang luar dalam, sebagai berikut :

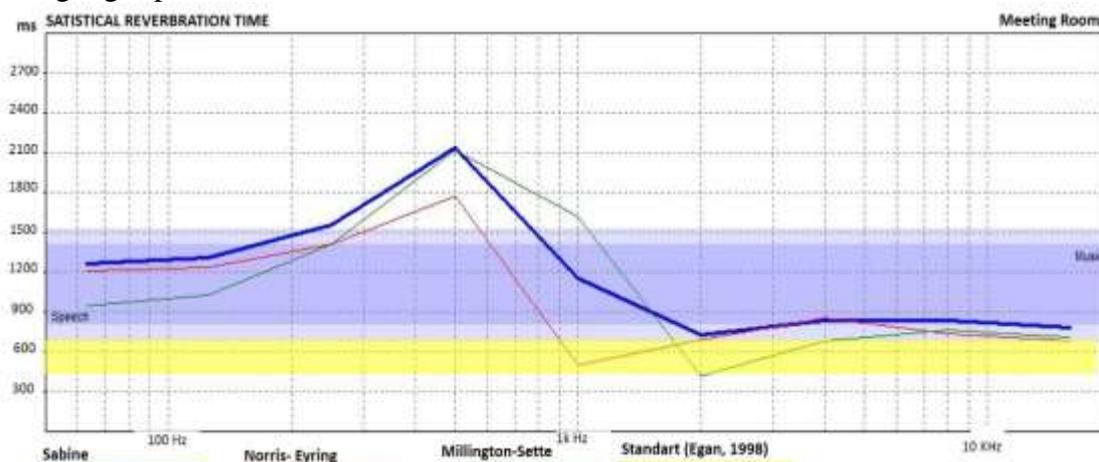


Gambar 4.123 Hasil grafik alternatif rekomendasi desain penambahan lapisan material Karpet ruang dalam- luar dalam *Ballroom*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	758.072	4.78	3.21	4.47
125Hz:	657.953	5.09	3.30	4.89
250Hz:	487.231	5.14	3.75	5.26
500Hz:	285.899	5.39	4.80	5.67
1kHz:	1530.780	2.15	1.11	1.44
2kHz:	2669.823	1.38	1.95	1.01
4kHz:	1600.943	1.97	2.28	1.23
8kHz:	1765.753	1.79	2.20	0.91
16kHz:	1773.222	1.73	1.99	0.90

Gambar 4.124 Data hasil simulasi menggunakan alternatif karpet ruang dalam pada lantai *ballroom*

Terlihat bahwa nilai di atas merupakan nilai dengan penurunan yang juga cukup signifikan dan optimal dikarenakan nilai koefisien serap yang dimiliki material karpet ruang luar-dalam juga lebih rendah dibandingkan kelompok material penyerap pada lantai lainnya. Sehingga terdapat beberapa frekuensi yang belum mencapai dan masih di atas nilai standart waktu dengung seperti pada frekuensi 500 Hz dan 1000 Hz, sedangkan pada 2000 Hz nilai waktu dengungnya berada di bawah nilai standart. Kemudian pada *meeting room* juga disimulasikan hingga menghasilkan nilai waktu dengung seperti berikut :



Gambar 4.125 Hasil grafik alternatif rekomendasi desain penambahan lapisan material Karpet ruang dalam- luar pada lantai *meeting room*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	105.425	1.27	1.21	0.95
125Hz:	96.746	1.31	1.24	1.03
250Hz:	60.770	1.56	1.41	1.41
500Hz:	16.492	2.13	1.77	2.11
1kHz:	74.245	1.15	0.50	1.62
2kHz:	149.507	0.73	0.69	0.43
4kHz:	104.037	0.84	0.86	0.68
8kHz:	73.084	0.84	0.74	0.77
16kHz:	79.487	0.79	0.69	0.71

Gambar 4.126 Data hasil simulasi alternatif karpet ruang dalam yang diterapkan dalam lantai *meeting room*

Hasil simulasi pada frekuensi 2000 Hz tepat berapa dalam *range* waktu dengung untuk ruang *meeting room*, namun frekuensi lainnya masih belum masuk dalam *range* nilai standart waktu dengung yang sudah ditentukan. Berdasarkan hasil simulasi rekomendasi desain pada *meeting room* dan *ballroom* di atas menggunakan pelapis lantai karpet ruang dalam dengan koefisien serap 0.1 pada frekuensi 500 Hz, 0.20 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.45 pada frekuensi 2000 Hz. Dapat menurunkan nilai waktu dengung hingga rata-rata sekitar 0.95 detik pada ruang *meeting room* dengan klasifikasi penurunan 1.62 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.24 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.71 detik pada frekuensi 2000 Hz dari kondisi eksisting.

Analisis

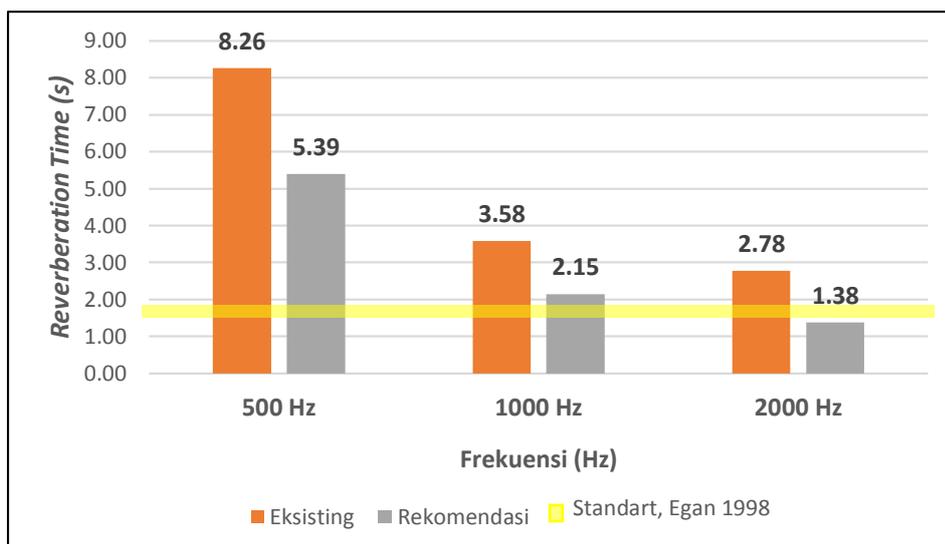
Berdasarkan hasil simulasi alternatif dengan menambahkan pelapis lantai berupa Karpet tebal di atas lateks tak berpori, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

Tabel 43

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan pelapis lantai material karpet ruang luar-dalam

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>		1.6 - 1.8	
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	5.39	2.15	1.38

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan material karpet tebal diatas lateks pada dinding, didapatkan penurunan nilai waktu dengung belum frekuensi yang telah memenuhi standart dan hanya saja mendekati nilai standart waktu dengung saja. Selisih antara nilai yang dihasilkan dengan standart yang telah ditentukan adalah 3.59 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.05 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.22 detik pada frekuensi 2000 Hz. Berikut klasifikasi grafik dari hasil perhitungan waktu dengung pada *ballroom*, sebagai berikut :



Gambar 4.127 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting alternatif dengan pelapis lantai material karpet ruang luar-dalam pada *ballroom*

Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang berdekatan antara hasil simulasi rekomendasi desain dengan standart yang telah ditentukan dibandingkan dengan simulasi kondisi eksisting yang *range* antar keduanya terpaut jauh. Hasil antara ketiga frekuensi tersebut tidak terdapat satupun yang memenuhi nilai standart, tetapi hanya mendekati nilai standart waktu dengung saja.

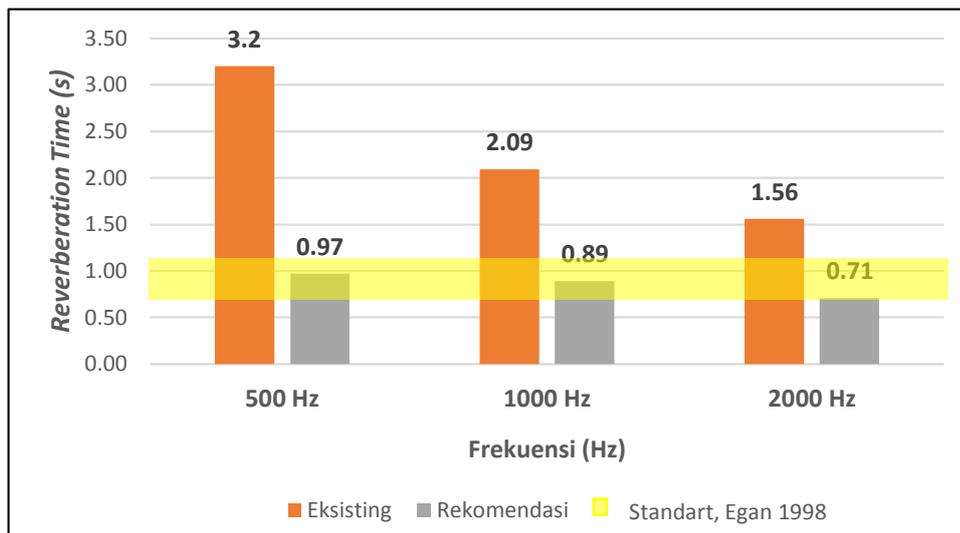
Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan pelapisan material karpet tebal di atas lateks tak berpori pada lantai dan memiliki koefisien serap 0.1 pada frekuensi 500 Hz, 0.2 pada frekuensi 1000 Hz 0.45 pada frekuensi 2000 Hz, nilai tersebut dapat menurunkan yang cukup signifikan, seperti pada tabel berikut :

Tabel 44

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan pelapis lantai berupa karpet ruang luar-dalam

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Standart	0.7 - 1.1		
Eksisting	3.2	2.09	1.54
Rekomendasi	0.97	0.89	0.71

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting serta dapat dibuktikan bahwa rekomendasi alternatif tersebut dapat optimal dalam menurunkan nilai waktu dengung hingga mencapai angka standart



Gambar 4.128 Grafik perbandingan antara simulasi konsisi eksisting dengan alternatif pelapis lantai karpet ruang luar-dalam pada *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat penurunan nilai yang cukup signifikan dan optimal hingga mencapai angka standart pada masing-masing frekuensinya dan dapat menjadi salah satu alternatif rekomendasi yang dapat diterapkan pada ruang *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo.

Analisis Perbandingan antar Alternatif pelapis Lantai

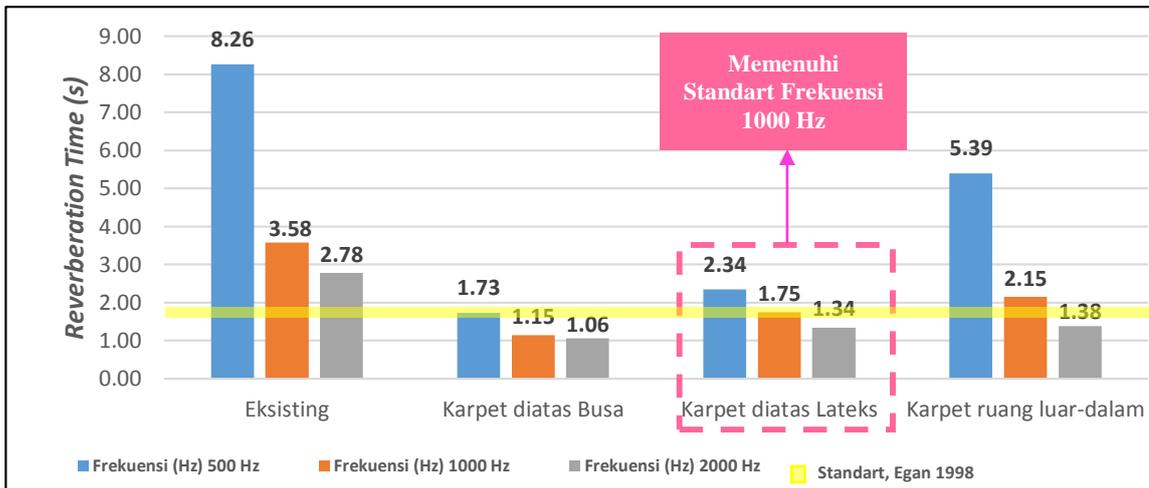
Berdasarkan pensimulasian beberapa jenis pelapis lantai, dibutuhkan klasifikasi lainnya yang lebih baik di antara ketiga jenis karpet, Untuk itu perlu dilakukan pengklasifikasian dan penentuan dari beberapa material yang telah dicoba untuk disimulasikan, sebagai berikut :

Tabel 45

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan Simulasi Rekomendasi Seluruh Alternatif lantai

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Alternatif 1</i> (Karpets di atas Busa)	1.73	1.15	1.06
<i>Alternatif 2</i> (Karpets di atas lateks tak berpori)	2.34	1.75	1.34
<i>Alternatif 3</i> (Karpets ruang dalam-luar)	5.39	2.15	1.38

Nilai perbandingan tabel di atas menggambarkan bahwa hanya terdapat pada frekuensi tertentu saja pada *ballroom* yang telah memasuki nilai standart yang ditentukan, yaitu pada frekuensi 500 Hz dengan material karpet di atas busa serta frekuensi 1000 Hz dengan material karpet tebal di atas lateks tak berpori. Hal ini juga dapat digambarkan dengan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.129 Perbandingan dari masing-masing alternatif material lantai pada Ballroom

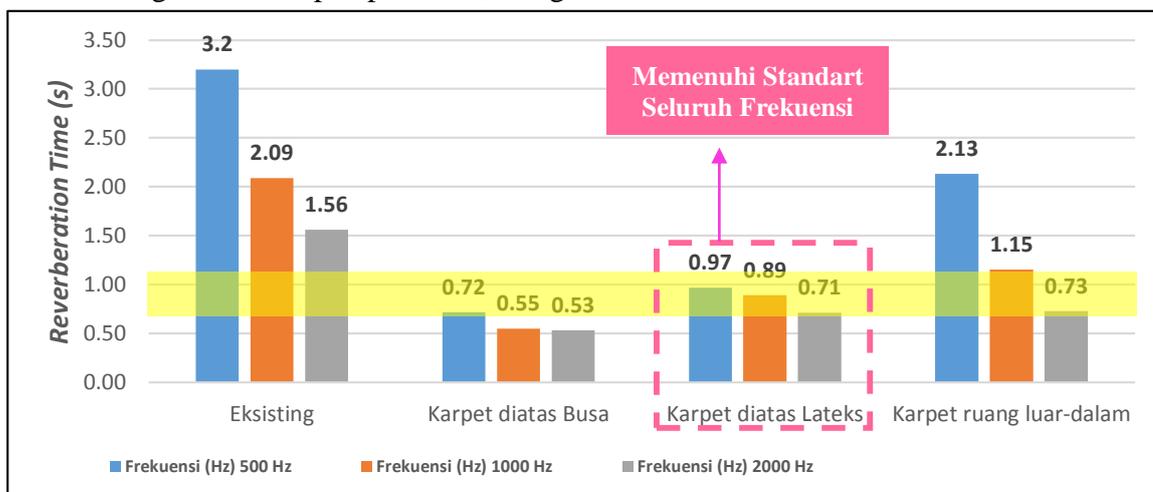
Seluruh sisi ruangan juga membutuhkan material penyerap pada lantai. Hasil perbandingan tersebut dihasilkan yang paling baik dan optimal dalam menurunkan nilai waktu dengung yaitu karpets di atas lateks. Sedangkan pada meeting room dihasilkan nilai bandingan sebagai berikut :

Tabel 46

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting Meeting Room dengan Simulasi Rekomendasi

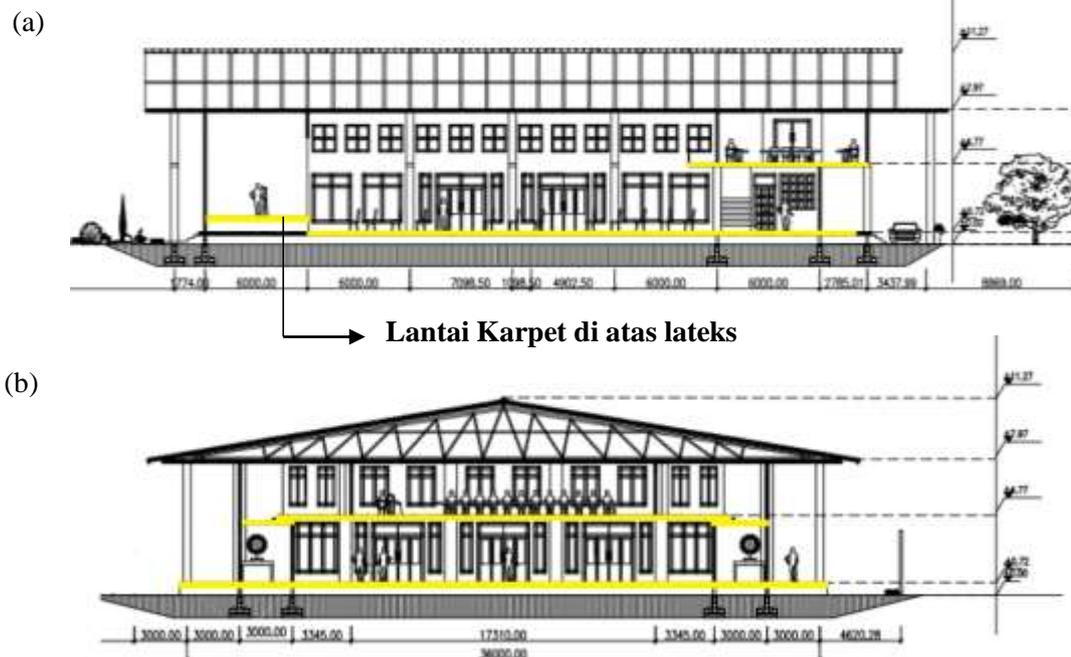
Ruang Ballroom	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Standart	0.7-1.1		
Eksisting	3.2	2.09	1.56
Alternatif 1 (Karpets di atas Busa)	0.72	0.55	0.53
Alternatif 2 (Karpets di atas lateks tak berpori)	0.97	0.89	0.71
Alternatif 3 (Karpets ruang dalam-luar)	2.13	1.15	0.73

Pengelompokan tabel di atas juga disajikan dalam bentuk diagram perbandingan antara ketiga alternatif pelapis lantai, sebagai berikut :



Gambar 4.130 Perbandingan dari masing-masing alternatif material lantai pada Meeting room

Hal ini juga dapat dilihat melalui detail potongan dan visualisasi 3D (3 Dimensi) ruang dalam dari kedua ruang tersebut, di antaranya sebagai berikut :



Gambar 4.131 Potongan detail alternatif satu lantai karpet tebal di atas lateks tak berpori
(a) Potongan A-A' (b) Potongan B-B'

Berdasarkan gambar di atas, terlihat tampak potongan ruangan setelah diberikan pelapis material karpet tebal di atas lateks tak berpori pada lantai yang merupakan alternatif ketiga dalam menurunkan nilai waktu dengung pada ruang *Ballroom* maupun *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Selain potongan terlihat juga pada perspektif visualisasi 3D, sebagai berikut :



Gambar 4.132 Perspektif Visualisasi 3D pada *Ballroom* setelah diberikan pelapis material karpet di atas lateks tak berpori pada lantai

Sedangkan, pada *meeting room* perspektif visualisasi 3D juga terlihat yang telah diberikan pelapis material karpet di atas lateks tak berpori pada lantai, sebagai berikut :



Gambar 4.133 Perspektif Visualisasi 3D pada *Meeting Room* setelah diberikan pelapis material karpet di atas lateks tak berpori pada lantai

Terlihat perbedaan visualisasi 3D perbedaan antara kondisi eksisting awal dengan hasil rekomendasi setelah diberi material baru berupa karpet di atas lateks tak berpori pada lantai kedua ruangan tersebut.

4.5.2 Simulasi Rekomendasi Alternatif-4

Alternatif ini yaitu alternatif antara kombinasi elemen yang membutuhkan sifat pemantul dan sifat absorber,. Hal ini bertujuan untuk mngurangi adanya kecenderungan sifat elemen bangunan baik sebagai pemantul maupun reflektor, untuk itu adanya alternatif kombinasi antar sifat keduanya tentu sangat diperlukan. Elemen yang akan dikombinasikan untuk simulasi adalah elemen dinding dengan plafond dan juga lantai sebagai absorber dengan plafon sebagai refector. Material yang dikombinasi adalah material-material yang sebelumnya telah disimulasikan dan dipilih dengan koefisienn yang mendekati standart. Material tiap-tiap elemen yang memenuhi standart waktu dengung untuk diterapkan pada *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo adalah sebagai berikut :

Tabel 47
Hasil pensimulasian terbaik oleh setiap elemen pelingkup bangunan

DINDING	PLAFOND	LANTAI
<i>Softboard 13 mm</i>	<i>Plywood</i>	Karpet di atas Lateks
Absorber	Reflektor	Absorber

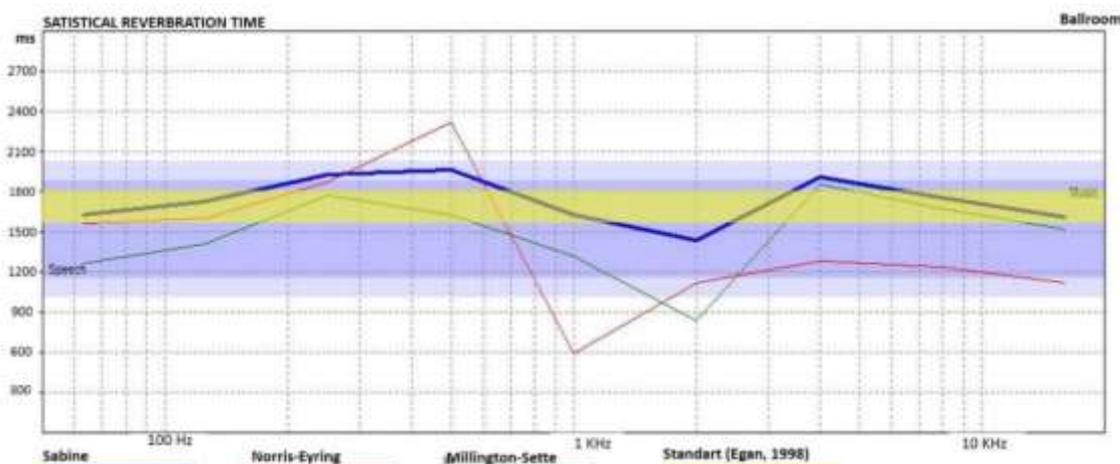
1) **Dinding *softboard* dan Plafond *Plywood***

Pensimulasian kombinasi pada dinding dan plafond merupakan, pensimulasiaian yang bertujuan untuk mengetahui dan mengevaluasi ruangan terhadap munculnya bahan absorber dan reflektor. Material *Softboard* dan *plywood* memiliki koefisien serap, sebagai berikut :

Tabel 48
Koefisien Serap Material Komninas

Jenis Material	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Softboard</i>	0.3	0.3	0.3
<i>Plywood</i> tebal 3/8	0.17	0.09	0.10

Dinding *softboard* dan plafond *plywood* disimulasikan kepada ruang- ruang *ballroom* dan *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo menggunakan *software Ecotect Anlysis 2011*, dan menghasilkan perhitungan simulasi sebagai berikut :

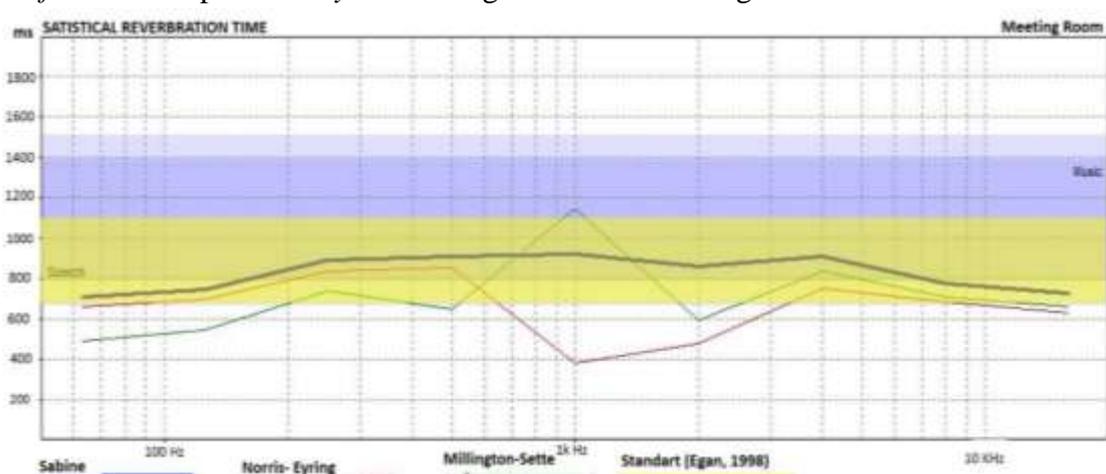


Gambar 4.134 Hasil Pensimulasian pelapis dinding menggunakan *softboard* dan plafond *Plywood* pada *Ballroom*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	1280.165	1.63	1.56	1.27
125Hz:	1156.885	1.73	1.60	1.41
250Hz:	851.548	1.93	1.87	1.77
500Hz:	670.902	1.96	2.31	1.63
1kHz:	879.592	1.63	0.59	1.32
2kHz:	1032.213	1.43	1.12	0.84
4kHz:	533.306	1.91	1.28	1.85
8kHz:	581.678	1.75	1.24	1.67
16kHz:	626.329	1.61	1.12	1.52

Gambar 4.135 Data Hasil Pensimulasian pelapis dinding menggunakan *softboard* dan plafond *Plywood* pada *Ballroom*

Pensimulasian di atas terlihat bahwa dari pensimulasian eksisting dan setelah dikombinasikan dengan kedua bahan tersebut terjadi penurunan nilai waktu dengung yaitu 6.3 detik pada frekuensi 500 Hz , 1.95 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.35 detik pada frekuensi 2000 Hz. Selain mengakibatkan penurunan yang cukup signifikan, pensimulasian kedua elemen tersebut dengan material yang berbeda mengakibatkan terdapat salah satu frekuensi yang memenuhi standart pada *ballroom*, yaitu pada frekuensi 1000 Hz. Sedangkan pada *meeting room*, kombinasi dua antara dinding *softboard* dan plafond *Plywood* menghasilkan nilai sebagai berikut :



Gambar 4.136 Hasil Pensimulasian pelapis dinding menggunakan *softboard* dan plafond *Plywood* pada *Meeting Room*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	183.611	0.71	0.66	0.49
125Hz:	168.916	0.75	0.70	0.54
250Hz:	120.909	0.89	0.84	0.74
500Hz:	101.896	0.91	0.89	0.65
1kHz:	93.628	0.92	0.38	1.15
2kHz:	96.244	0.86	0.48	0.59
4kHz:	71.334	0.91	0.75	0.84
8kHz:	73.084	0.77	0.68	0.71
16kHz:	79.487	0.73	0.63	0.66

Gambar 4.137 Data Hasil Pensimulasian pelapis dinding menggunakan *softboard* dan plafond *Plywood* pada *Meeting Room*

Pensimulasian dinding sebagai absorber dan plafond sebagai reflektor menghasilkan nilai waktu.17 detik pada frekuensi 1000 Hz, 0.7 detik pada frekuensi 2000 Hz. Hasil waktu dengung dari keseluruhan frekuensi menghasilkan nilai yang juga menurunkan nilai waktu dengung dengan optimal hingga **mencapai nilai standart** pada seluruh frekuensi, dari frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, dan juga 2000 Hz.

Analisis

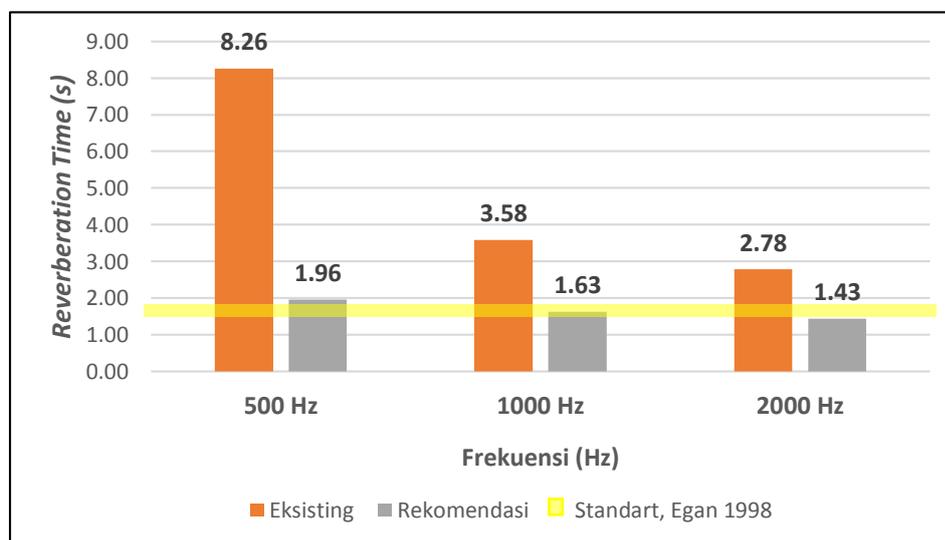
Berdasarkan hasil simulasi alternatif keempat dengan mengkombinasikan antara pelapis dinding sebagai bahan absorber yaitu *softboard* dan plafond sebagai reflektor yaitu *plywood*, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

Tabel 49

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan kombinasi pelapis dinding *softboard* dengan plafond *plywood*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	1.96	1.63	1.43

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan kombinasi material *softboard* pada dinding dan *plywood* pada plafond *ballroom*, didapatkan penurunan nilai waktu dengung salah satu frekuensi yang telah memenuhi standart yaaitu pada frekuensi 1000 Hz. Selisih antara nilai yang dihasilkan dengan standart yang telah ditentukan adalah 0.16 detik pada frekuensi 500 Hz dan 0.17 detik pada frekuensi 2000 Hz. Berikut klasifikasi grafik dari hasil perhitungan waktu dengung pada *ballroom*, sebagai berikut :



Gambar 4.138 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting alternatif kombinasi pelapis dinding *softboard* dengan plafond *plywood* pada *ballroom*

Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang berdekatan antara hasil simulasi rekomendasi desain dengan standart yang telah ditentukan. Hasil antara ketiga frekuensi tersebut terdapat satu frekuensi yang memenuhi nilai standart, yaitu frekuensi 1000 Hz dengan nilai 1.63 detik.

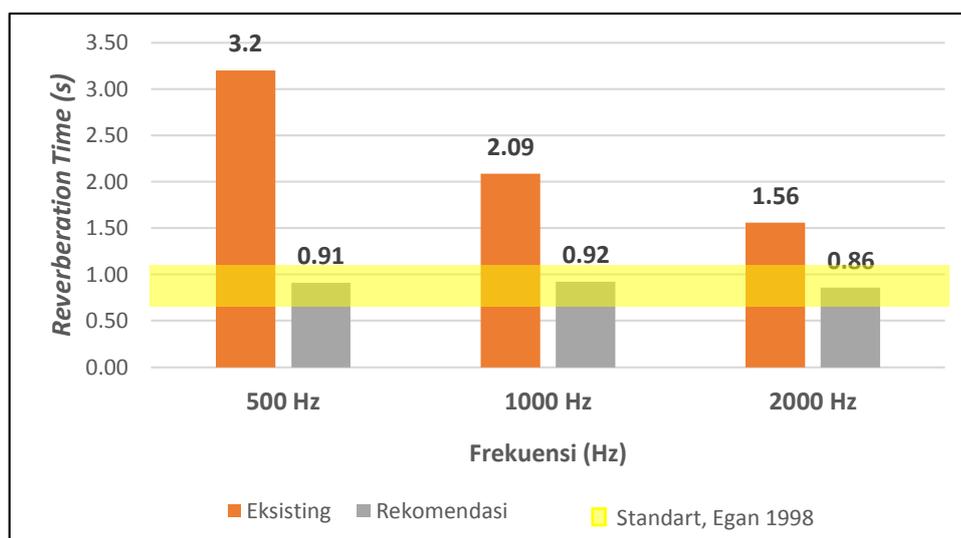
Sedangkan pada *meeting room*, dengan kombinasi pelapisan dinding *softboard* dengan plafond *plywood* yang memiliki sifat absorber pada dinding dan reflektor pada plafond, didapatkan hasil yang dapat pula menurunkan waktu dengung pada *meeting room* sebagai berikut :

Tabel 50

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan kombinasi dinding *softboard* dengan plafond *plywood*

Ruang Ballroom	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>	0.91	0.92	0.86

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting serta dapat dibuktikan bahwa rekomendasi alternatif tersebut dapat optimal dalam menurunkan nilai waktu dengung hingga mencapai angka standart

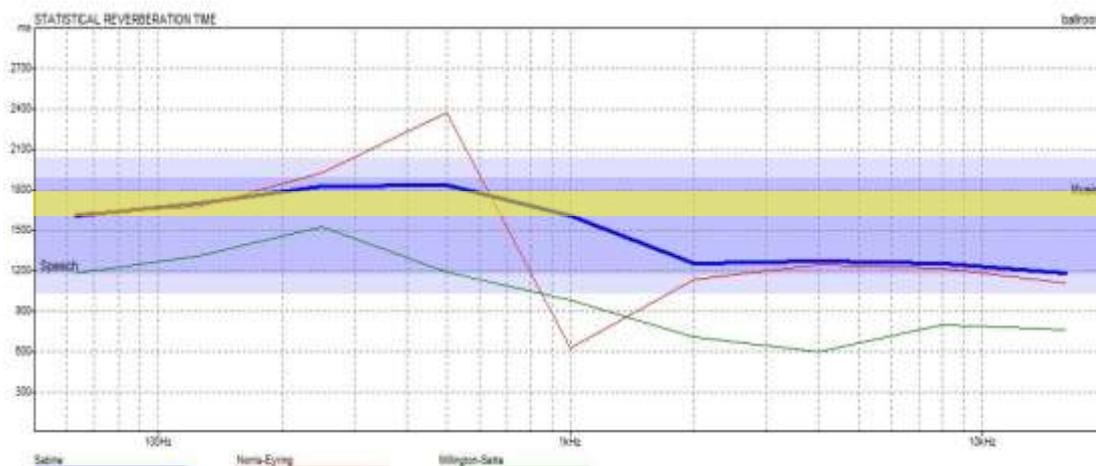


Gambar 4.139 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif pelapis lantai karpet ruang luar-dalam pada *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat penurunan nilai yang cukup signifikan dan optimal hingga mencapai angka standart pada masing-masing frekuensinya dan dapat menjadi salah satu alternatif rekomendasi yang dapat diterapkan pada ruang *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

2) Lantai Karpet berat di atas Lateks dan Plafond Plywood

Pensimulasian lantai sebagai absorber dan plafond sebagai reflektor menghasilkan nilai waktu dengung yang mengalami penurunan cukup signifikan juga pada seluruh frekuensi. Pensimulasian dengan kombinasi tersebut menghasilkan perhitungan sebagai berikut :



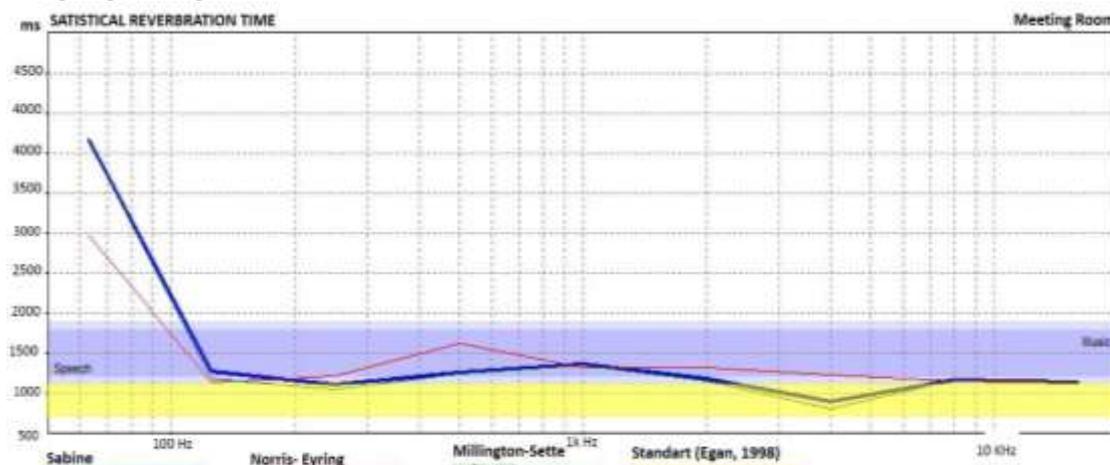
Gambar 4.140 Hasil Pensimulasian pelapis lantai menggunakan Karpet diatas Lateks dan plafond Plywood pada Ballroom

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	1396.568	1.60	1.62	1.18
125Hz:	1273.288	1.69	1.67	1.31
250Hz:	1006.752	1.82	1.93	1.53
500Hz:	833.866	1.84	2.37	1.19
1kHz:	988.235	1.61	0.62	0.98
2kHz:	1396.943	1.25	1.13	0.71
4kHz:	1293.737	1.27	1.24	0.59
8kHz:	1280.029	1.25	1.22	0.80
16kHz:	1324.674	1.18	1.10	0.76

Gambar 4.141 Data Hasil Pensimulasian pelapis lantai menggunakan Karpet di atas Lateks dan plafond Plywood pada Ballroom

Pensimulasian lantai sebagai absorber dan plafond sebagai reflektor menghasilkan nilai waktu dengung yang mengalami penurunan yang cukup signifikan dengan selisih dari kondisi awal, yaitu 6.42 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.97 detik pada frekuensi 1000 Hz serta 1.53 detik pada frekuensi 2000 Hz. Terlihat pada frekuensi 1000 Hz mengalami penurunan hingga mencapai standart, sedangkan pada frekuensi 500 Hz dan 2000 Hz telah mengalami penurunan meskipun tidak mencapai standart waktu dengung yaotu 1.6-1.8 detik (Egan, 1998). Sedangkan pada ruang *meeting room*, kombinasi anantara penggunaan lantai dengan pelapis material karpet di atas lateks tak berpori yang memiliki sifat sebagai absorber dengan plafond *plywood* yang memiliki sifat sebagai reflektor, tentunya dapat menghasilkan keseimbangan sifat yang tidak cenderung pada suatu sifat saja untuk di dalam ruangan tersebut. Hal ini dikarenakan apabila pada salah satu ruang terdapat dominasi sifat absorber saja, maka kemungkinan ruangan akan memiliki nilai waktu dengung yang sangat rendah dan ruangan akan terasa mati. Begitu pun sebaliknya, apabila ruangan lebih dominan terhadap sifat relector atau pemantul, maka ruangan akan menimbulkan cacat akustik berupa waktu dengung yang berkepanjangan. Untuk itu dilakukanlah kombinasi pada ruang *meeting room* juga

meskipun ukuran ruang tersebut termasuk kecil, dan dapat menghasilkan nilai waktu dengung, sebagai berikut :



Gambar 4.142 Hasil Pensimulasian pelapis lantai menggunakan Karpet di atas Lateks dan plafond *Plywood* pada *Meeting Room*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	0.450	3.66	2.47	3.65
125Hz:	78.023	0.78	0.64	0.69
250Hz:	91.392	0.60	0.72	0.55
500Hz:	46.785	0.77	1.13	0.75
1kHz:	29.483	0.86	0.82	0.85
2kHz:	47.385	0.68	0.83	0.66
4kHz:	125.204	0.39	0.74	0.31
8kHz:	0.214	0.68	0.65	0.68
16kHz:	0.245	0.65	0.62	0.65

Gambar 4.142 Data Hasil Pensimulasian pelapis lantai menggunakan Karpet di atas Lateks dan plafond *Plywood* pada *Meeting Room*

Pensimulasian lantai dan plafond dengan bahan material *plywood* dengan *softboard* dapat menghasilkan nilai waktu dengung yang mengalami penurunan yang cukup signifikan dari kondisi awal, yaitu 2.43 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.23 detik pada frekuensi 1000 Hz serta 1.88 detik pada frekuensi 2000 Hz. Terlihat pada frekuensi 500 Hz dan 1000 Hz mengalami penurunan hingga mencapai standart dengan nilai 0,77 detik pada frekuensi 500 Hz dan 0.86 pada frekuensi 1000 Hz. Sedangkan pada frekuensi 2000 Hz telah mengalami penurunan meskipun tidak mencapai standart waktu dengung yang telah ditentukan yaitu dengan nilai 0.68 detik, hal ini dikarenakan selain nilai koefisien yang dimiliki masing-masing frekuensi berbeda, dapat pula dipengaruhi oleh adanya koefisien serap udara yang dimiliki antara 1000 Hz dan 2000 Hz berbeda.

Analisis

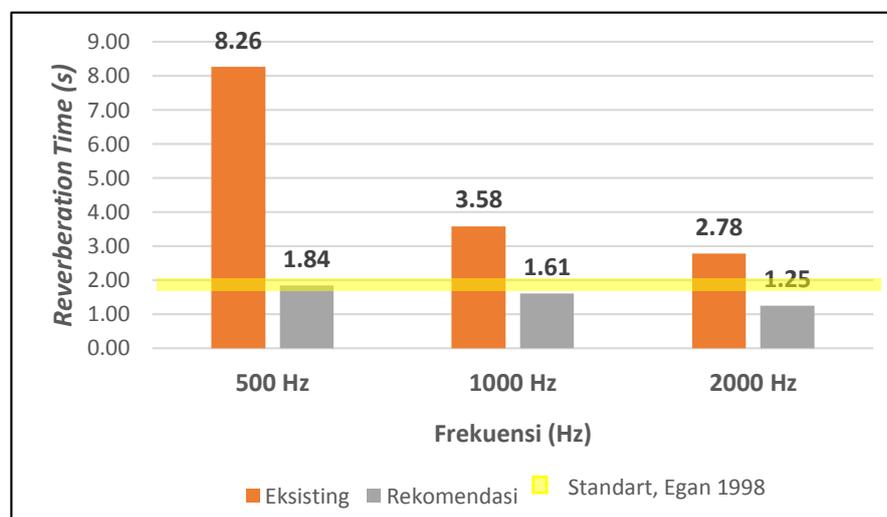
Berdasarkan hasil simulasi alternatif keempat dengan mengkombinasikan antara pelapis lantai sebagai bahan absorber yaitu karpet di atas lateks tak berpori dan plafond sebagai reflektor yaitu *plywood*, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

Tabel 51

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan kombinasi pelapis lantai karpet diatas lateks tak berpori dengan plafond *plywood*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	1.84	1.61	1.25

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan kombinasi material karpet di atas lateks tak berpori pada lantai dan *plywood* pada plafond *ballroom*, didapatkan penurunan nilai waktu dengung salah satu frekuensi yang telah memenuhi standart yaitu pada frekuensi 1000 Hz. Selisih antara nilai yang dihasilkan dengan standart yang telah ditentukan adalah 0.04 detik pada frekuensi 500 Hz dan 0.35 detik pada frekuensi 2000 Hz. Berikut klasifikasi grafik dari hasil perhitungan waktu dengung pada *ballroom*, sebagai berikut :



Gambar 4.143 Grafik perbandingan antara simulasi dengan alternatif kombinasi pelapis lantai karpet diatas lateks denagan plafond *plywood* pada *ballroom*

Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang berdekatan antara hasil simulasi rekomendasi desain dengan standart yang telah ditentukan. Hasil antara ketiga frekuensi tersebut terdapat satu frekuensi yang memenuhi nilai standart, yaitu frekuensi 1000 Hz dengan nilai 1.61 detik.

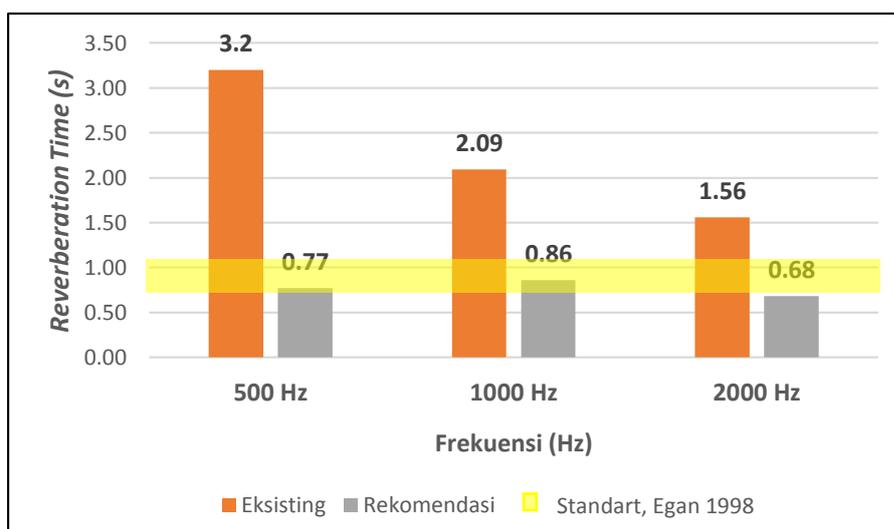
Sedangkan pada *meeting room*, dengan kombinasi pelapisan lantai karpet di atas lateks dengan plafond *plywood* yang memiliki sifat absorber pada lantai dan reflektor pada plafond, didapatkan hasil yang dapat pula menurunkan waktu dengung pada *meeting room* sebagai berikut :

Tabel 52

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan kombinasi lantai karpet diatas lateks dengan plafond *plywood*

Ruangan <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>	0.77	0.86	0.68

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting serta dapat dibuktikan bahwa rekomendasi alternatif tersebut dapat optimal dalam menurunkan nilai waktu dengung hingga mencapai angka standart.



Gambar 4.144 Grafik perbandingan antara eksisting dengan alternatif pelapis lantai karpet di atas lateks dan *plywood* pada plafond *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat penurunan nilai yang cukup signifikan dan optimal hingga mencapai angka standart pada beberapa frekuensinya, yaitu pada frekuensi 500 Hz dan 1000 Hz yaitu pada nilai 0.77 detik pada frekuensi 500 Hz dan 0.86 detik pada frekuensi 1000 Hz. Sedangkan, pada frekuensi 2000 Hz belum mencapai angka standart dan hanya terdapat pada nilai 0.68 detik.

Analisis Perbandingan antar Alternatif Kombinasi

Berdasarkan pensimulasian kombinasi antara material yang bersifat absorber pada dinding dan lantai yang dipadukan dengan material bersifat reflektor menghasilkan nilai waktu dengung yang seimbang antara bahan reflektor dan absorber dalam ruangan.

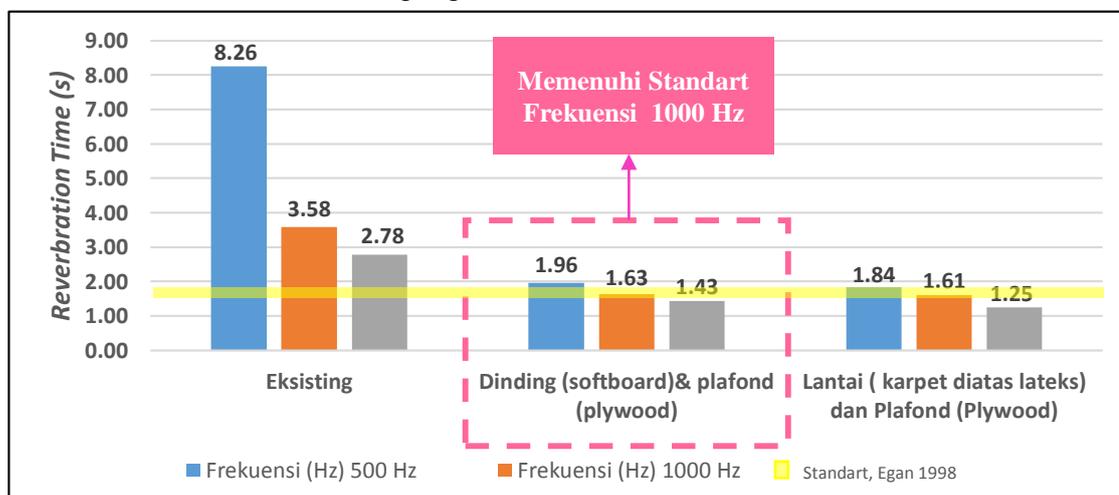
Untuk itu perlu dilakukan pengklasifikasian dan penentuan dari beberapa material yang telah dicoba untuk disimulasikan, sebagai berikut :

Tabel 53

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan Simulasi Rekomendasi Seluruh Alternatif kombinasi

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Standart	1.6 - 1.8		
Eksisting	8.26	3.58	2.78
Alternatif 1			
<i>Dinding softboard & Plafond Plywood</i>	1.96	1.63	1.43
Alternatif 2			
<i>Lantai Karpet diatas lateks tak berpori & Plafond Plywood</i>	1.84	1.61	1.25

Nilai perbandingan tabel di atas menggambarkan bahwa hanya terdapat pada frekuensi tertentu saja pada *ballroom* yang telah memasuki nilai standart yang ditentukan, yaitu pada frekuensi 1000 Hz pada masing masing alternatif. Namun hasil rata-rata selisih dengan standart yang ditentukan, alternatif kombinasi antara plafond *plywood* dengan dinding *softboard* lebih sedikit selisih nilai waktu dengungnya. Hal ini mengasrtikan bahwa alternatif kombinasi antara dinding dengan plafond telah mendekati standart waktu dengung :



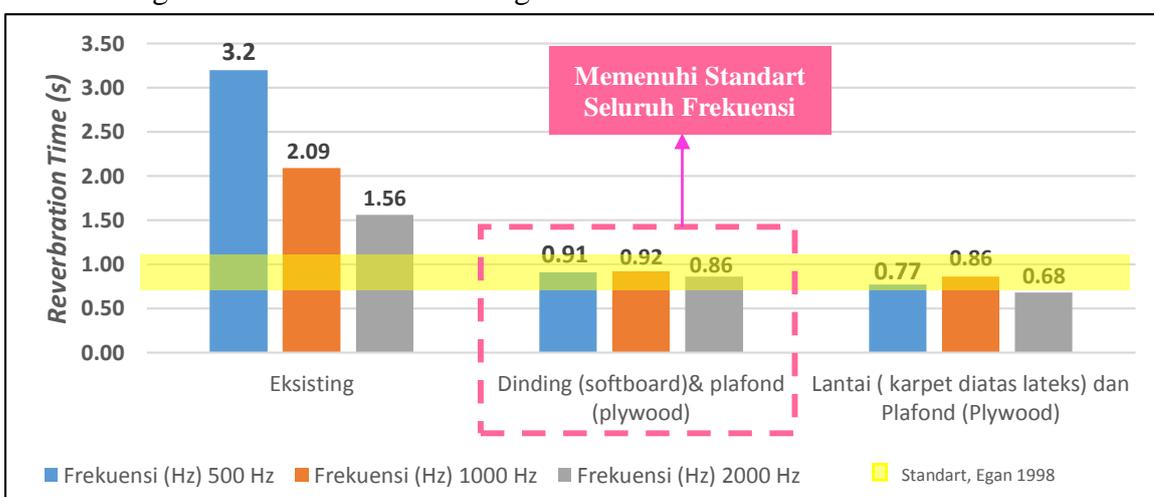
Gambar 4.145 Perbandingan dari masing-masing alternatif material lantai pada *Ballroom*

Seluruh sisi ruangan juga membutuhkan material penyerap pada lantai. Hasil perbandingan tersebut dihasilkan yang paling baik dan optimal dalam menurunkan nilai waktu dengung yaitu kombinasi dinding dengan plafond. Sedangkan pada *meeting room* dihasilkan nilai perbandingan sebagai berikut :

Tabel 54
Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan Simulasi Rekomendasi Seluruh Alternatif kombinasi

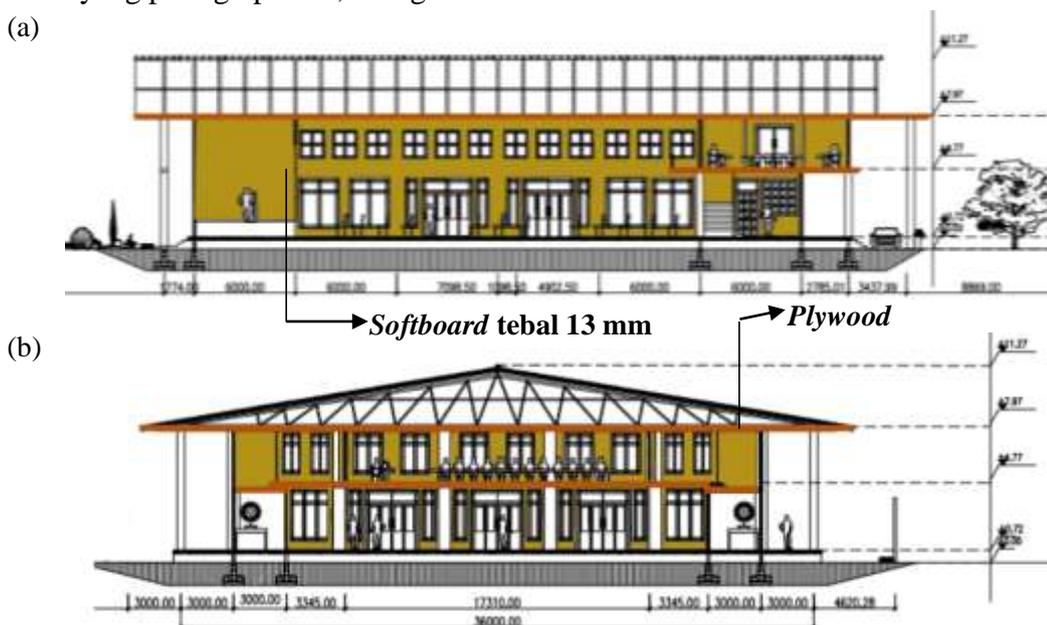
Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Standart	0.7-1.1		
Eksisting	3.2	2.09	1.56
Alternatif 1			
Dinding <i>softboard</i> & Plafond Plywood	0.91	0.92	0.86
Alternatif 2			
Lantai Karpet diatas lateks tak berpori & Plafond Plywood	0.77	0.86	0.68

Pengelompokan tabel di atas juga disajikan dalam bentuk diagram perbandingan antara ketiga alternatif kombinasi sebagai berikut :



Gambar 4.146 Perbandingan dari masing-masing alternatif kombinasi pada *Meeting room*

Hal ini juga dapat dilihat melalui detail potongan dan visualisasi 3D (3 Dimensi) alternatif yang paling optimal, sebagai berikut :



Gambar 4.147 Potongan detail alternatif kombinasi dinding *softboard* dengan plafond *plywood* (a) Potongan A-A' (b) Potongan B-B'

Berdasarkan gambar di atas, terlihat tampak potongan ruangan setelah diberikan pelapis dinding *softboard* dengan plafond *plywood* yang merupakan alternatif keempat dalam menurunkan nilai waktu dengung pada ruang *Ballroom* maupun *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Selain potongan terlihat juga pada perspektif visualisasi 3D, sebagai berikut :



Gambar 4.148 Perspektif Visualisasi 3D pada *Ballroom* setelah diberikan pelapis kombinasi dinding *softboard* dan plafond *plywood*

Sedangkan, pada *meeting room* perspektif visualisasi 3D juga terlihat yang telah diberikan pelapis kombinasi dinding *softboard* dan plafond *plywood*, sebagai berikut :

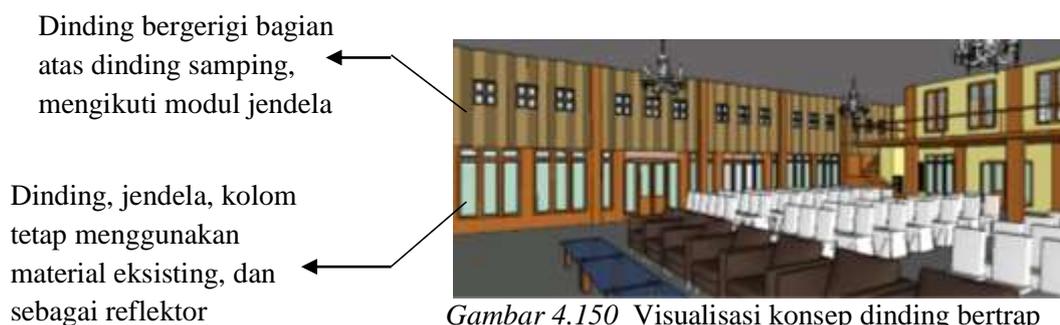


Gambar 4.149 Perspektif Visualisasi 3D pada *Meeting Room* setelah diberikan pelapis kombinasi dinding *softboard* dan plafond *plywood*

Terlihat perbedaan visualisasi 3D perbedaan antara kondisi eksisting awal dengan hasil rekomendasi setelah diberi material baru berupa kombinasi dinding *softboard* dan plafond *plywood*.

4.5.2 Simulasi Rekomendasi Alternatif-5 (Dinding Bergerigi)

Simulasi dinding bergerigi bertujuan sebagai diffuser suara, material yang diterapkan pada dinding bergerigi ini juga cenderung ke bahan absorber dan diletakkan hanya pada area dinding samping saja, hal ini difungsikan sebagai diffuser, agar suara dari penyaji dapat terdistribusi dengan baik hingga pada penonton bagian belakang. Dinding bahan material absorber diterapkan pada area atas dinding bergerigi dan di bawahnya tatap dibuat seperti kondisi eksisting karena bahan material yang digunakan pada eksisting sudah bersifat reflektor.



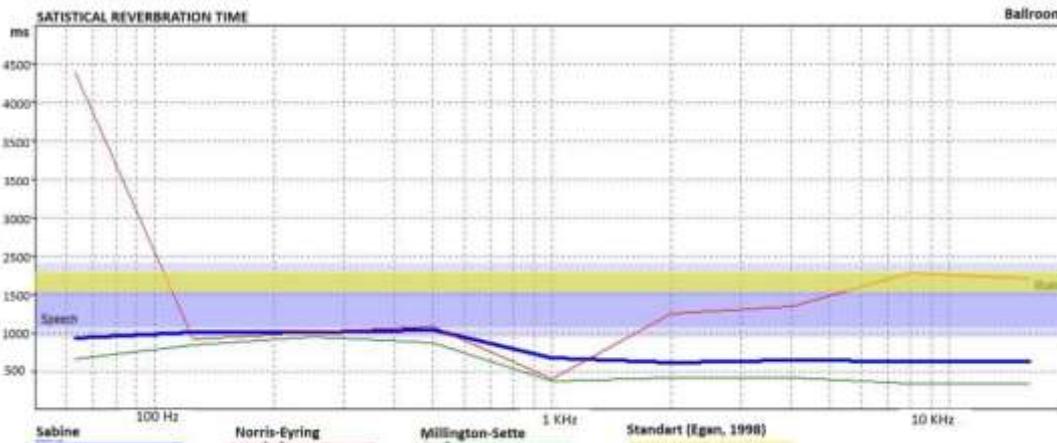
Gambar 4.150 Visualisasi konsep dinding bertrap

Selain itu apabila, banyak bahan penyerap di dinding bagian samping, maka suara yang dari penyaji tidak akan terdistribusikan dengan baik, dan akan mengalami cacat akustik atau ruangan terkesan mati akibat penyerapan yang terlalu dominan. Untuk itu dibutuhkan rekomendasi kombinasi antara absorber, reflektor dan diffuser.

Berikut material-material absorber yang diaplikasikan menggunakan bentukan gerigi;

1) Karpet Berat pada papan berserat mineral

Kombinasikan dengan material eksisting yang bersifat sebagai reflektor dengan material absorber dan juga tambahan bentuk sebagai diffuser, sehingga kombinasi tersebut untuk mengontrol atau mencegah salah satu sifat material yang dominan. Berikut perhitungan dinding bergerigi sebagai diffuser dengan bahan absorber:



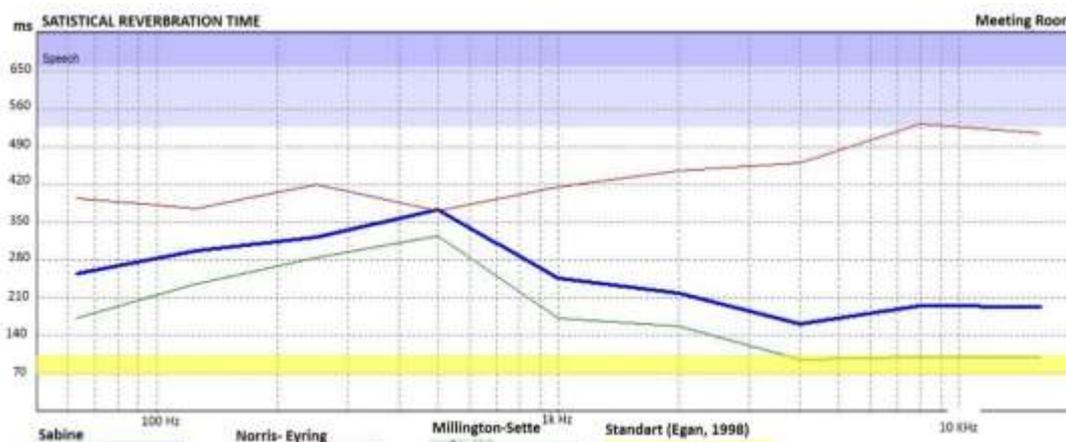
Gambar 4.151 Hasil Pensimulasian bentuk dinding bergerigi dengan pelapis *perforated mineral fiberboard* pada *ballroom*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	1122.873	0.94	4.38	0.65
125Hz:	1024.954	1.00	0.91	0.84
250Hz:	797.973	1.01	1.01	0.94
500Hz:	710.136	1.03	1.09	0.88
1kHz:	1330.268	0.68	0.40	0.37
2kHz:	1469.194	0.61	1.25	0.42
4kHz:	1401.454	0.65	1.35	0.41
8kHz:	1436.655	0.64	1.78	0.34
16kHz:	1437.287	0.63	1.71	0.33

Gambar 4.152 Data Pensimulasian bentuk dinding bergerigi dengan pelapis *perforater mineral fiberboard* pada *ballroom*

Hasil pensimulasian bentuk dinding bergerigi menggunakan material absorber menghasilkan penurunan nilai 7.23 detik pada frekuensi 500 Hz, 2.9 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 2.17 detik pada frekuensi 2000 Hz. Hasil pensimulasian tersebut memang menurunkan nilai waktu dengung dengan sangat signifikan. Namun, hasil tersebut mengakibatkan nilai waktu dengung berada di bawah angka standart sehingga dapat menghasilkan ruang yang terasa mati, dan dapat mengakibatkan kecacatan akustik, seperti ketidakjelasan suara yang berasal dari penyaji hingga ke area terjauh dari penonton.

Sedangkan pada *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo adanya dinding bergerigi yang digabungkan oleh material absorber juga mengalami penurunan yang cukup signifikan, akan tetapi penurunan tersebut mengakibatkan ruangan terasa mati. Hal ini dikarenakan nilai waktu dengung yang dihasilkan pada seluruh frekuensi berada di bawah standart waktu dengung dan menghasilkan perhitungan sebagai berikut :



Gambar 4.153 Hasil Pensimulasian bentuk dinding bergerigi dengan pelapis *perforater mineral fiberboard* pada *meeting room*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	169.143	0.26	0.39	0.17
125Hz:	141.868	0.30	0.37	0.23
250Hz:	107.128	0.32	0.42	0.28
500Hz:	80.661	0.37	0.37	0.32
1kHz:	145.253	0.25	0.42	0.17
2kHz:	163.962	0.22	0.45	0.16
4kHz:	242.923	0.16	0.46	0.10
8kHz:	190.258	0.20	0.53	0.10
16kHz:	190.277	0.19	0.52	0.10

Gambar 4.154 Hasil Pensimulasian bentuk dinding bergerigi dengan pelapis *perforater mineral fiberboard* pada *meeting room*

Hasil pensimulasian bentuk dinding bergerigi menggunakan material absorber menghasilkan nilai penurunan 2.83 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.84 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.34 detik pada frekuensi 2000 Hz. Penurunan tingkat nilai waktu dengung pada pensimulasian dinding bergerigi yang dilapisi oleh karpet yang berserat mineral mampu menurunkan nilai waktu dengung dengan cukup signifikan, namun penurunan tersebut mengakibatkan nilai waktu dengung yang terlalu rendah berada dibawah standart yang telah ditentukan. Hal ini akan mengakibatkan ruangan terasa mati dan akan mengaibatkan suara dari penyaji juga tidak tersampaikan dengan baik. Hal ini juga dipengaruhi oleh koefisien serap yang dimiliki oleh karpet serat mineral yang penyerapan hampir sempurna serta luas permukaan yang dimiliki oleh dinding bergerigi sebagai difusser.

Analisis

Berdasarkan hasil simulasi alternatif dengan menambahkan pelapis bentukan dinding bergerigi berupa *perforated mineral fiberboard*, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

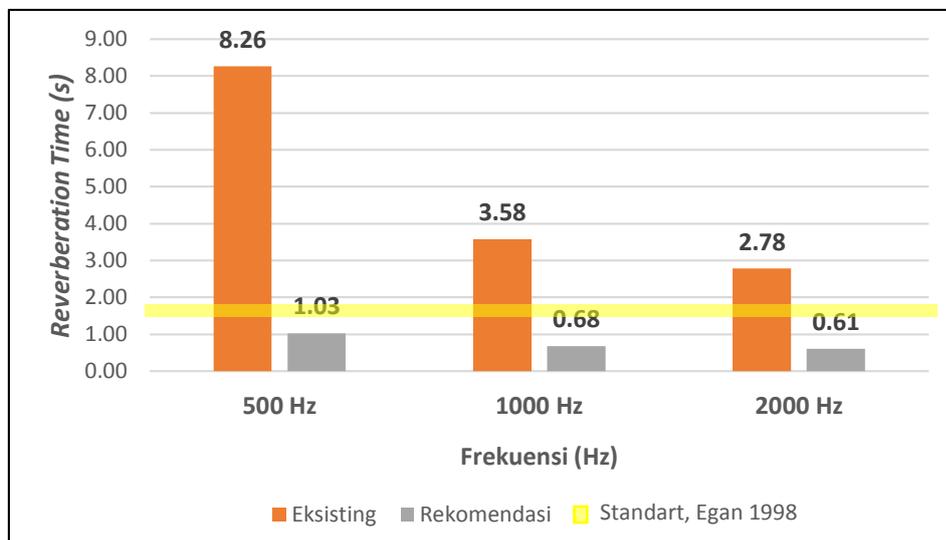
Tabel 55

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan pelapis bentukan dinding bergerigi dengan material *perforated mineral fiberboard*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>		1.6 - 1.8	
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	1.03	0.68	0.61

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan ditambahkan bentukan dinding bergerigi yang menggunakan material *perforated mineral fiberboard*, didapatkan penurunan nilai waktu dengung yang belum memenuhi standart dan hanya saja mendekati nilai standart waktu dengung saja.

Selisih antara nilai yang dihasilkan dengan standart yang telah ditentukan adalah 0.57 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.92 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.39 detik pada frekuensi 2000 Hz. Berikut klasifikasi grafik dari hasil perhitungan waktu dengung pada *ballroom*, sebagai berikut :



Gambar 4.155 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting alternatif penambahan bentuk dinding bergerigi lapis *perforated mineral fiberboard*

Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang berdekatan antara hasil simulasi rekomendasi desain dengan standart yang telah ditentukan dibandingkan dengan simulasi kondisi eksisting yang *range* antar keduanya terpaut jauh. Hasil antara ketiga frekuensi tersebut tidak terdapat satupun yang memenuhi nilai standart, dan berada di bawah standart waktu dengung.

Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan bentuk dinding bergerigi dilapisi *perforated mineral fiberboard* yang memiliki koefisien serap 0.63 pada frekuensi 500 Hz, 0.85 pada frekuensi 1000 Hz dan 0.96 pada frekuensi 2000 Hz, nilai tersebut dapat menurunkan yang cukup signifikan, seperti pada tabel berikut :

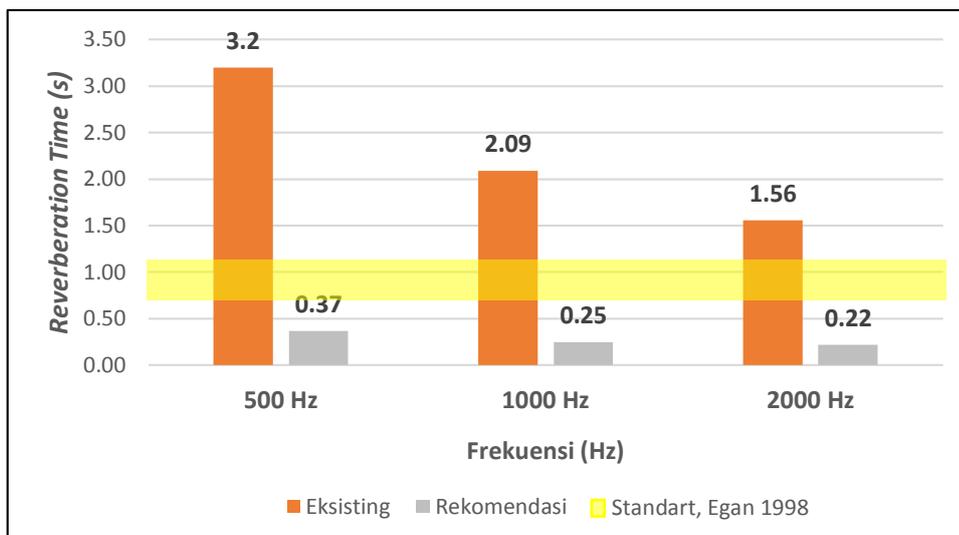
Tabel 56

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan pelapis bentukan dinding bergerigi dengan material *perforated mineral fiberboard*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Standart	0.7 - 1.1		
Eksisting	3.2	2.09	1.54
Rekomendasi	0.37	0.25	0.22

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting serta dapat dibuktikan bahwa rekomendasi

alternatif tersebut dapat menurunkan nilai waktu dengung dengan cukup signifikan antara meskipun berada di bawah nilai standart yang ditentukan.

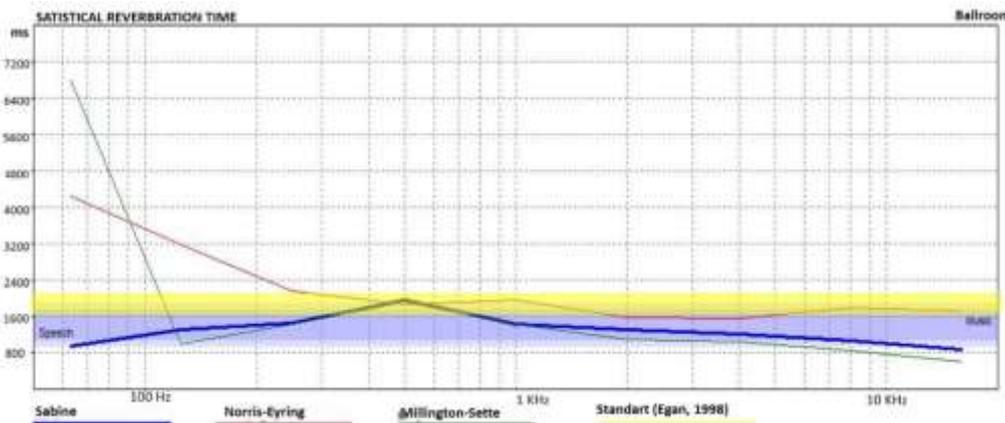


Gambar 4.156 Grafik perbandingan antara simulasi konsisi eksisting dan alternatif penambahan bentuk dinding bergerigi lapis *perforated mineral fiberboard*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat penurunan nilai yang cukup signifikan meskipun belum pada *range* standart yang telah ditentukan pada masing-masing frekuensinya dan dapat menjadi salah satu alternatif rekomendasi yang dapat diterapkan pada ruang *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo.

2) Dinding bergerigi menggunakan *Softboard*

Rekomendasi penambahan bentuk dinding bergerigi juga disimulasikan menggunakan bahan absorber yang telah dipilih yaitu *softboard* dengan koefisien penyerapan masing-masing frekuensi adalah 0.3. Berikut perhitungan dinding bergerigi yang dilapisi dinding material *softboard* sebagai bahan absorber :

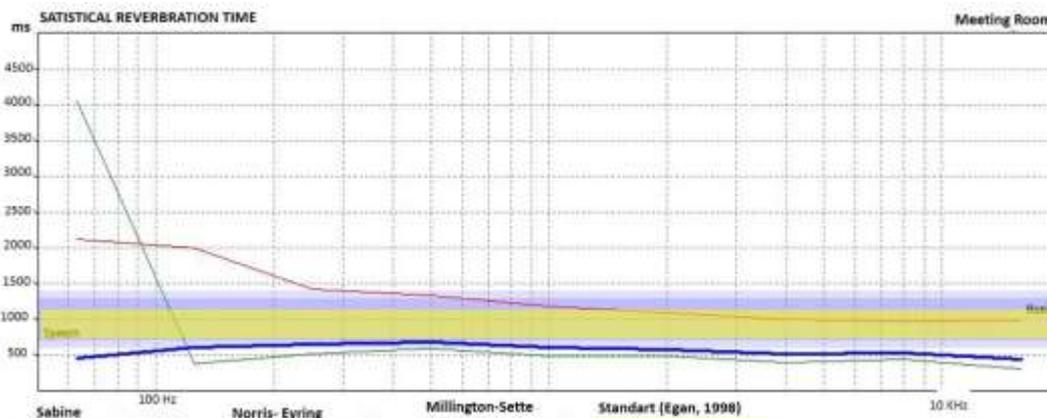


Gambar 4.157 Hasil Pensimulasian bentuk dinding bergerigi dengan pelapis *softboard* pada *ballroom*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	1173.464	0.95	4.25	6.79
125Hz:	789.002	1.31	3.18	1.00
250Hz:	461.607	1.48	2.16	1.44
500Hz:	184.358	1.97	1.87	1.93
1kHz:	417.796	1.44	1.97	1.44
2kHz:	444.977	1.32	1.58	1.11
4kHz:	550.607	1.23	1.56	1.06
8kHz:	695.069	1.08	1.80	0.86
16kHz:	926.284	0.89	1.73	0.61

Gambar 4.158 Data pensimulasian bentuk dinding bergerigi dengan pelapis *softboard* pada *ballroom*

Pensimulasian dinding bergerigi dengan menggunakan bahan pelapis *softboard* tersebut dapat menurunkan nilai waktu dengung yang cukup signifikan dan optimal, yaitu 6.29 detik pada frekuensi 500 Hz, 2.14 detik pada frekuensi 1.46 pada frekuensi 2000 Hz. Hal ini dipengaruhi oleh penyerapan suara oleh bahan abasorbsi yang digunakan. Sedangkan perhitungan nilai waktu dengung menggunakan dinding bergerigi dengan pelapis menggunakan *softboard* pada *meeting room*, sebagai berikut :



Gambar 4.159 Hasil Pensimulasian bentuk dinding bergerigi dengan pelapis *softboard* pada *meeting room*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	157.239	0.46	2.13	4.06
125Hz:	112.682	0.61	2.01	0.38
250Hz:	81.626	0.65	1.43	0.52
500Hz:	68.601	0.69	1.34	0.60
1kHz:	82.136	0.61	1.18	0.50
2kHz:	79.901	0.59	1.10	0.49
4kHz:	97.424	0.52	1.00	0.40
8kHz:	78.127	0.53	0.98	0.45
16kHz:	110.643	0.45	0.98	0.31

Gambar 4.160 Data pensimulasian bentuk dinding bergerigi dengan pelapis *softboard* pada *meting room*

Upaya dalam menyelesaikan hasil simulasi dinding, mensimulasikan dinding bergerigi dengan menggunakan bahan pelapis *softboard* tersebut dapat menurunkan nilai waktu dengung yang cukup signifikan dan optimal, yaitu 2.51 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.48 detik pada frekuensi 1000 Hz, 0.97 pada frekuensi 2000 Hz. Penurunan tersebut dapat mencapai *range* standart waktu dengung sehingga alternatif tersebut dapat digunakan sebagai salah satu pilihan rekomendasi pada ruang *meeting room* dalam mengoptimalkan kualitas akustik ruang di dalamnya.

Analisis

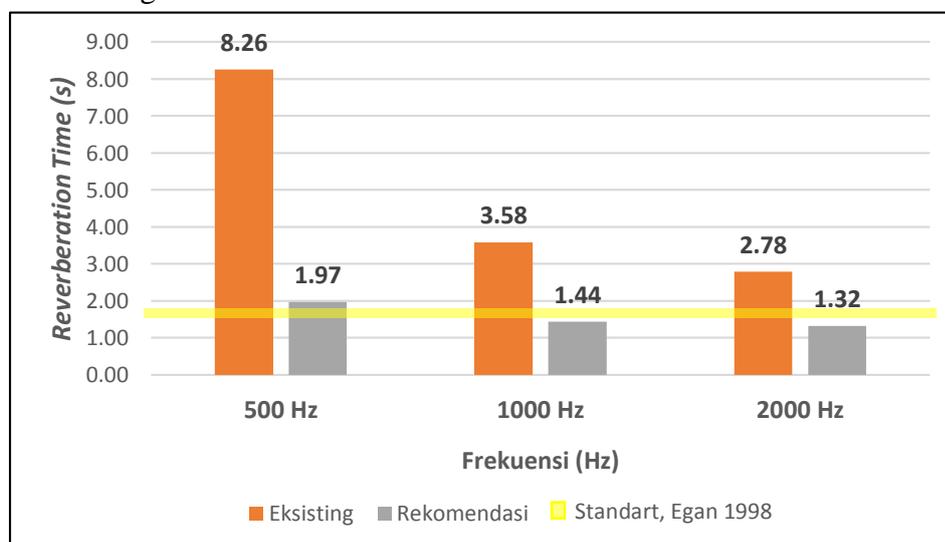
Berdasarkan hasil simulasi alternatif dengan menambahkan bentuk dinding bergerigi yang dilapisi oleh material *softboard*, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

Tabel 57

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan penambahan bentuk dinding bergerigi lapis *softboard*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	1.97	1.44	1.32

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan dinding bergerigi dengan pelapis bahan *softboard*, didapatkan penurunan nilai waktu dengung berada di bawah nilai standart yang telah ditentukan. Selisih antara nilai yang dihasilkan dengan standart yang telah ditentukan adalah 0.17 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.16 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.28 detik pada frekuensi 2000 Hz. Berikut klasifikasi grafik dari hasil perhitungan waktu dengung pada *ballroom* sebagai berikut :



Gambar 4.161 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting alternatif penambahan dinding bergerigi dilapisi *softboard* pada *Ballroom*

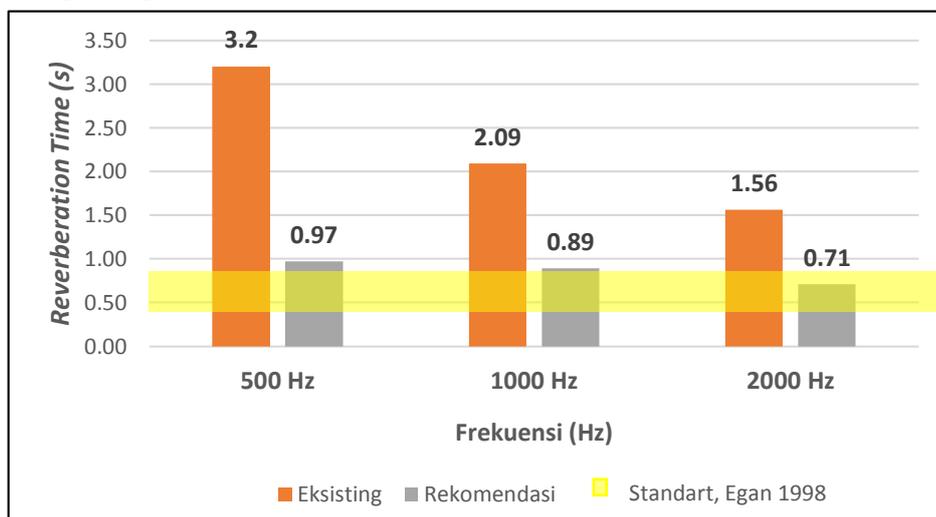
Grafik diatas menggambarkan suatu interval yang berdekatan antara hasil simulasi rekomendasi desain dengan standart yang telah ditentukan dibandingkan dengan simulasi kondisi eksisting yang *range* antar keduanya terpaut jauh. Hasil antara ketiga frekuensi tersebut tidak terdapat satupun yang memenuhi nilai standart, tetapi hanya mendekati nilai standart waktu dengung saja.

Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan bentuk dinding bergerigi dilapisi material *perforated mineral fiberboard* dan memiliki koefisien serap 0.3 pada masing-masing frekuensi. Nilai tersebut dapat menurunkan yang cukup signifikan, seperti pada tabel berikut :

Tabel 58
Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan penambahan bentuk dinding bergerigi lapis *softboard*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>	0.97	0.89	0.71

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting serta dapat dibuktikan bahwa rekomendasi alternatif tersebut dapat optimal dalam menurunkan nilai waktu dengung hingga mencapai angka standart untuk seluruh frekuensi.

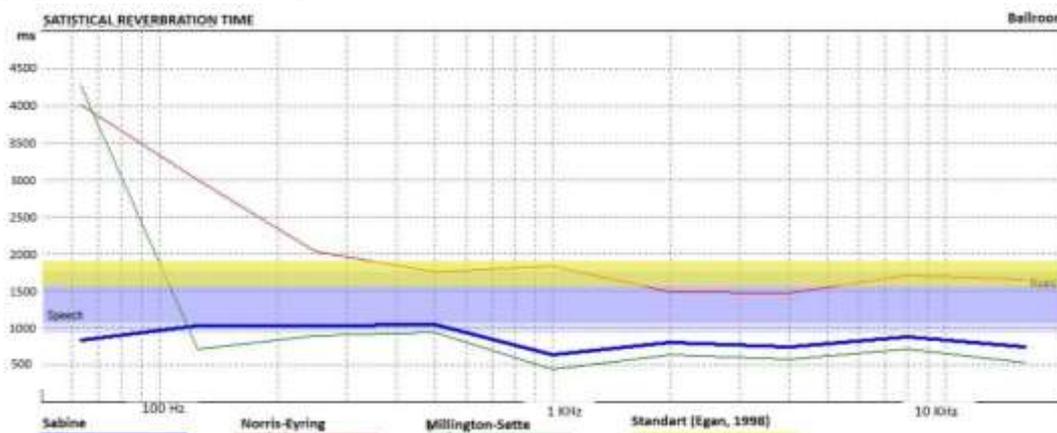


Gambar 4.162 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif penambahan dinding bergerigi dilapisi *softboard* pada *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat penurunan nilai yang cukup signifikan dan optimal hingga mencapai angka standart pada masing-masing frekuensinya dan dapat menjadi salah satu alternatif rekomendasi yang dapat diterapkan pada ruang *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo.

3) Dinding bergerigi menggunakan Papan Serat Kayu Tatal

Simulasi juga dilakukan pada dinding bergerigi yang pelapisnya berbahan papan serat kayu tatal. Dinding beregerigi tersebut hanya dipasang dibagian atas saja yang dilapisi oleh bahan absorber dengan koefisien serap yang cukup besar yaitu 0.62 pada frekuensi 500 Hz, 0.94 pada frekuensi 1000 Hz dan juga 0.64 pada frekuensi 2000 Hz. Berikut hasil pensimulasian menggunakan material absorber papan serat kayu tatal pada *Ballroom* :



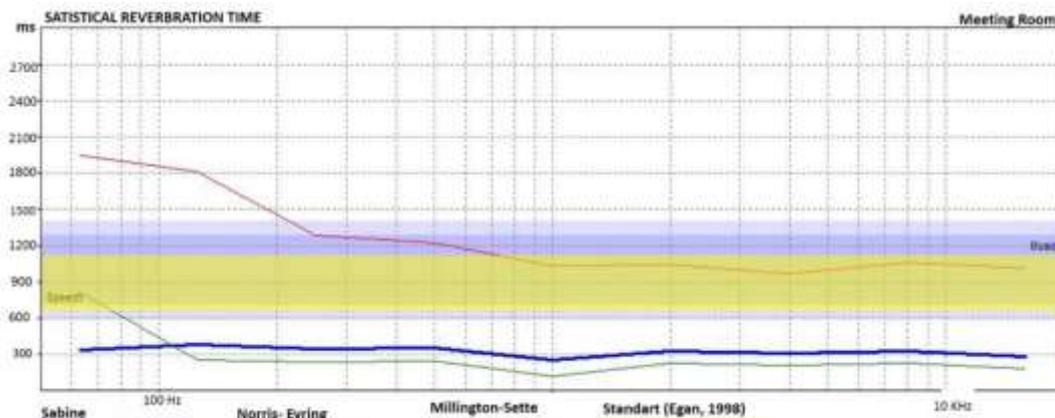
Gambar 4.163 Hasil Pensimulasian bentuk dinding bergerigi dengan pelapis papan serat kayu tatal pada *ballroom*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	1264.207	0.84	4.02	4.27
125Hz:	990.045	1.03	3.00	0.72
250Hz:	772.951	1.03	2.04	0.90
500Hz:	686.053	1.06	1.76	0.94
1kHz:	1417.607	0.64	1.83	0.45
2kHz:	993.906	0.80	1.49	0.64
4kHz:	1151.852	0.75	1.48	0.58
8kHz:	896.620	0.88	1.72	0.71
16kHz:	1117.862	0.75	1.65	0.53

Gambar 4.164 Hasil Pensimulasian bentuk dinding bergerigi dengan pelapis papan serat kayu tatal pada *ballroom*

Hasil pensimulasian di atas memperlihatkan penurunan dari kondisi eksisting yang cukup signifikan yaitu 7.2 detik pada frekuensi 500 Hz, 2.94 detik pada frekuensi 1000 Hz, 1.98 detik pada frekuensi 2000 Hz. Penurunan tersebut tergolong cukup signifikan. Pada pensimulasian ini seluruh frekuensi memiliki nilai waktu dengung yang di bawah nilai standart yang ditentukan, sedangkan *range* standart nilai RT (*reverberation time*) untuk *ballroom* yaitu 1.6-1.8 detik (Egan, 1998).

Sedangkan pada *meeting room*, menggunakan dinding bergerigi dengan pelapis bangunan papan serat kayu tatal dapat menghasilkan nilai waktu dengung sebagai berikut :



Gambar 4.165 Hasil Pensimulasian bentuk dinding bergerigi dengan pelapis papan serat kayu tatal pada *meeting room*

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	217.621	0.34	1.94	0.82
125Hz:	188.546	0.39	1.81	0.25
250Hz:	188.455	0.35	1.29	0.24
500Hz:	175.430	0.36	1.22	0.25
1kHz:	267.926	0.25	1.03	0.12
2kHz:	186.731	0.33	1.04	0.23
4kHz:	204.254	0.31	0.97	0.21
8kHz:	186.490	0.33	1.06	0.23
16kHz:	217.473	0.29	1.02	0.18

Gambar 4.166 Hasil Pensimulasian bentuk dinding bergerigi dengan pelapis papan serat kayu tatal pada *meeting room*

Hasil pensimulasian pada *meeting room* dengan konsep dinding bergerigi yang dilapisi papan serat kayu tatal tersebut dapat menghasilkan penurunan yang terbilang cukup signifikan yaitu 2.84 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.84 detik pada frekuensi 1000 Hz, serta 1.23 detik pada frekuensi 2000 Hz. Namun nilai waktu dengung yang dihasilkan terdapat di bawah standar nilai waktu dengung yang telah ditentukan sebesar 0.7-1.1 detik (Egan, 1998). Hal ini dipengaruhi oleh tingginya koefisien serap dari material papan kayu tatal kemudian ditambah lagi adanya bentuk bergerigi untuk mendistribusikan suara hingga penonton bagian belakang juga mempengaruhi kecilnya nilai waktu dengung. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh luas permukaan yang bertambah pada luas permukaan dinding bergerigi, sehingga dapat juga mempengaruhi nilai waktu dengung yang dihasilkan.

Analisis

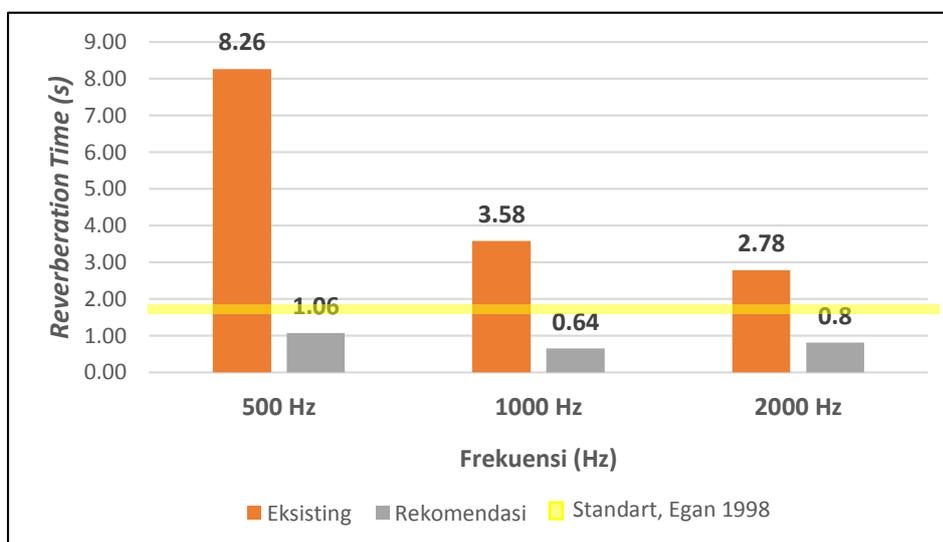
Berdasarkan hasil simulasi alternatif dengan menambahkan bentuk dinding bergerigi yang dilapisi oleh material papan serat kayu tatal, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

Tabel 59

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan penambahan bentuk dinding bergerigi lapis papan serat kayu tatal

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	1.06	0.64	0.8

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan dinding bergerigi dengan pelapis bahan papan serat kayu tatal, didapatkan penurunan nilai waktu dengung berada di bawah nilai standart yang telah ditentukan. Selisih antara nilai yang dihasilkan dengan standart yang telah ditentukan adalah 0.89 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.96 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.8 detik pada frekuensi 2000 Hz. Berikut klasifikasi grafik dari hasil perhitungan waktu dengung pada *ballroom*, sebagai berikut :



Gambar 4.167 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting alternatif penambahan dinding bergerigi dilapisi papan serat kayu tatal

Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang berdekatan antara hasil simulasi rekomendasi desain dengan standart yang telah ditentukan dibandingkan dengan simulasi kondisi eksisting yang *range* antar keduanya terpaut jauh. Hasil antara ketiga frekuensi tersebut tidak terdapat satupun yang memenuhi nilai standart, tetapi hanya mendekati nilai standart waktu dengung saja.

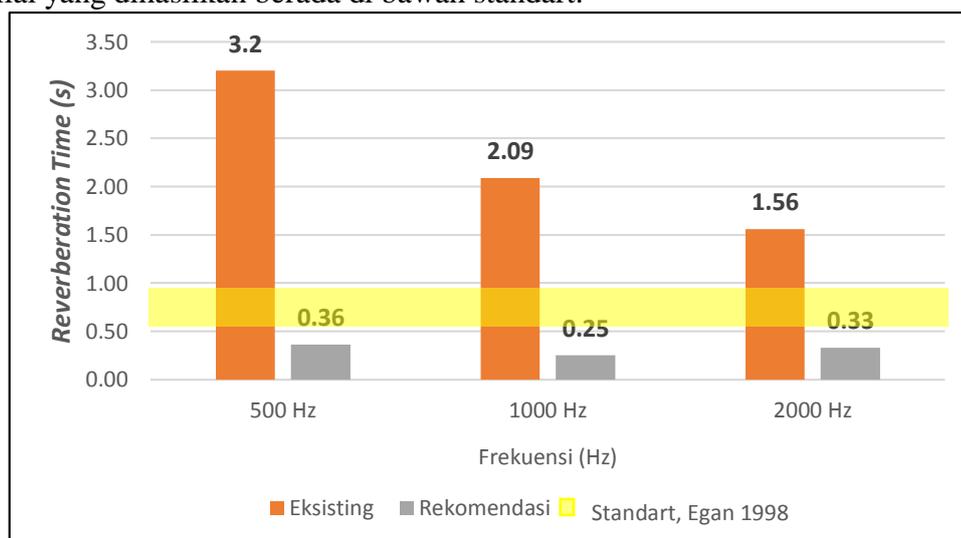
Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan bentuk dinding bergerigi dilapisi material papan serat kayu tatal dan memiliki koefisien serap 0.62 pada frekuensi 500 Hz, 0.94 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.64 pada frekuensi 2000 Hz. Nilai tersebut dapat menurunkan yang cukup signifikan, seperti pada tabel berikut :

Tabel 60

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan penambahan bentuk dinding bergerigi lapis papan serat kayu tatal

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>	0.36	0.25	0.33

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting. Penurunan tersebut dapat dikatakan cukup signifikan dikarenakan mampu menurunkan dengan sangat signifikan meskipun nilai yang dihasilkan berada di bawah standart.



Gambar 4.168 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif dinding bergerigi dilapisi papan serat kayu tatal pada *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat nilai yang dihasilkan berada pada nilai standart dengan selisih antar nilai standart yang seharusnya yaitu 0.34 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.45 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.37 detik pada frekuensi 2000 Hz. Terlihat bahwa koefisien serap yang dimiliki oleh material tersebut cukup besar, kemudian ditambahkan kembali luasan dinding bergerigi yang cukup besar, sehingga mempengaruhi waktu dengung yang dihasilkan. Semakin besar luas permukaan dan koefisien serap material yang digunakan maka, akan semakin kecil nilai waktu dengung yang dihasilkan, begitu pula sebaliknya.

Analisis Perbandingan antar Alternatif Pelapis Dinding Bergerigi

Berdasarkan pensimulasian penambahan bentuk dinding bergerigi sebagai diffuser atau penyebar bunyi pada dinding bagian samping ruangan, baik *ballroom* maupun *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Dinding bergerigi tersebut juga dilapisi bahan absorber seperti pada alternatif pelapis pada dinding sebelumnya. Untuk itu perlu dilakukan pengklasifikasian dan penentuan dari beberapa material yang telah dicoba untuk disimulasikan, sebagai berikut :

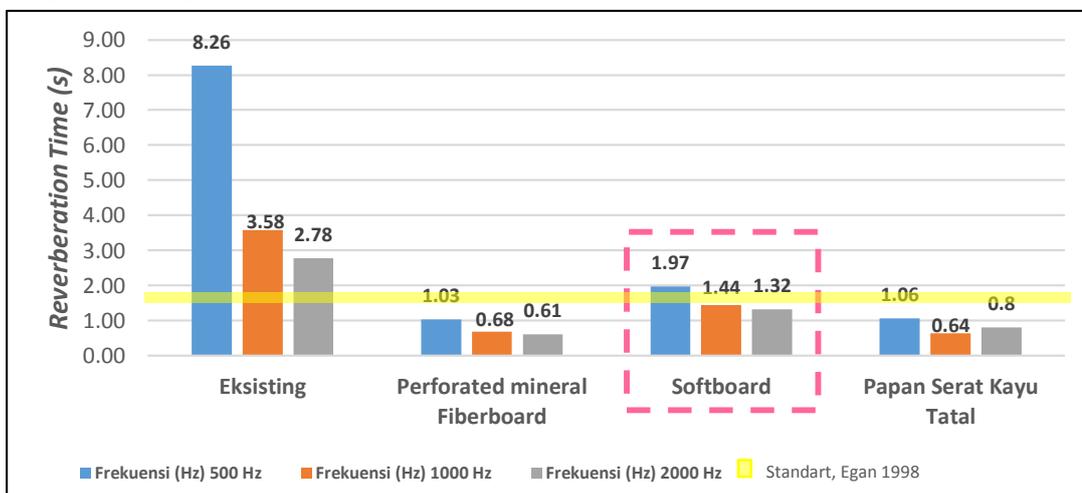
Tabel 61

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan Simulasi Rekomendasi Seluruh Alternatif Pelapis dinding bergerigi

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
Alternatif 1			
Dinding Bergerigi dilapisi <i>Perforated Mineral Fiberboard</i>	1.03	0.68	0.61
Alternatif 2			
Dinding Bergerigi dilapisi <i>softboard</i>	1.97	1.44	1.32
Alternatif 3			
Dinding Bergerigi dilapisi <i>Papan Serat Kayu Tatal</i>	1.06	0.64	0.8

Nilai perbandingan tabel di atas menggambarkan bahwa hanya masih belum terdapat alternatif yang memasuki nilai standart yang ditentukan, hanya saja mendekati dengan selisih yang tidak terlalu jauh. Hal ini dikarenakan sebagian besar alternatif yang disimulasikan menghasilkan nilai waktu dengung yang di bawah standart sehingga ruangan akan terasa mati.

Selain secara tabel, perbandingan tersebut juga dapat dilihat melalui grafik atau diagram sebagai berikut :



Gambar 4.169 Perbandingan dari masing-masing alternatif dinding bergerigi yang terlapisi beberapa material pada *Ballroom*

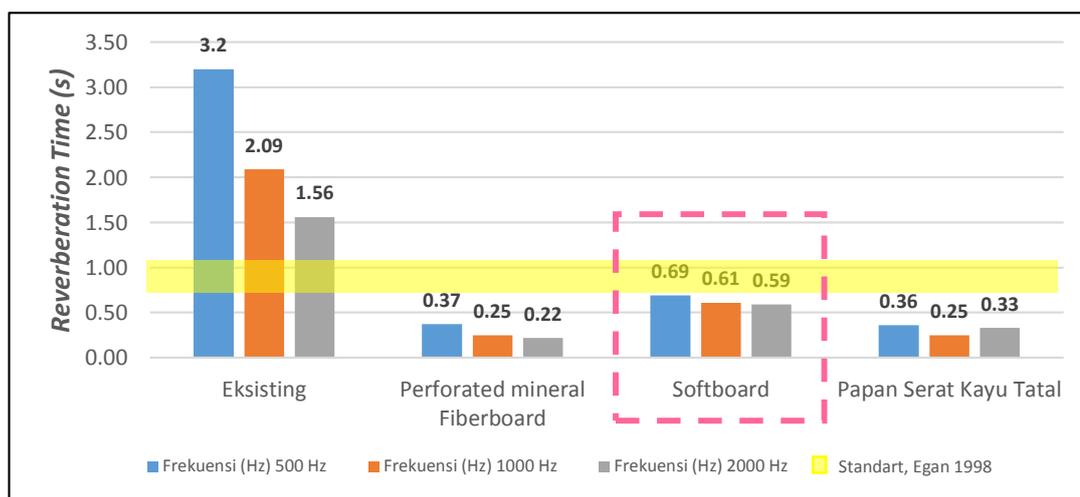
Terlihat pada grafik di atas, bahwa dari alternatif pelapisan dinding bergerigi yang dilapisi beberapa material absorber pada dinding, didapatkan hasil paling optimal mendekati standart yang ditentukan adalah alternatif dinding bergerigi dilapisi bahan *softboard*, dikarenakan memiliki selisih paling sedikit dibandingkan alternatif pelapis dinding bergerigi lainnya. Sedangkan, pada *meeting room* didapatkan perbandingan pelapis dinding bergerigi dari beberapa mineral yaitu :

Tabel 62

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan Simulasi Rekomendasi Seluruh Alternatif diding bergerigi

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Standart	0.7-1.1		
Eksisting	3.2	2.09	1.56
Alternatif 1			
Dinding Bergerigi dilapisi <i>Perforated Mineral Fiberboard</i>	0.37	0.25	0.22
Alternatif 2			
Dinding Bergerigi dilapisi <i>softboard</i>	0.69	0.61	0.59
Alternatif 3			
Dinding Bergerigi dilapisi <i>Papan Serat Kayu Tatal</i>	0.36	0.25	0.33

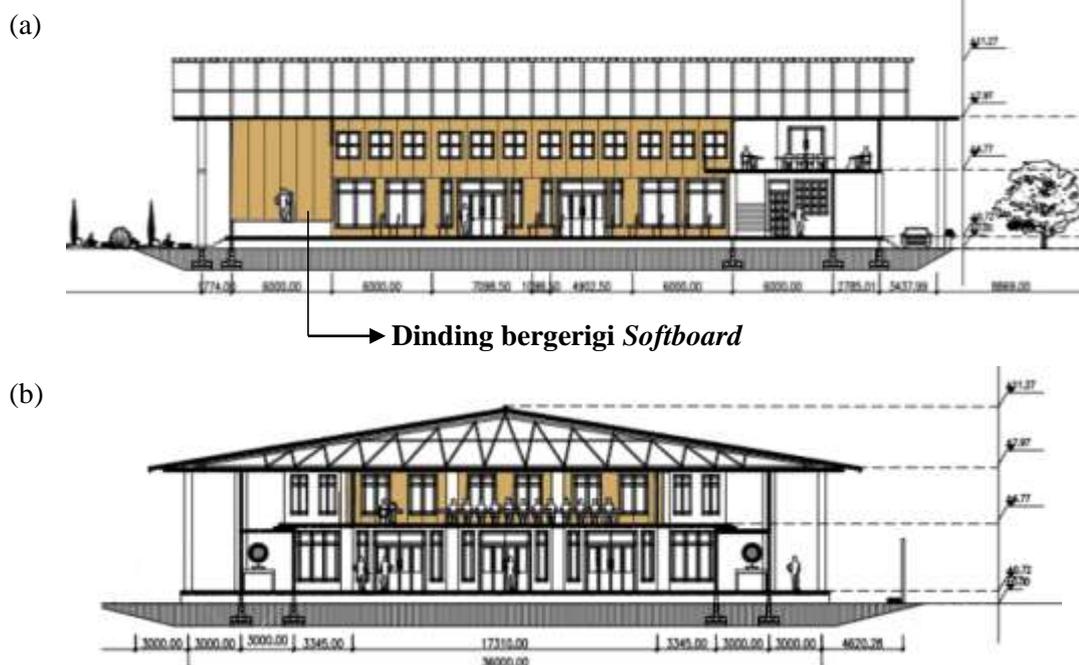
Pengelompokan tabel di atas disajikan dalam bentuk diagram perbandingan antara ketiga alternatif pelapis dinding bergerigi di *meeting room*, sebagai berikut :



Gambar 4.170 Perbandingan dari masing-masing alternatif pelapis dinding bergerigi pada *Meeting room*

Grafik di atas menggambarkan bahwa, penggunaan beberapa material yang diterapkan pada alternatif penambahan bentuk dinding bergerigi yang paling optimal yaitu alternatif dengan dilapisi bahan *softboard* pada ruang *meeting room*.

Hal ini juga dapat dilihat melalui detail potongan dan visualisasi 3D (3 Dimensi) alternatif pelapis bentuk dinding bergerigi tambahan yang paling optimal, sebagai berikut :



Gambar 4.171 Potongan detail alternatif lapisan penambahan bentuk dinding bergerigi (a) Potongan A-A' (b) Potongan B-B'

Berdasarkan gambar di atas, terlihat tampak potongan ruangan setelah diberikan pelapis bentuk dinding bergerigi dengan material *softboard* yang merupakan alternatif kelima dalam menurunkan nilai waktu dengung pada ruang *Ballroom* maupun *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Selain potongan terlihat juga pada



Gambar 4.172 Perspektif Visualisasi 3D pada *Ballroom* setelah diberikan pelapis *softboard* pada permukaan dinding bergerigi

Sedangkan, pada *meeting room* perspektif visualisasi 3D juga terlihat yang telah diberikan pelapis kombinasi dinding *softboard* dan plafond *plywood*, sebagai berikut



Gambar 4.173 Perspektif Visualisasi 3D pada *Meeting Room* setelah diberikan pelapis *softboard* pada permukaan dinding bergerigi

Terlihat perbedaan visualisasi 3D perbedaan antara kondisi eksisting awal dengan hasil rekomendasi setelah diberi material baru berupa pelapis *softboard* pada permukaan dinding bergerigi.

4.5.2 Simulasi Rekomendasi Alternatif-6

Pensimulasian alternatif keenam merupakan salah satu alternatif bentuk pada plafond yang digunakan bentuk dengan konsep plafond gantung bertrap, dimana alternatif tersebut dapat pula diberikan alternatif kepada setiap material plafond yang sebelumnya telah dipilih, agar pensimulasian pada bentuk tersebut dapat mewakili jenis dan koefisien material tertentu untuk elemen plafond.

Material yang juga disimulasikan dengan alternatif plafond gantung bertrap tersebut disimulasikan dengan material *plywood*, *plasterboards*, dan *plaster* pada papan bilah yang menyesuaikan juga pada alternatif yang telah ditentukan pada masing-masing pelapis plafond sebelumnya.

Plesterboard

Plywood

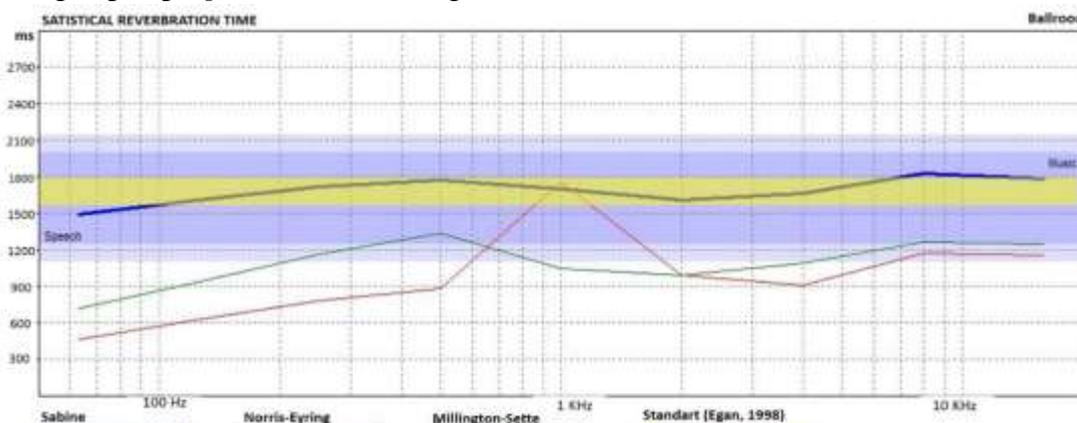


Gambar 4.174 Visualisasi alternatif keenam dengan konsep gantung bertrap

Berikut hasil pensimulasian perhitungan waktu dengung alternatif keenam menggunakan konsep plafond gantung bertrap berdasarkan material yang digunakan :

1) Plafond Gantung Bertrap dengan *Plasterboard*

Simulasi rekomendasi desain ini yaitu dengan menambahkan elemen bentuk plafond gantung yang dibuat bertrap dan diharapkan konsep tersebut dapat menyebarkan suara hingga letak penonton bagian belakang yang juga dilapisi oleh material *plasterboard*. Koefisien serap pada alternatif langit-langit gantung dilapisi *plasterboard* yaitu 0.10 pada frekuensi 500 Hz, 0.05 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.05 pada frekuensi 2000 Hz. Berikut hasil simulasi menggunakan plafond gantung dengan pelapis *plasterboard*, sebagai berikut :



Gambar 4.175 Hasil rekomendasi desain penambahan elemen bentuk plafond gantung bertrap dengan pelapis *plasterboard* pada *ballroom*

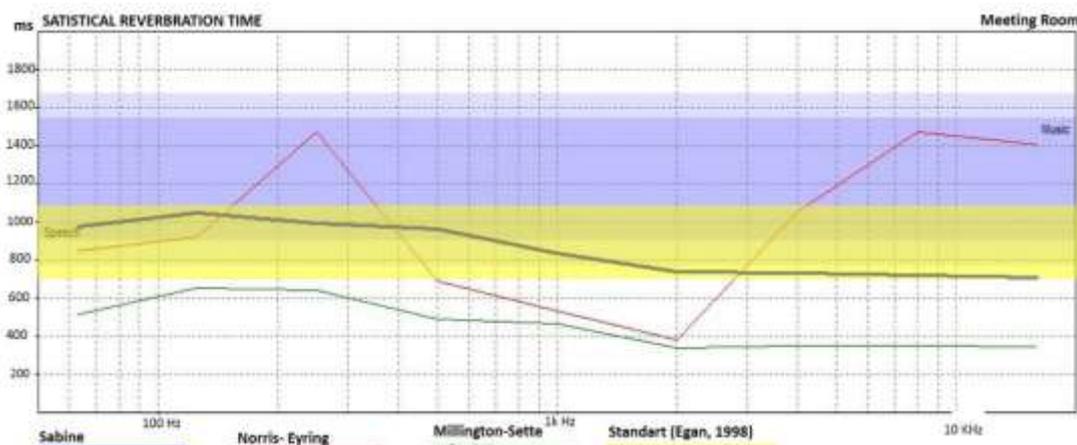
FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	2920.494	1.49	0.47	0.72
125Hz:	2656.502	1.61	0.63	0.94
250Hz:	2160.638	1.72	0.79	1.17
500Hz:	1939.478	1.77	0.89	1.34
1kHz:	2027.866	1.70	1.75	1.04
2kHz:	2111.056	1.61	1.00	0.99
4kHz:	2015.522	1.67	0.91	1.09
8kHz:	1724.499	1.83	1.18	1.27
16kHz:	1725.120	1.78	1.16	1.25

Gambar 4.176 Data hasil rekomendasi desain penambahan elemen bentuk plafond gantung bertrap dengan pelapis *plasterboard* pada *ballroom*

Hasil simulasi rekomendasi desain di atas, terlihat bahwa nilai waktu dengung terjadi penurunan 6.49 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.88 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.17 detik pada frekuensi 2000 Hz. Hasil penurunan pada ketiga frekuensi tersebut cukup signifikan dan optimal, dimana nilai waktu dengung setelah diberikan suatu rekomendasi desain berupa plafond gantung bertrap tersebut pada *ballroom*

mencapai nilai waktu dengung yang sesuai standart dengan range 1.6 -1.8 detik. Untuk, itu rekomendasi desain tersebut dapat diterapkan pada *ballroom* untuk mencapai kualitas ruang yang baik dan optimal.

Sedangkan, pada *meeting room* terjadi penurunan pula setelah diberikan rekomendasi desain alternatif kelima yaitu dengan menambahkan elemen bentuk plafond gantung, sebagai berikut :



Gambar 4.177 Hasil rekomendasi desain penambahan elemen bentuk plafond gantung bertrap dilapisi *plasterboard* pada *meeting room*

Grafik di atas juga dapat dijelaskan melalui data nilai waktu dengung berdasarkan beberapa frekuensi sebagai berikut :

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	341.558	0.98	0.85	0.52
125Hz:	311.578	1.05	0.93	0.66
250Hz:	313.941	1.00	1.48	0.65
500Hz:	310.356	0.96	0.69	0.49
1kHz:	357.543	0.84	0.54	0.47
2kHz:	407.384	0.74	0.38	0.34
4kHz:	399.712	0.73	1.06	0.35
8kHz:	382.898	0.73	1.47	0.35
16kHz:	382.965	0.71	1.41	0.35

Gambar 4.178 Data hasil rekomendasi *meeting room* penambahan elemen bentuk plafond gantung bertrap dilapisi *plasterboard*

Berdasarkan hasil simulasi rekomendasi desain pada *meeting room* di atas terlihat bahwa dengan penambahan elemen bentuk plafond gantung bertrap dilapisi *plasterboard* pada plafond *meeting room*, dapat menurunkan waktu dengung 2.24 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.25 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.82 detik pada frekuensi 2000 Hz dari kondisi eksisting. Alternatif tersebut, merupakan alternatif yang cukup optimal dalam manurunkan nilai waktu dengung hingga mencapai angka

standart yang telah ditentukan. Sehingga, penggunaan plafond gantung bertrap pada kedua ruang tersebut dapat dikatakan mampu menurunkan nilai waktu dengung hingga angka standart dan kedua ruangan tersebut akan lebih hidup serta memiliki kualitas akustik yang baik.

Analisis

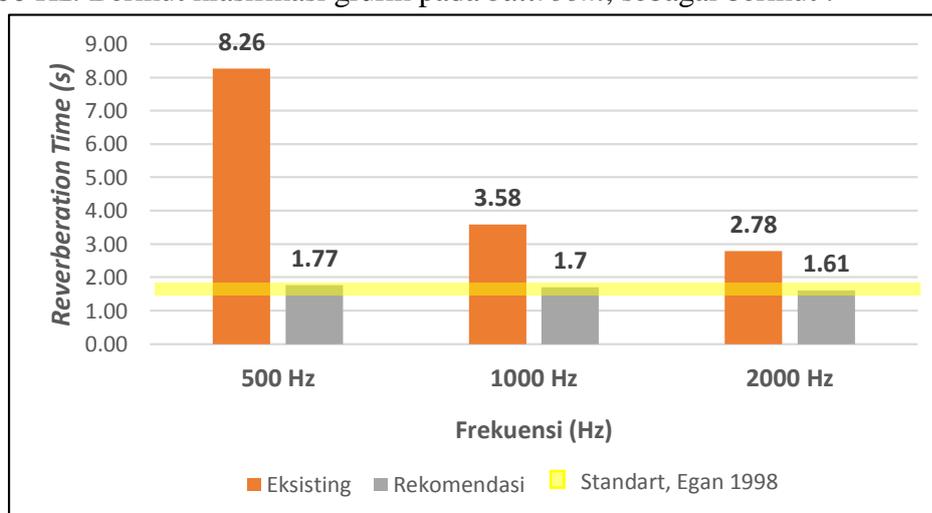
Berdasarkan hasil simulasi alternatif dengan menambahkan bentuk plafond gantung bertrap yang dilapisi oleh material *plasterboard*, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

Tabel 63

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan penambahan bentuk pladong gantung bertrap dipalisi *plesterboard*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	1.77	1.7	1.61

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan plafond gantung bertrap dilapisi bahan *plesterboard*, didapatkan penurunan nilai waktu dengung yang cukup optimal dan sangat baik, dikarenakan pada pensimulasian ini nilai waktu dengung berada pada nilai standart waktu dengung yang telah ditentukan, yaitu pada range 1.6-1.8 detik (Egan, 1998). Selisih antara nilai yang dihasilkan dengan standart yang telah ditentukan adalah 6.49 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.88 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.17 detik pada frekuensi 2000 Hz. Berikut klasifikasi grafik pada *ballroom*, sebagai berikut :



Gambar 4.179 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif penambahan plafond gantung bertrap *plasterboard* pada *ballroom*

Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang terpaut jauh antara kondisi eksisting dengan hasil pensimulasian setelah diberikan plafond gantung bertrap menggunakan bahan *plesterboard*. Hasil yang didapat seluruh frekuensi tepat pada nilai standart yang ditentukan, sehingga alternatif tersebut dapat digunakan sebagai salah satu rekomendasi yang paling tepat di antara alternatif lainnya untuk ruang *ballroom*.

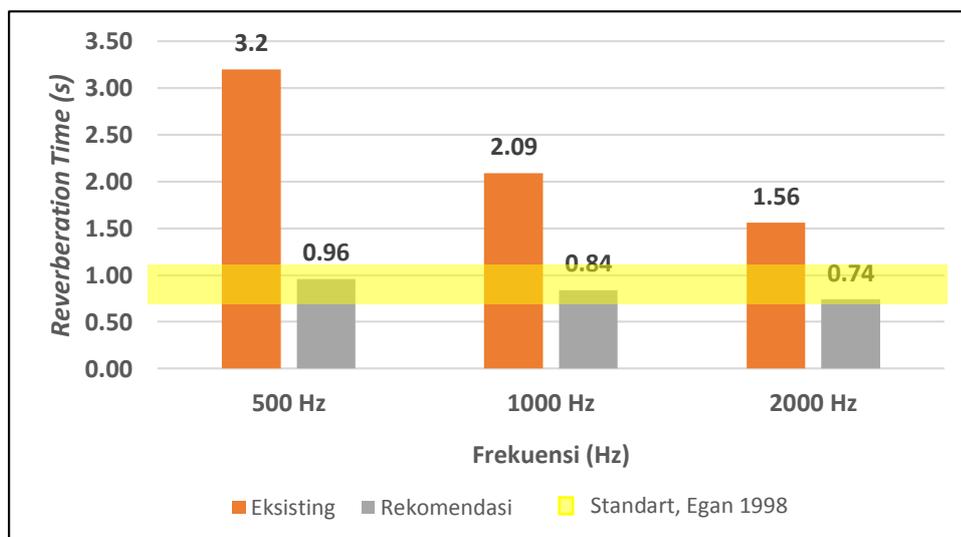
Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan bentuk plafond gantung bertrap dilapisi *plasterboard* yang memiliki koefisien serap 0.10 pada frekuensi 500 Hz, 0.05 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.05 pada frekuensi 2000 Hz. Nilai tersebut dapat menurunkan yang cukup signifikan, seperti pada tabel berikut :

Tabel 64

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan penambahan bentuk plafond gantung bertrap dilapisi *plesterboard*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>	0.96	0.84	0.74

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting. Penurunan tersebut dapat dikatakan cukup signifikan dan optimal juga, dikarenakan mampu menurunkan dengan sangat signifikan dan hasil antara ketiga frekuensi tersebut memasuki *range* nilai standart waktu dengung yang telah ditentukan. Hal ini juga dapat terlihat pada diagram atau grafik perbandingan kondisi eksisting dengan setelah diberikan rekomendasi, sebagai berikut :



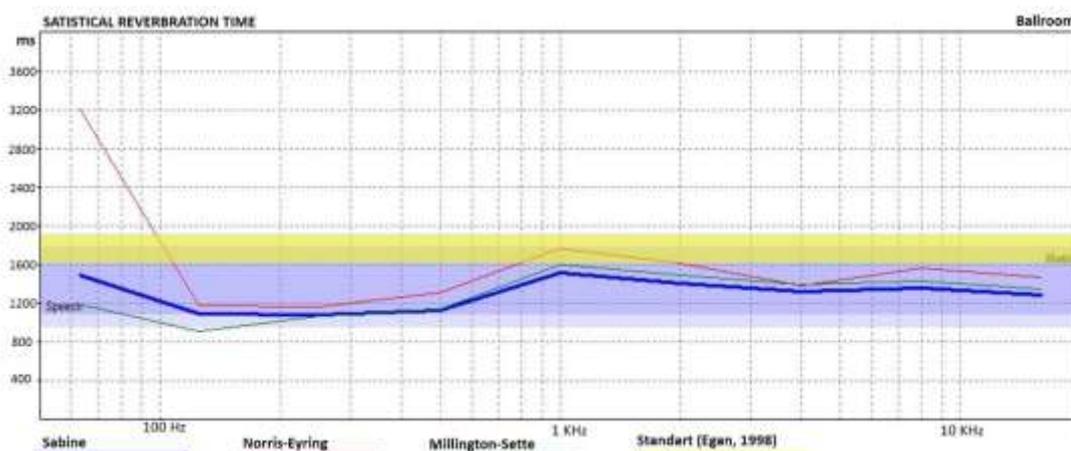
Gambar 4.180 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif plafond gantung bertrap dilapisi *plesterboard* pada *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat nilai waktu dengung yang ketiga frekuensi memasuki *range* bewarna kuning yang memiliki arti bahwa nilai pada masing-masing frekuensi memasuki standart waktu dengung yang telah ditentukan. Pencapaian hingga memasuki nilai standart waktu dengung yang ditentukan ini, dikarenakan bentuk plafond dinding bertrap yang memiliki luasan semakin luas dibandingkan kondisi eksisting juga memepengaruhi turunnya nilai waktu dengung. Semakin besar luas permukaan pada suatu bidang , maka semakin kecil juga nilai waktu dengung dalam ruangan tersebut.

Alternatif plafond gantung bertrap dilapisi *plasterboard* ini dapat digunakan sebagai rekomendasi yang paling baik dan optimal untuk mewujudkan ruang yang berkualitas akustik baik diantara alternatif lainnya, dikarenakan alternatif ini selain dapat menurunkan waktu dengung, alternatif ini juga dapat mendistribusikan suara hingga posisi penonton bagian belakang sebagai *diffuser*.

2) Plafond Gantung Bertrap dengan Plywood

Simulasi rekomendasi desain ini yaitu dengan menambahkan elemen bentuk plafond gantung yang dibuat bertrap dan diharapkan konsep tersebut dapat menyebarkan suara hingga letak penonton bagian belakang yang juga dilapisi oleh material *Plywood*. Koaefisien serap material tersebut yaitu 0.17 pada frekuensi 500 Hz, 0.09 pada frekuensi 1000 Hz, 0.10 pada frekuensi 2000 Hz. *Plywood* termasuk dalam material yang bersifat reflektor untuk plafond namun memiliki koefisien serap yang paling tinggi di antara material reflektor plafond lainnya. Plafond pada alternatif tersebut juga sama dengan material alternatif sebelumnya yang menggunakan besi *hollow* sebagai penyangga kemudian bagian bawah yang tidak rata tersebut menggunakan *plywood* untuk material di bawahnya. Berikut hasil simulasi menggunakan plafond gantung dengan pelapis *plywood*, sebagai berikut :



Gambar 4.181 Hasil rekomendasi desain penambahan elemen bentuk plafond gantung bertrap dilapisi *Plywood* pada *Ballroom*

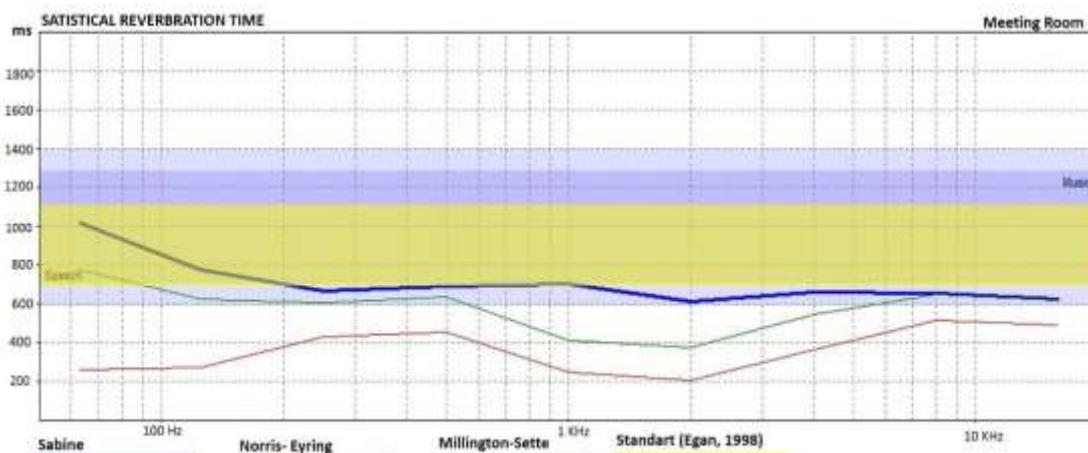
Grafik di atas terlihat bahwa garis Sabine (biru tua) berada di bawah standart, dan tidak termasuk pada *range* yang bewarna kuning yang mengartikan bahwa area yang sesuai standart 1.6- 1.8 detik pada *ballroom* (Egan, 1998). Grafik tersebut juga dijelaskan pada data nilai waktu dengung, sebagai berikut :

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	650.023	1.49	3.21	1.19
125Hz:	956.301	1.09	1.18	0.91
250Hz:	669.785	1.78	1.17	1.07
500Hz:	476.997	1.13	1.31	1.14
1kHz:	139.527	1.52	1.77	1.61
2kHz:	128.916	1.41	1.61	1.49
4kHz:	199.960	1.33	1.39	1.39
8kHz:	148.097	1.36	1.57	1.43
16kHz:	148.717	1.29	1.47	1.35

Gambar 4.182 Data hasil rekomendasi desain penambahan elemen bentuk plafond gantung bertrap dilapisi *plywood* pada *ballroom*

Hasil simulasi rekomendasi desain plafond gantung bertrap dilapisi *plywood*, terlihat bahwa nilai waktu dengung terjadi penurunan 7.13 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.78 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.37 detik pada frekuensi 2000 Hz. Hasil penurunan pada ketiga frekuensi tersebut cukup signifikan, terlihat dari nilai waktu dengung setelah diberikan suatu rekomendasi desain berupa plafond gantung bertrap dilapisi *plywood* tersebut pada *ballroom* berada di bawah nilai standart waktu dengung. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh juga dari nilai koefisien *Plywood* yang paling tinggi diantara koefisien lain untuk elemen plafond sebagai reflektor.

Sedangkan, pada *meeting room* terjadi penurunan pula setelah diberikan rekomendasi desain alternatif yaitu dengan menambahkan elemen bentuk plafond gantung dilapisi *plywood*, sebagai berikut :



Gambar 4.183 Hasil rekomendasi desain penambahan elemen bentuk plafond gantung bertrap dilapisi *Plywood* pada *meeting room*

Grafik di atas terlihat bahwa garis Sabine (biru tua) berada di bawah standart, dan tidak termasuk pada range yang berwarna kuning yang mengartikan bahwa batas area satandard antara 0.7-1.1 detik pada *meeting room* (Egan, 1998). Grafik tersebut juga dijelaskan pada data nilai waktu dengung, sebagai berikut :

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	58.376	1.02	0.26	0.78
125Hz:	78.649	0.78	0.27	0.63
250Hz:	79.149	0.67	0.43	0.61
500Hz:	59.054	0.70	0.46	0.64
1kHz:	51.370	0.71	0.25	0.42
2kHz:	60.978	0.62	0.21	0.38
4kHz:	38.093	0.67	0.36	0.55
8kHz:	10.681	0.66	0.52	0.65
16kHz:	10.748	0.62	0.50	0.62

Gambar 4.184 Hasil rekomendasi desain penambahan elemen bentuk plafond gantung bertrap dilapisi *Plywood* pada *meeting room*

Hasil simulasi rekomendasi desain plafond gantung bertrap dilapisi *plywood* pada *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo, terlihat bahwa nilai waktu dengung terjadi penurunan 2.5 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.38 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.94 detik pada frekuensi 2000 Hz. Hasil penurunan pada ketiga frekuensi tersebut cukup signifikan, namun nilai waktu dengung berada di bawah nilai standart waktu dengung yang telah ditentukan.

Analisis

Berdasarkan hasil simulasi alternatif dengan menambahkan bentuk plafond gantung bertrap yang dilapisi oleh material *plywood*, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

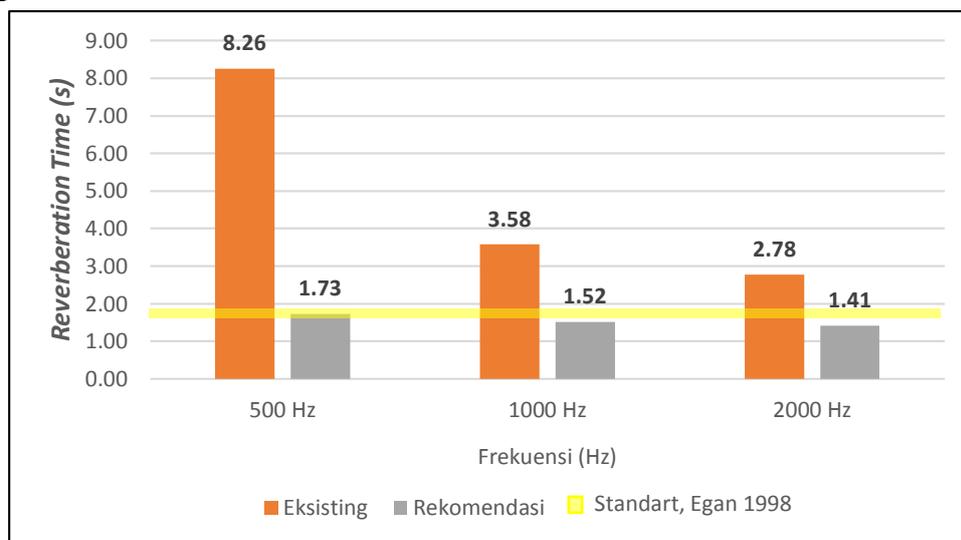
Tabel 65

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan penambahan bentuk pladong gantung bertrap dipalisi *plywood*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>		1.6 - 1.8	
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	1.73	1.52	1.41

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan plafond gantung bertrap dilapisi bahan *plywood*, didapatkan penurunan nilai waktu dengung yang cukup signifikan, dikarenakan pada pensimulasian ini nilai waktu

dengung mengalami penurunan yang cukup signifikan hingga mencapai nilai standart pada salah satu frekuensi saja, yaitu pada frekuensi 500 Hz. Sedangkan untuk frekuensi lainnya, yaitu frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz memiliki nilai waktu dengung yang berada di bawah nilai standart akibat adanya pengaruh koefisien serap udara yang lebih besar pada kedua frekuensi tersebut. Selisih antara nilai yang dihasilkan dengan standart yang telah ditentukan adalah 6.49 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.88 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.17 detik pada frekuensi 2000 Hz. Berikut klasifikasi grafik dari hasil perhitungan waktu dengung pada *ballroom*, sebagai berikut :



Gambar 4.185 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif penambahan plafond gantung bertrap *plywood* pada *ballroom*

Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang terpaut jauh antara kondisi eksisting dengan hasil pensimulasian setelah diberikan plafond gantung bertrap menggunakan bahan *plywood*. Hanya satu frekuensi saja yang memenuhi standart yaitu frekuensi 500 Hz.

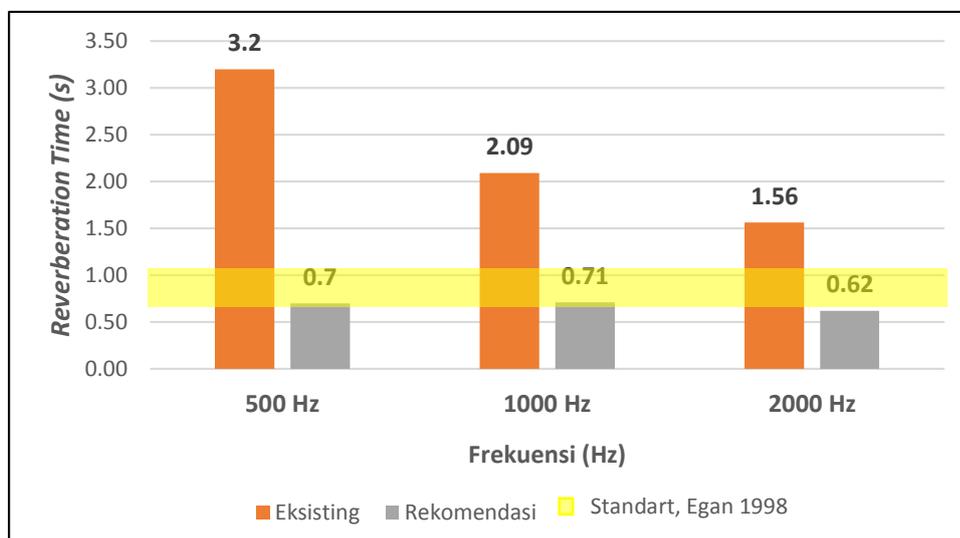
Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan bentuk plafond gantung bertrap dilapisi *plywood* yang memiliki koefisien serap 0.17 pada frekuensi 500 Hz, 0.09 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.1 pada frekuensi 2000 Hz. Nilai tersebut dapat menurunkan yang cukup signifikan dibandingkan koefisien serap yang dimiliki material plafond sebagai reflektor lainnya. Sehingga apabila dikombinasikan dengan penambahan bentuk plafond gantung bertrap dengan luas permukaan yang juga bertambah, maka nilai waktu dengung yang dihasilkan akan semakin rendah. Nilai waktu dengung yang rendah tersebut, juga kurang baik apabila diterapkan pada suatu ruang, dikarenakan ruang akan terasa mati dan penonton tidak akan

mendengar suara penyaji dengan jelas. Seluruh hasil pensimulasian dapat disajikan berupa tabel, sebagai berikut :

Tabel 66
Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan penambahan bentuk plafond gantung bertrap dilapisi *plywood*

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>	0.7	0.71	0.62

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting. Penurunan tersebut dapat dikatakan cukup signifikan namun tidak optimal bagi seluruh frekuensi, hanya optimal pada frekuensi tertentu saja, yaitu frekuensi 500 Hz dan 1000 Hz yang nilai waktu dengungnya mencapai angka standart. Sedangkan pada frekuensi yang tinggi yaitu pada frekuensi 2000 Hz nilai yang dihasilkan berdasarkan pensimulasian berada di bawah nilai standart waktu dengung, hal ini diakibatkan oleh adanya pengaruh koefisien serap udara yang lebih besar pada frekuensi tinggi. Hal ini juga dapat terlihat pada diagram atau grafik perbandingan antara kondisi eksisting dengan alternatif setelah diberikan rekomendasi plafond gantung bertrap dilapisi *plywood*, sebagai berikut :



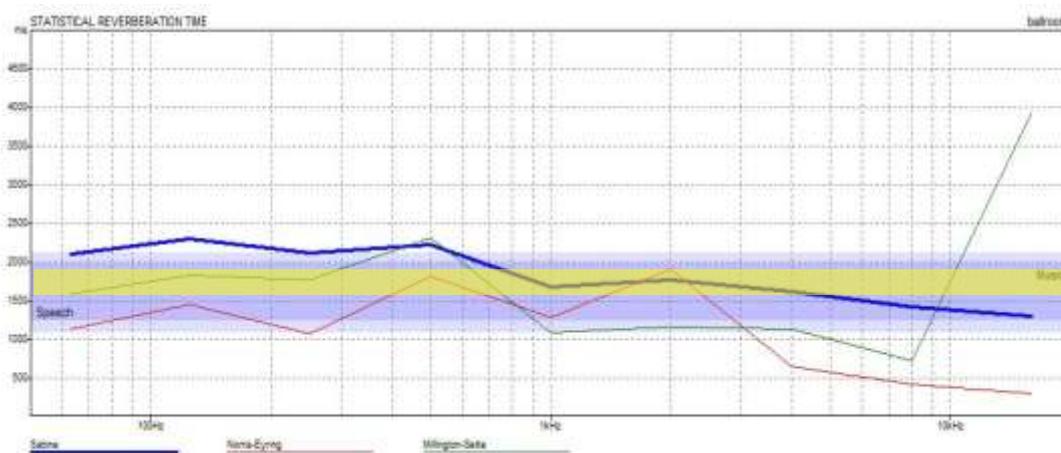
Gambar 4.186 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif plafond gantung bertrap dilapisi *plywood* pada *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat nilai waktu dengung yang hanya dua frekuensi saja yang memasuki *range* berwarna kuning yang memiliki arti bahwa nilai pada masing-masing frekuensi memasuki standart waktu dengung yang telah ditentukan. Selisih pada salah satu frekuensi yang tidak memenuhi waktu dengung yang telah ditentukan dengan standart minimum waktu dengung ruang

meeting room yaitu 0.08 detik pada frekuensi 2000 Hz. Alternatif plafond gantung bertrap dilapisi *plywood* ini dapat digunakan sebagai rekomendasi yang cukup baik meskipun tidak optimal dalam mewujudkan ruang yang berkualitas akustik yang baik karena selain menurunkan alternatif ini juga dapat mendistribusikan suara hingga posisi penonton bagian belakang sebagai diffuser.

3) **Plafond Gantung Bertrap dengan Plaster pada bilah papan**

Simulasi rekomendasi desain ini yaitu dengan menambahkan elemen bentuk plafond gantung yang dibuat bertrap dan diharapkan konsep tersebut dapat menyebarkan suara hingga letak penonton bagian belakang yang juga dilapisi oleh material plaster pada bilah papan. Koefisien serap material tersebut yaitu 0.06 pada frekuensi 500 Hz, 0.05 pada frekuensi 1000 Hz, 0.04 pada frekuensi 2000 Hz. Plaster pada bilah papan ini termasuk dalam material yang bersifat reflektor untuk plafond namun memiliki koefisien serap yang paling tinggi di antara material reflektor plafond lainnya. Plafond pada alternatif tersebut juga sama dengan material alternatif sebelumnya yang menggunakan besi *hollow* sebagai penyangga kemudian bagian bawah yang tidak rata tersebut menggunakan plaster pada bilah papan untuk material di bawahnya. Berikut hasil simulasi menggunakan plafond gantung dengan pelapis plaster pada bilah papan, sebagai berikut :



Gambar 4.187 Hasil rekomendasi desain penambahan elemen bentuk plafond gantung bertrap dilapisi plaster pada bilah papan pada *Ballroom*

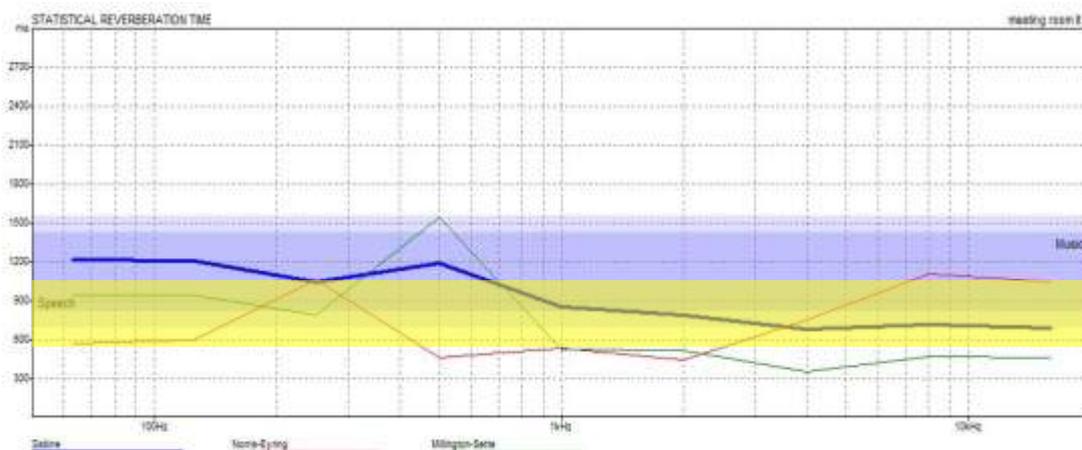
Grafik diatas terlihat bahwa garis Sabine (biru tua) pada beberapa frekuensi berada pada *range* yang berwarna kuning yang mengartikan bahwa area yang sesuai standart 1.6- 1.8 detik pada *ballroom* (Egan, 1998) yaitu pada frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz. Sedangkan, pada frekuensi 500 Hz nilai waktu dengung yang dihasilkan masih berada diatas standart waktu dengung. Grafik tersebut juga dijelaskan pada data nilai waktu dengung, sebagai berikut :

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	1692.560	2.09	1.13	1.58
125Hz:	1485.358	2.30	1.45	1.83
250Hz:	1347.390	2.11	1.07	1.76
500Hz:	1105.870	2.22	1.81	2.31
1kHz:	1677.700	1.68	1.29	1.08
2kHz:	1487.341	1.76	1.90	1.15
4kHz:	1710.527	1.61	0.64	1.13
8kHz:	2041.724	1.42	0.42	0.71
16kHz:	2249.766	1.30	0.29	3.93

Gambar 4.188 Data hasil rekomendasi desain *ballroom* penambahan elemen bentuk plafond gantung bertrap dilapisi plaster pada papan bilah

Hasil simulasi rekomendasi desain plafond gantung bertrap dilapisi plaster pada bilah papan, terlihat bahwa nilai waktu dengung terjadi penurunan 6.04 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.9 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.02 detik pada frekuensi 2000 Hz. Hasil penurunan pada ketiga frekuensi tersebut cukup signifikan, terlihat dari nilai waktu dengung setelah diberikan suatu rekomendasi desain berupa plafond gantung bertrap dilapisi plaster pada papan bilah tersebut pada *ballroom* masih terdapat salah satu frekuensi yang berada diatas standart waktu dengung, yaitu frekuensi 500 Hz, sedangkan pada frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz menghasilkan nilai waktu dengung yang berada pada *range* standart waktu dengung. Hal ini bergantung pada koefisien serap yang dimiliki masing-masing material.

Sedangkan, pada *meeting room* terjadi penurunan pula setelah diberikan rekomendasi desain alternatif yaitu dengan menambahkan elemen bentuk plafond gantung dilapisi plaster pada papan bilah, sebagai berikut :



Gambar 4.189 Hasil rekomendasi desain *meeting room* penambahan elemen bentuk plafond gantung bertrap dilapisi plaster pada papan bilah

Grafik di atas terlihat bahwa garis Sabine (biru tua) terdapat beberapa frekuensi yang masih berada di atas standart nilai waktu dengung yaitu frekuensi 500 Hz, sedangkan frekuensi lainya yaitu frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz berada pada range bewarna kuning yang mengartikan bahwa termasuk dalam area standart antara 0.7-1.1 detik pada *meeting room* (Egan, 1998). Grafik tersebut juga dijelaskan pada data nilai waktu dengung, sebagai berikut :

FREQ.	TOTAL ABSPT.	SABINE RT (60)	NOR-ER RT (60)	MIL-SE RT (60)
63Hz:	58.376	1.02	0.26	0.78
125Hz:	78.649	0.78	0.27	0.63
250Hz:	79.149	0.67	0.43	0.61
500Hz:	59.054	0.70	0.46	0.64
1kHz:	51.370	0.71	0.25	0.42
2kHz:	60.978	0.62	0.21	0.38
4kHz:	38.093	0.67	0.36	0.55
8kHz:	10.681	0.66	0.52	0.65
16kHz:	10.748	0.62	0.50	0.62

Gambar 4.190 Hasil rekomendasi *meeting room* dengan penambahan bentuk plafond gantung bertrap dilapisi plaster pada papan bilah

Hasil simulasi rekomendasi desain plafond gantung bertrap dilapisi plaster pada papan bilah pada *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo, terlihat bahwa nilai waktu dengung terjadi penurunan 2.01 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.24 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.77 detik pada frekuensi 2000 Hz. Hasil penurunan pada ketiga frekuensi tersebut cukup signifikan, namun nilai waktu dengung masih terdapat saah satu frekuensi yang berada di atas nilai stadart waktu dengung yang telah ditentukan.

Analisis

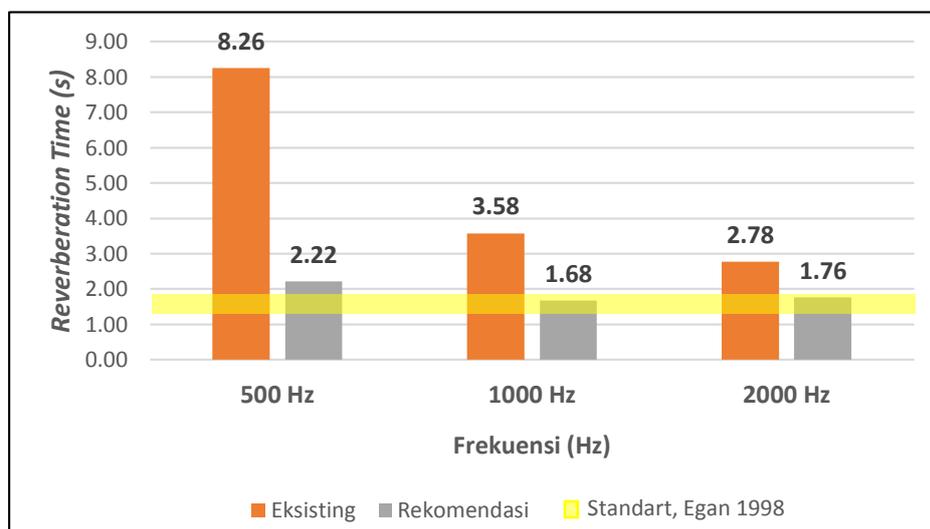
Berdasarkan hasil simulasi alternatif dengan menambahkan bentuk plafond gantung bertrap yang dilapisi oleh material plaster pada papan bilah, didapatkan nilai RT (*reverbration time*) yang mengalami penurunan, sebagai berikut :

Tabel 67

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan penambahan bentuk pladong gantung bertrap dipalisi plaster pada papan bilah

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	1.6 - 1.8		
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Rekomendasi</i>	1.19	0.85	0.79

Hasil kondisi eksisting dengan hasil simulasi rekomendasi setelah diberikan plafond gantung bertrap dilapisi bahan plester pada papan bilah, didapatkan penurunan nilai waktu dengung yang cukup signifikan, dikarenakan pada pensimulasian ini nilai waktu dengung mengalami penurunan yang cukup signifikan hingga mencapai nilai standart pada beberapa frekuensi yaitu frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz. Sedangkan untuk frekuensi lainnya, yaitu frekuensi 500 Hz memiliki nilai waktu dengung yang berada di atas nilai standart akibat tidak adanya pengaruh koefisien serap udara pada frekuensi yang rendah. Selisih antara nilai yang dihasilkan dengan standart yang telah ditentukan adalah 0.09 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.88 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 1.17 detik pada frekuensi 2000 Hz. Berikut klasifikasi grafik dari hasil perhitungan waktu dengung pada *ballroom*, sebagai berikut :



Gambar 4.191 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting *ballroom* dengan alternatif penambahan plafond gantung bertrap plester pada papan bilah

Grafik di atas menggambarkan suatu interval yang terpaut jauh antara kondisi eksisting dengan hasil pensimulasian setelah diberikan plafond gantung bertrap menggunakan bahan plester pada papan bilah. Hanya dua frekuensi saja yang memenuhi standart yaitu frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz.

Sedangkan pada *meeting room*, dengan penambahan bentuk plafond gantung bertrap dilapisi plaster pada papan bilah yang memiliki koefisien serap 0.06 pada frekuensi 500 Hz, 0.05 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.04 pada frekuensi 2000 Hz. Kedua frekuensi tersebut memasuki nilai standart waktu dengung dikarenakan pengaruh adanya koefisien serap udara juga yang lebih besar berpengaruh untuk

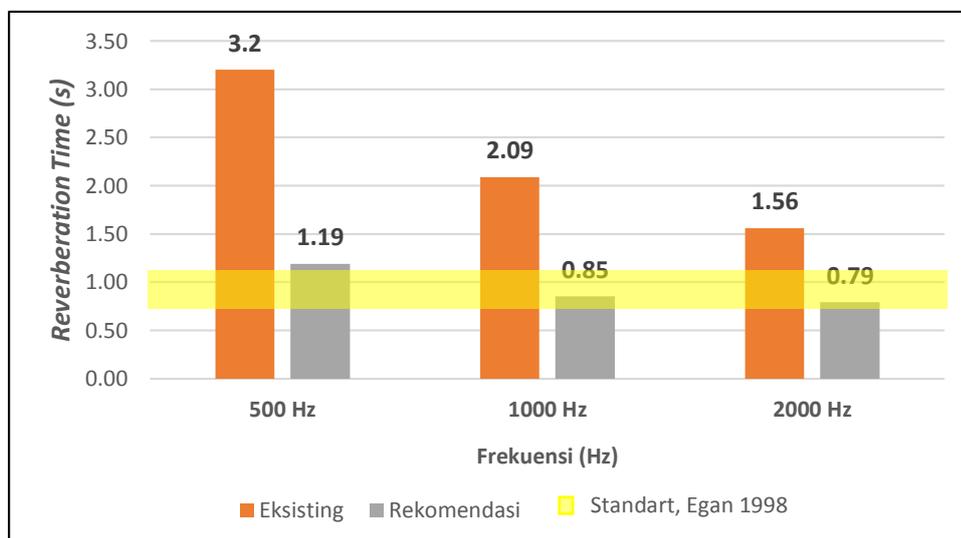
penurunan nilai waktu dengungnya terhadap frekuensi yang lebih besar. Seluruh hasil pensimulasian dapat disajikan berupa tabel, sebagai berikut :

Tabel 68

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan penambahan bentuk plafond gantung bertrap dilapisi plester pada papan bilah

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>	0.7 - 1.1		
<i>Eksisting</i>	3.2	2.09	1.54
<i>Rekomendasi</i>			

Hasil di atas membuktikan bahwa terjadi perbedaan nilai waktu dengung yang terpaut jauh dengan kondisi eksisting. Penurunan tersebut dapat dikatakan cukup signifikan namun tidak optimal bagi seluruh frekuensi, hanya optimal pada frekuensi tertentu saja, yaitu frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz yang nilai waktu dengungnya mencapai angka standart. Sedangkan pada frekuensi yang lebih rendah yaitu pada frekuensi 500 Hz nilai yang dihasilkan berdasarkan pensimulasian masih berada di atas nilai standart waktu dengung, hal ini diakibatkan oleh adanya pengaruh koefisien serap udara yang lebih besar pada frekuensi tinggi. Hal ini juga dapat terlihat pada diagram atau grafik perbandingan antara kondisi eksisting dengan alternatif setelah diberikan rekomendasi plafond gantung bertrap dilapisi plester pada papan bilah, sebagai berikut :



Gambar 4.192 Grafik perbandingan antara simulasi kondisi eksisting dengan alternatif plafond gantung bertrap dilapisi plester pada papan bilah di *meeting room*

Berdasarkan grafik dan data di atas, terlihat bahwa terdapat nilai waktu dengung yang hanya dua frekuensi saja yang memasuki *range* berwarna kuning yang memiliki arti bahwa nilai pada masing-masing frekuensi memasuki standart waktu dengung yang telah ditentukan. Selisih pada salah satu frekuensi yang tidak memenuhi waktu

dengung yang telah ditentukan dengan standart minimum waktu dengung ruang *meeting room* yaitu 0.09 detik pada frekuensi 500 Hz. Alternatif plafond gantung bertrap dilapisi plaster pada papan bilah ini dapat digunakan sebagai rekomendasi yang cukup baik meskipun tidak optimal dalam mewujudkan ruang yang berkualitas akustik yang baik karena selain menurunkan nilai waktu dengung, alternatif ini juga dapat mendistribusikan suara hingga posisi penonton bagian belakang sebagai diffuser.

Analisis Perbandingan antar Alternatif Pelapis Dinding Bergerigi

Berdasarkan pensimulasian alternatif penambahan bentuk plafond gantung bertrap sebagai difusser dan dilapisi dengan bahan reflektor sesuai dengan keperluan atau kreteria desain pada plafond bangunan yang membutuhkan sifat untuk memantulkan suara. Untuk itu perlu dilakukan pengklasifikasian dan penentuan dari beberapa material yang telah dicoba untuk disimulasikan, sebagai berikut :

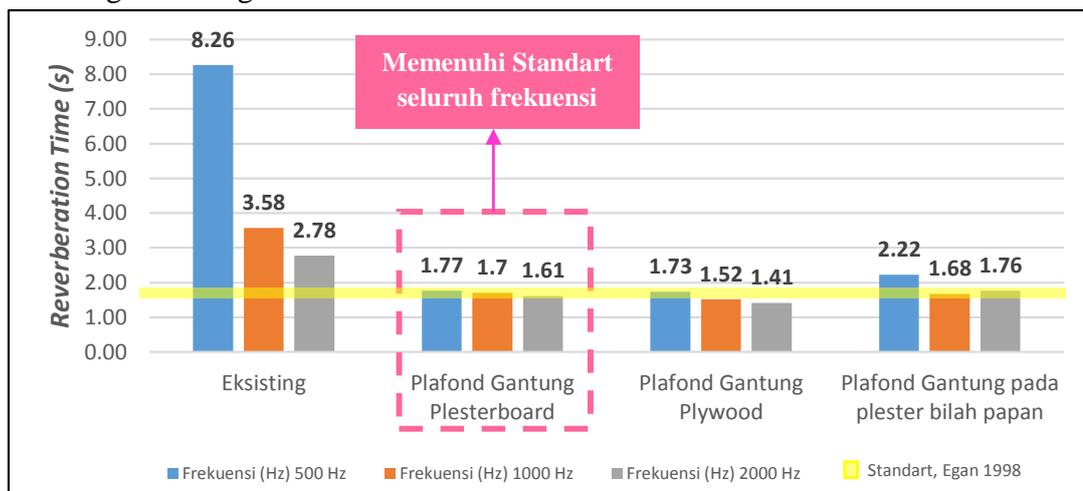
Tabel 69

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Ballroom* dengan Simulasi Rekomendasi Seluruh Alternatif Pelapis Bentuk Plafond Gantung Bertrap

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
<i>Standart</i>		1.6 - 1.8	
<i>Eksisting</i>	8.26	3.58	2.78
<i>Alternatif 1</i>			
Plafond gantung bertrap dilapisi <i>Plesterboard</i>	1.77	1.70	1.61
<i>Alternatif 2</i>			
Plafond gantung bertrap dilapisi <i>Plywood</i>	1.73	1.52	1.41
<i>Alternatif 3</i>			
Plafond gantung bertrap dilapisi Papan pada papan bilah	2.22	1.68	1.76

Nilai perbandingan tabel di atas menggambarkan terdapat salah satu rekomendasi desain plafond gantung bertrap yang dilapisi beberapa bahan bersifat reflektor tersebut memenuhi standart pada seluruh frekuensi baik frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, maupun 2000 Hz. Alternatif tersebut yaitu plafond gantung bertrap yang dilapisi bahan plasterboard sebagai bahan reflektor yang berfungsi untuk memantulkan suara. Sedangkan material pelapis plafond gantung bertrap lainnya belum memenuhi standart dikarenakan koefisien serap yang dimiliki alternatif lainnya cenderung terlalu besar dan laiiinya juga ada yang terlalu rendah, sehingga hal ini juga akan memperngaruhi nilai yang dihasilkan akan berada di atas standart ataupun berada di bawah standart tergantung nilai koefisien serap masing-maisng

material. Selain secara tabel, perbandingan tersebut juga dapat dilihat melalui grafik atau diagram sebagai berikut :



Gambar 4.193 Perbandingan dari masing-masing alternatif plafond gantung bertrap yang dilapisi beberapa material pada *Ballroom*

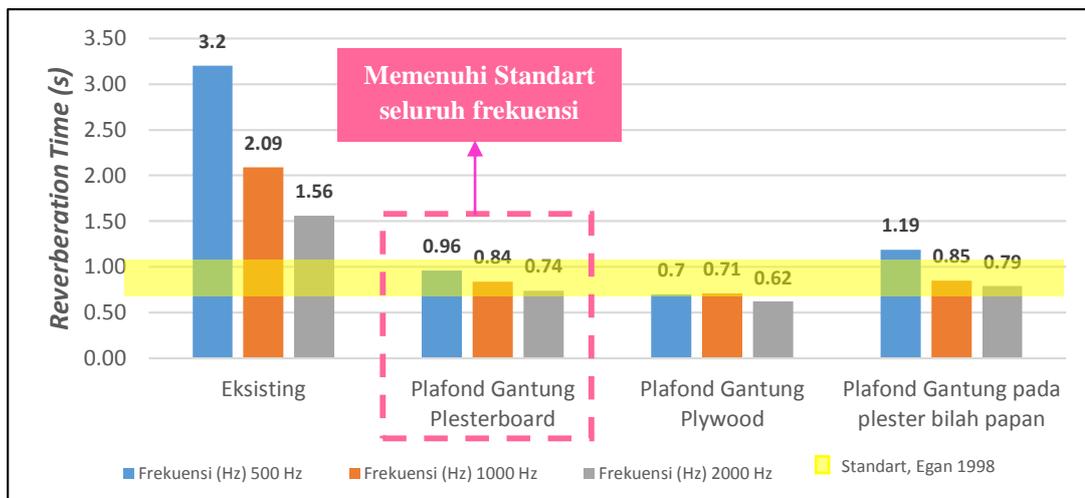
Terlihat pada grafik di atas, bahwa dari alternatif pelapisan plafond gantung bertrap dengan pelapis bahan bersifat reflektor, didapatkan hasil paling optimal sesuai standart yang ditentukan adalah alternatif plafond gantung bertrap dilapisi *plasterboard*, dikarenakan memiliki nilai koefisien serap yang rata-rata diantar yang paling besar dan yang paling kecil. Sehingga keseimbangan antara bahan diffuser dan bahan bersifat reflektor, dapat mengakibatkan kualitas didalam ruangan tersebut semakin baik. Sehingga alternatif tersebut dapat diterapkan menjadi salah satu rekomendasi paling optimal diantara alternatif lainnya dan dapat diterapkan pada *Ballroom* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Sedangkan, pada *meeting room* didapatkan perbandingan pelapis dinding bergerigi dari beberapa mineral yaitu :

Tabel 70

Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting *Meeting Room* dengan Simulasi Rekomendasi Seluruh Alternatif plafond gantung bertrap

Ruang <i>Ballroom</i>	Frekuensi (Hz)		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Standart	0.7-1.1		
Eksisting	3.2	2.09	1.56
Alternatif 1			
Dinding Bergerigi dilapisi <i>Perforated Mineral Fiberboard</i>	0.96	0.84	0.74
Alternatif 2			
Dinding Bergerigi dilapisi <i>softboard</i>	0.7	0.71	0.62
Alternatif 3			
Dinding Bergerigi dilapisi <i>Papan Serat Kayu Tatal</i>	1.19	0.85	0.79

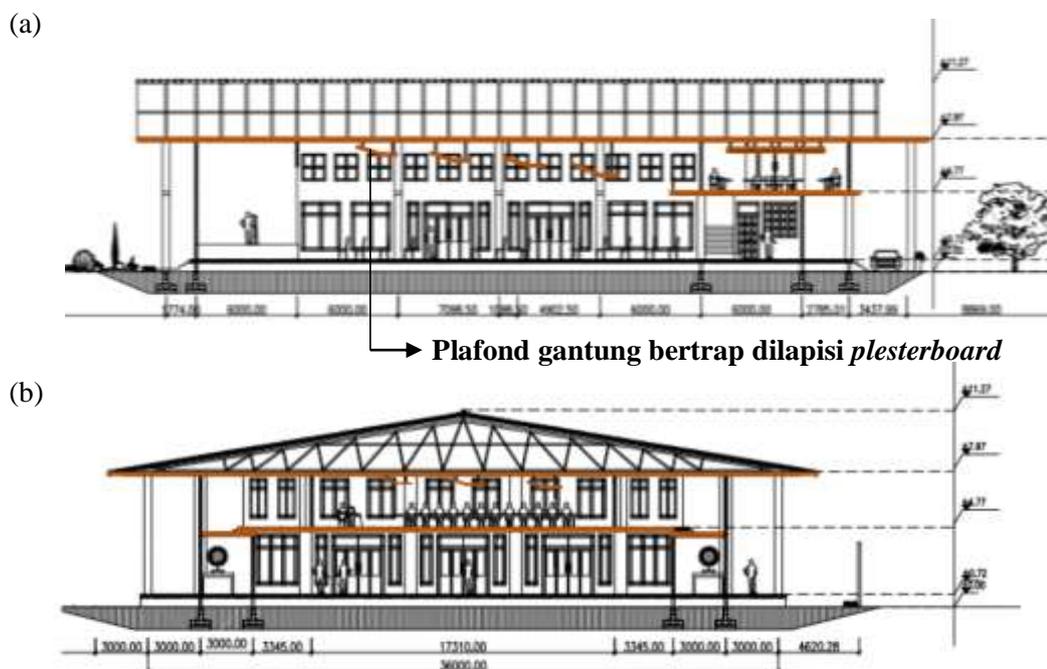
Pengelompokan tabel di atas disajikan dalam bentuk diagram perbandingan antara ketiga alternatif pelapis dinding bergerigi di *meeting room*, sebagai berikut :



Gambar 4.194 Perbandingan dari masing-masing alternatif pelapis plafond gantung bertrap pada *Meeting room*

Grafik di atas menggambarkan bahwa, penggunaan beberapa material yang diterapkan pada alternatif penambahan bentuk plafond gantung bertrap dilapisi bahan reflektor pada ruang *meeting room*.

Hal ini juga dapat dilihat melalui detail potongan dan visualisasi 3D (3 Dimensi) alternatif pelapis bentuk plafond gantung bertrap tambahan yang paling optimal, sebagai berikut :



Gambar 4.195 Potongan detail alternatif lapisan penambahan bentuk plafond gantung bertrap (a) Potongan A-A' (b) Potongan B-B'

Berdasarkan gambar di atas, terlihat tampak potongan ruangan setelah diberikan bentuk plafond gantung bertrap dilapisi bahan reflektor untuk plafond yang merupakan alternatif keenam dalam menurunkan nilai waktu dengung pada ruang *Ballroom* maupun *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Selain potongan terlihat juga pada perspektif visualisasi 3D, sebagai berikut :



Gambar 4.196 Perspektif Visualisasi 3D pada *Ballroom* setelah diberikan pelapis *plasterboard* pada permukaan plafond gantung bertrap

Sedangkan, pada *meeting room* perspektif visualisasi 3D terlihat yang telah diberikan pelapis plafond gantung bertrap menggunakan *plesterboard*, dimana alternatif tersebut merupakan alternatif paling baik dan paling optimal dalam mewujudkan tujuan penelitian tersebut untuk meningkatkan kualitas akustik ruang. Berikut gambar visualisasi 3D alternatif tersebut :



Gambar 4.197 Perspektif Visualisasi 3D pada *Meeting Room* setelah diberikan pelapis *softboard* pada permukaan dinding bergerigi

Terlihat perbedaan visualisasi 3D perbedaan antara kondisi eksisting awal dengan hasil rekomendasi setelah diberi material baru berupa bentuk plafond gantung bertrap dilapisi bahan *plasterboard*.

Berdasarkan hasil seluruh pensimulasian alternatif di atas, dapat disimpulkan bahwa alternatif yang paling optimal untuk ruang *ballroom* Hotel paseban Sena Kota Probolinggo adalah alternatif keenam, yang merupakan alternatif plafond gantung bertrap dilapisi *plasterboard*. Alternatif tersebut dapat menurunkan nilai waktu dengung dengan cukup signifikan dan mencapai angka 1.77 detik pada frekuensi 500 Hz, 1.70 detik pada frekuensi 1000 Hz dan 1.61 pada frekuensi 2000 Hz.

Sedangkan alternatif pada *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo, didapatkan tiga hasil yang paling optimal diantaranya :

1. Alternatif ketiga pelapis lantai menggunakan karpet di atas lateks tak berpori dengan pencapaian nilai waktu dengung 0.97 pada frekuensi 500 Hz, 0.88 pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.7 pada frekuensi 2000 Hz.
2. Alternatif keempat yaitu alternatif kombinasi antara elemen dinding berbahan *softboard* dengan plafond berlapis *plywood* hingga didapatkan penurunan yang cukup optimal pada nilai 0.91 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.92 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.86 detik pada frekuensi 2000 Hz.
3. Alternatif keenam yaitu dengan penambahan bentuk plafond gantung bertrap yang dilapisi bahan *plasterboard* merupakan salah satu alternatif paling optimal dan dapat menurunkan hingga waktu dengung berada pada *range* standart yaitu, 0.96 detik pada frekuensi 500 Hz, 0.84 detik pada frekuensi 1000 Hz, dan 0.74 detik pada frekuensi 2000 Hz.

Alternatif yang didapatkan berbeda antara kedua ruang, dikarenakan memiliki luas permukaan ruang yang berbeda, dimana luas permukaan yang dimiliki oleh *ballroom* lebih besar dibandingkan *meeting room*, sehingga sangat mempengaruhi pada nilai waktu dengung yang dihasilkan. Alternatif pada *meeting room* terdapat tiga pilihan dan dapat digunakan atau dipilih oleh pihak terkait dengan mempertimbangkan kelemahan dan kelebihan tiap alternatif rekomendasi desain dari segi biaya, *maintenance*, dan keamanan baik keamanan.

4.6 Analisis Perbandingan Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil simulasi beberapa alternatif di atas, dihasilkan bahwa terdapat penurunan yang cukup signifikan pada masing-masing alternatif, baik dalam menambahkan pelapis material baru maupun dalam menambahkan elemen bentuk pada beberapa elemen pelingkup ruang. Namun, dari beberapa alternatif di atas, terdapat suatu kelemahan dan kelebihan tersendiri yang dimiliki oleh masing-masing alternatif, sebagai berikut :

Tabel 71
Kelemahan dan Kelebihan setiap Alternatif Rekomendasi

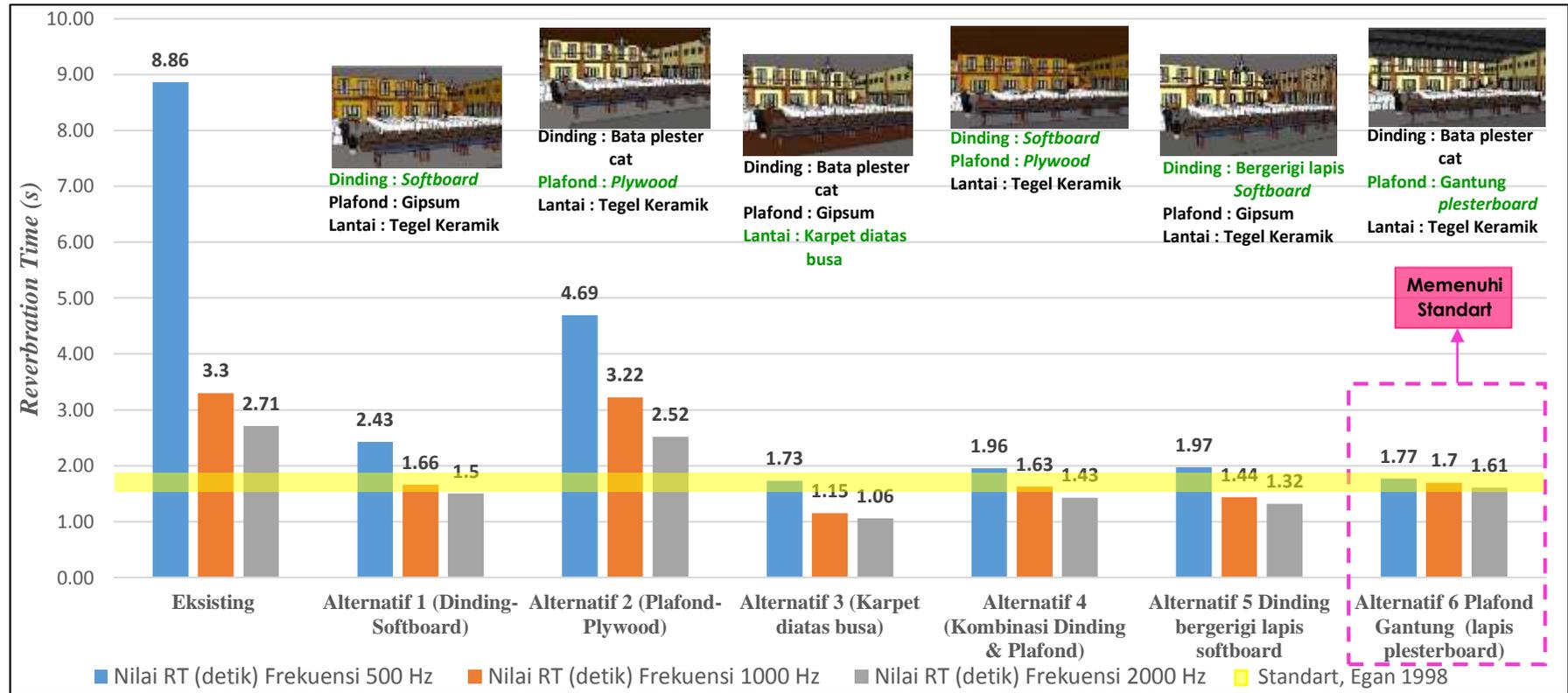
Jenis Alternatif	Kelemahan	Kelebihan
Alternatif 1 (pada dinding) <i>Softboard</i>	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Softboard</i> relatif tipis – Banyak menyerap noda dan debu yang menempel karena berbahan serat 	<ul style="list-style-type: none"> – Pemasangan relatif lebih mudah dan cepat – Lebih tahan api dan aman terhadap risiko kebakaran karena tidak menyerap uap air – <i>Softboard</i> dapat menyimpan kelebihan panas dari udara sekitarnya, dan mengurangi panas yang berlebihan pada ruangan
Alternatif 2 (pada plafond) <i>Plywood</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Hanya dapat diletakkan pada posisi yang tidak langsung terkena paparan luar. Bahkan meskipun posisinya berada dalam ruangan sekalipun – Cepat rusak bila terkena air dan lembab terus menerus – Tidak tahan api 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Plywood</i> tidak mudah mengalami penyusutan sehingga bentuk dan ukurannya tidak mudah berubah. – Harga dari material <i>plywood</i> cenderung terjangkau dan mudah ditemui – Dalam segi pemasangan lebih mudah pengerjaannya karena berbahan ringan
Alternatif 3 (pada lantai) <i>Carpet diatas lateks</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Harga karpet relatif lebih mahal – Banyak menyerap noda dan debu yang menempel hingga kedalam lapisan karpet – Mudah terserang jamur akibat permukaan yang lembab di area tertentu 	<ul style="list-style-type: none"> – Mudah dalam pemasangannya ataupun dalam menggantinya – Mudah didapatkan di berbagai daerah – Dari segi maintenance lebih tahan lama karena mudah dibersihkan dengan <i>vacuum cleaner</i>

Alternatif 4 (Kombinasi <i>Softboard</i> pada dinding dan <i>Plesterboard</i> pada plafond)	<ul style="list-style-type: none"> - Relative lebih mahal - Tidak Tahan benturan untuk Plafond - <i>Maintenance</i> lebih susah karena untuk <i>softboard</i> mudah terkena noda dan jamur 	<ul style="list-style-type: none"> - Tahan api dan aman terhadap risiko kebakaran karena tidak menyerap uap air - Dapat mengurangi panas berlebih dalam ruangan
Alternatif 5 (Penambahan Elemen Bentuk Dinding Bergerigi dengan <i>softboard</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Relative tipis - Mudah terserang jamur akibat udara yang lembab dan banyak menyerap noda 	<ul style="list-style-type: none"> - Tahan api dan aman terhadap risiko kebakaran karena tidak menyerap uap air - Harga relative lebih murah - Dapat mengurangi panas berlebih dalam ruangan
Alternatif 6 (Penambahan elemen bentuk plafond gantung bertrap dengan bahan <i>plester</i> <i>board</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Masih sulit diperoleh di beberapa daerah pelosok - Tidak tahan benturan 	<ul style="list-style-type: none"> - Pengerjaanya mudah - Harga relatif lebih murah dari bahan <i>plywood</i> - Mudah diperbaiki atau diganti - Relatif ringan - Tahan terhadap api dan air

Sumber : (1) <http://id.acourete.com> (2) www.rumah.com/berita-properti
(diakses 4 Maret 2018)

Hasil perbandingan dari segi kelemahan dan kelebihan yang dimiliki dari tiap-tiap alternatif khususnya dari tiap jenis material, bahwa alternatif yang memiliki banyak keunggulan dan cocok untuk diterapkan pada ruang *ballroom* maupun *meeting room* adalah **alternatif keenam** untuk ruang *ballroom* maupun *meeting room*, yang menerapkan konsep plafond gantung bertrap dilapisi *plasterboard* hingga bagian pengunjung belakang. Namun bahan tersebut sulit diperoleh di beberapa daerah dan tidak tahan terhadap penturan

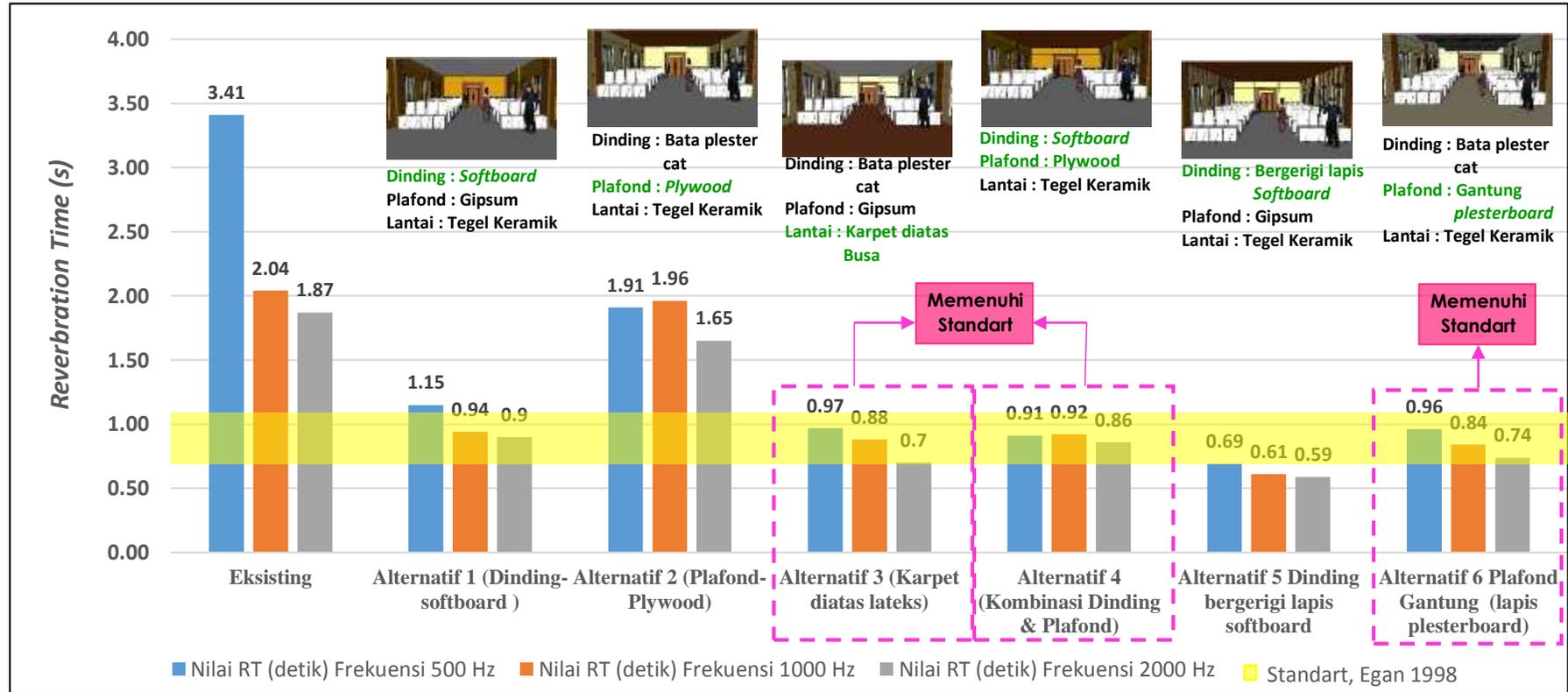
Selain dilihat berdasarkan tabel kelemahan dan kelebihan masing-masing alternatif, terlihat pula hasil yang menunjukkan antara kondisi eksisting dengan seluruh hasil alternatif rekomendasi desain, sebagai berikut :



Gambar 4.198 Grafik perbandingan antara simulasi konsisi eksisting dan keenam alternatif rekomendasi desain pada *ballroom*

Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa dari keseluruhan alternatif, terdapat satu alternatif yang paling optimal dalam menurunkan nilai waktu dengung hingga mendapat nilai standart yang telah ditentukan, yaitu pada alternatif keenam dengan menambahkan elemen bentuk plafond gantung bertrap dengan pelapis *plesterboard* sebagai diffuser bunyi yang menyebarkan suara hingga area penonton bagian belakang serta dapat mengoptimalkan waktu dengung dan tata akustik dalam ruang *Ballroom* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo.

Sedangkan pada *meeting room*, keenam alternatif rekomendasi desain yang telah disimulasikan menggunakan *software Ecotect Analysis 2011* menghasilkan perbandingan nilai, sebagai berikut :



Gambar 4.199 Grafik perbandingan antara simulasi konsisi eksisting dan keenam alternatif rekomendasi desain pada *meeting room*

Hasil pada pensimulasian seluruh alternatif rekomendasi desain ruang *meeting room*, terlihat grafik yang memenuhi standart terdapat tiga alternatif yaitu alternatif ke 3 dengan pelapisan pada karpets di atas lateks, kemudian alternatif ke 4 dengan kombinasi dinding *softboard* dan plafond *plywood* serta juga alternatif ke 6 dengan penambahan plafond gantung bertrap yang dilapisi *plasterboard*. Oleh karena itu pada kedua ruang ini dipilihlah suatu alternatif sebagai rekomendasi desain dalam mengoptimalkan tata akustik pada *ballroom* dan *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo.

Tabel 72

Perspektif Interior Kondisi Eksisting dan setelah diberik Rekomendasi Alternatif Keenam pada Plafond *Ballroom* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Kondisi	Gambar Perspektif	Keterangan
<i>Eksisnting</i>		<p>Masih menggunakan plafond atau langit-langit bangunan datar dan hanya diberikan ornamen lampu sebagai estetika dalam ruang</p>
<p>Setelah diberikan Rekomendasi</p>		<p>Setelah diberikan rekomendasi desain dengan penambahan bentuk pada plafond berupa plafond gantung bertrap dan dilapisi material <i>plasterboard</i> serta dilengkapi pula dengan lampu-lampu hias sebagai estetika ruang tambahan</p>

Tabel 73

Perspektif Interior Kondisi Eksisting dan setelah diberik Rekomendasi Alternatif keenam pada Plafond *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Kondisi	Gambar Perspektif	Keterangan
<p><i>Eksisnting</i> <i>Meeting Room</i></p>		<p>Masih sesuai dengan kondisi eksisting yang menerapkan plafond datar</p>
<p>Setelah diberikan Rekomendasi</p>		<p>Setelah menggunakan rekomendasi desain berupa penambahan bentuk plafond gantung yang bertrap dengan pelapis material <i>plesterbord</i>.</p>

Tabel 74

Perspektif Interior Kondisi Eksisting dan setelah diberik Rekomendasi Alternatif Ketiga pada lantai *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

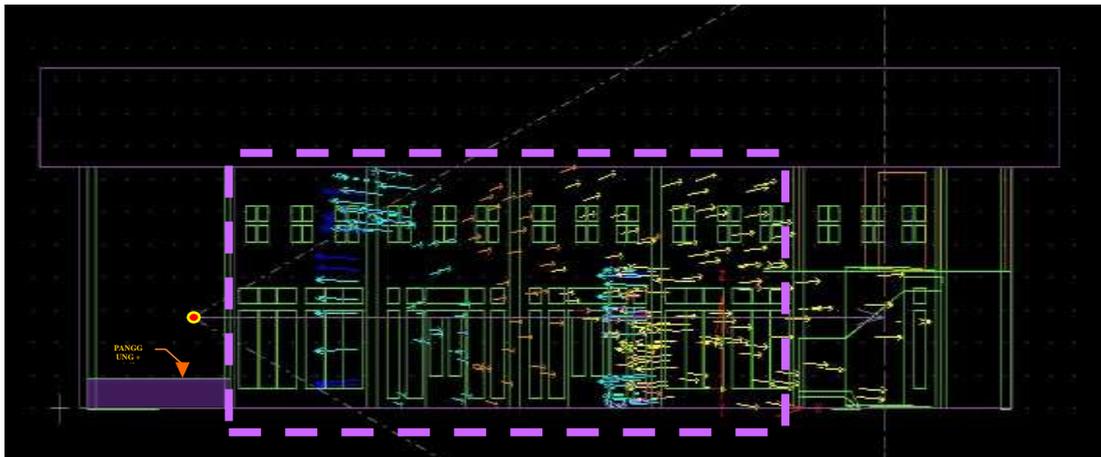
Kondisi	Gambar Perspektif	Keterangan
<i>Eksisting Meeting Room</i>		<p>Masih sesuai dengan kondisi eksisting yang menerapkan lantai menggunakan tegel keramik pada <i>meeting room</i></p>
<p>Setelah diberikan Rekomendasi</p>		<p>Setelah menggunakan rekomendasi desain berupa penambahan lapisan lantai pada <i>meeting room</i>, lantai karpet di atas lateks tak berpori</p>

Tabel 75

Perspektif Interior Kondisi Eksisting dan setelah diberik Rekomendasi Alternatif Keempat kombinasi di *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Kondisi	Gambar Perspektif	Keterangan
<i>Eksisting Meeting Room</i>		<p>Masih sesuai dengan kondisi eksisting yang menerapkan plafond datar gipsum dan dinding plester batu bata di cat</p>
<p>Setelah diberikan Rekomendasi</p>		<p>Setelah menggunakan rekomendasi desain berupa penambahan pelapis plafondberbahan <i>plywood</i> dan dinding berbahan <i>softboard</i></p>

Selain dengan hasil nilai waktu dengung yang tertera pada grafik, hal ini juga dibuktikan dengan simulasi pantulan bunyi untuk mengetahui pantulan bunyi yang ditimbulkan setelah diberikan keromendasi berupa plafond gantung bertrap yang dilapisi oleh bahan *plesterboard*. Berikut hasil simulasi pantulan bunyi dengan *animated rays* dari kondisi sebelum diberikan rekomendasi dan setelah diberi rekomendasi desain pada salah satu ruang :



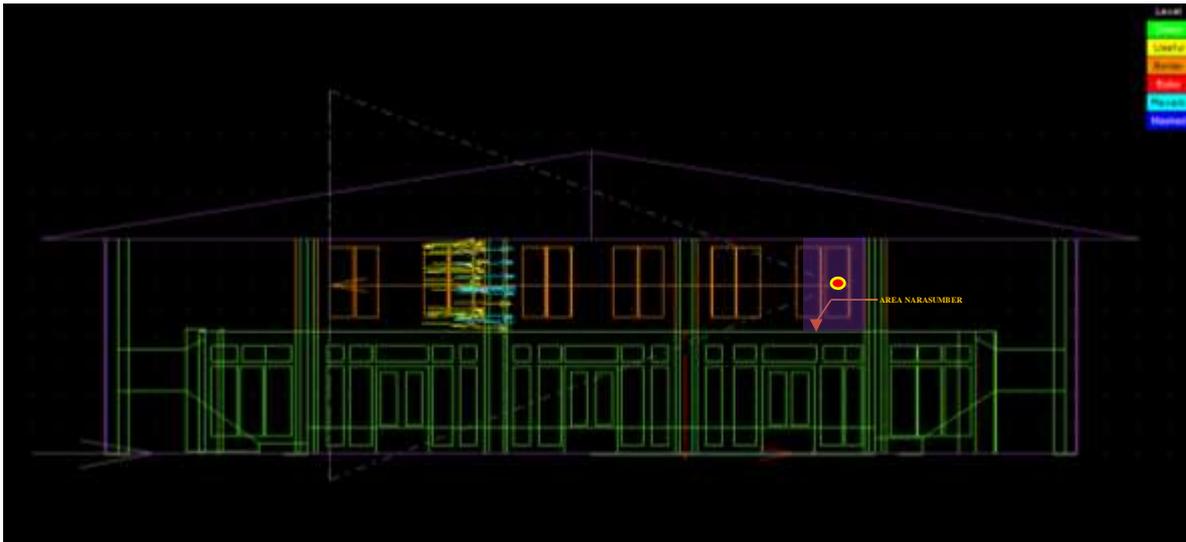
Gambar 4.200 Hasil simulasi pantulan bunyi menggunakan *animated rays* pada *ballroom* sebelum diberikan rekomendasi desain



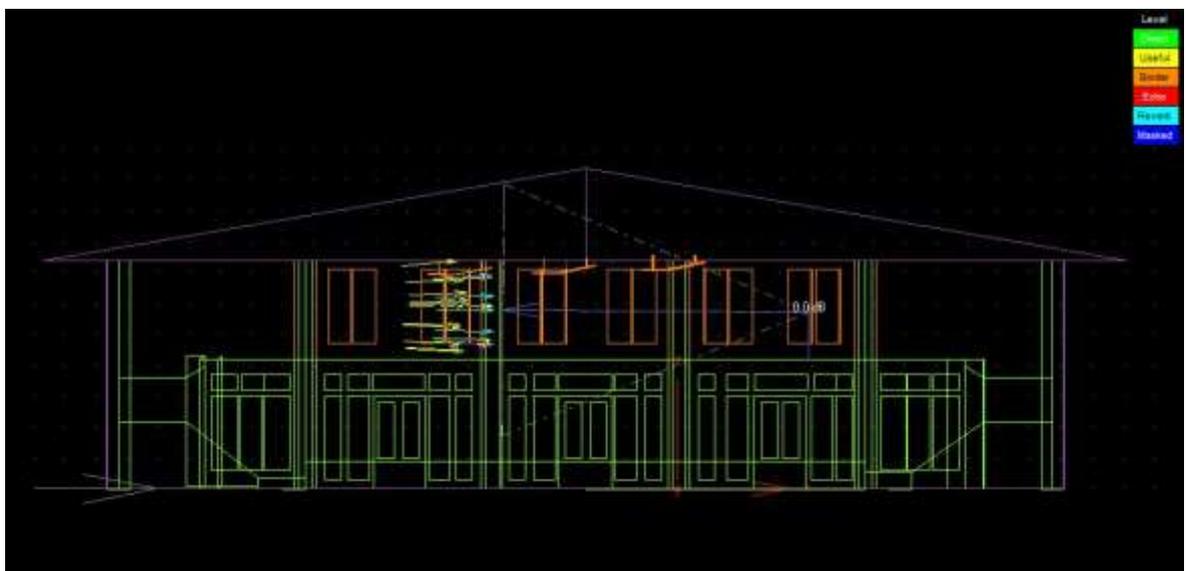
Gambar 4.201 Hasil simulasi pantulan bunyi menggunakan *animated rays* pada *ballroom* setelah diberikan rekomendasi desain berupa plafond gantung bertrap

Hasil simulasi menggunakan *animated rays* pada gambar di atas terlihat bahwa terdapat penurunan jumlah garis berwarna biru muda yang berarti bunyi dengung dari kondisi semula dengan kondisi setelah diberikan rekomendasi berupa plafond gantung bertrap sangat berbeda, dimana kondisi setelah diberikan rekomendasi desain bunyi dengung yang dihasilkan berkurang.

Sedangkan, pada meeting room juga terdapat salah satu alternatif yang paling optimal digunakan, dikarenakan selian ditinjau dari hasil pensimulasiannya, alternatif tersebut juga dapat menyebarkan suara hingga penonton bagian belakang. Alternatif tersebut adalah alternatif keenam, dimana alternatif tersebut merupakan penambahan bentuk plafond dilapisi *plasterboard*. Hal ini juga dapat dibuktikan dengan adanya perbandingan simulasi pantulan bunyi kondisi eksisting dan simulasi pantulan bunyi setelah diberikan rekomendasi alternatif keenam, sebagai berikut



Gambar 4.202 Hasil simulasi pantulan bunyi menggunakan *animated rays* pada *meeting room* sebelum diberikan rekomendasi desain



Gambar 4.203 Hasil simulasi pantulan bunyi menggunakan *animated rays* pada *meeting room* setelah diberikan rekomendasi desain berupa plafond gantung bertrap

Berdasarkan gambar di atas, yang merupakan hail pensimulasian pantulan bunyi, didapatkan hail penguranagn garis berwarna biru muda yang mengartikan sebagai dengung dari kondisi eksisting *meeting room* yang banyak terjadi dengung, kemudian berkurang setelah diberikan rekomendasi plafond gantung bertrap dilapisi *plesterboard*.

Penyelesaian dalam meminimalisir waktu dengung dipilih suatu alternatif yang dapat memenuhi standart salah satunya yaitu penggunaan plafond gantung bertrap yang dilapisi bahan plasterboard sebagai pemantul atau reflektor yang selain untuk meminimalisir waktu dengung, alternatif ini juga dapat digunakan untuk adanya distribusi bunyi yang kurang merata dalam *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. dilapisi oleh *plesterboard* sebagai bahan reflektor sebagai pemantul.

Alternatif *plesterboard* bertrap gantung ini juga dapat digunakan untuk menurunkan tingkat bising latar belakang yang terjadi didalam ruang tersebut. Hal ini dibuktikan dengan perhitungan sebagai berikut yang menggunakan rumus Pengurangan Kebisingan dengan penambahan Peredam atau yang sering disebut rumus *Noise Reduction* (NR). Berikut perhitungan menggunakan rumus *noise reduction* :

$$NR = 10 \log (a_2/a_1) \text{ dB} \dots\dots\dots(4-1)$$

dengan a_1 = total penyerapan bunyi ruangan sesuai kondisi awal, (Sabine)

a_2 = total penyerapan bunyi ruangan pada kondisi setelah diperbaiki (Sabine)

(NR merupakan rata-rata dari tiap frekuensi)

Tabel 76

Total Absorpsi Material Eksisting (a_1) pada *Ballroom* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Material	Keterangan	Luas Permukaan	Koefisien Serap Tiap Frekuensi					
			500 Hz		1000 Hz		2000 Hz	
			α	Sabin e	α	Sabin e	α	Sabine
Batu Bata, diplester, dicat	Dinding	1281.9	0.02	25.64	0.02	25.64	0.02	25.64
Vynil diatas beton	Kolom	200.99	0.03	6.03	0.03	6.03	0.03	6.03
	Lantai Tangga	60.8	0.03	1.82	0.03	1.82	0.03	1.82
Keramik diatas beton	Lantai Panggung	108	0.04	4.32	0.05	5.40	0.05	5.40
<i>Ordinary Window</i>	Jendela	176.34	0.18	31.74	0.12	21.16	0.07	12.34
	Pintu	13.10	0.18	2.36	0.12	1.57	0.07	0.92
Kayu	Pintu	44.25	0.1	4.43	0.07	3.10	0.06	2.66
Tegel Keramik	Lantai	900	0.01	9.00	0.01	9.00	0.02	18.00
Gipsum, tebal 1/2	Plafond	1008	0.05	50.40	0.08	80.64	0.07	70.56
Total Angka Sabine		3793.4	-	135.74	-	154.36	-	143.37
Rata-Rata Total Absorpsi						144.49		

Tabel di atas merupakan tabel total absorpsi penggunaan material kondisi eksisting pada *ballroom* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo (a_1). Sedangkan untuk perhitungan total absorpsi ruang *meeting room* adalah sebagai berikut :

Tabel 77

Total Absorpsi Material Eksisting (a_1) pada *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Material	Keterangan	Luas Permukaan	Koefisien Serap Tiap Frekuensi					
			500 Hz		1000 Hz		2000 Hz	
			α	Sabine	α	Sabine	α	Sabine
Batu Bata, diplester, dicat	Dinding	163.55	0.02	3.27	0.02	3.27	0.02	3.27
Vynil diatas beton	Kolom	57.85	0.03	1.74	0.03	1.74	0.03	1.74
<i>Ordinary Window</i>	Jendela	43.2	0.18	7.78	0.12	5.18	0.07	3.02
Kayu	Pintu	12	0.1	1.20	0.07	0.84	0.06	0.72
Tegel Keramik	Lantai	154.93	0.01	1.55	0.01	1.55	0.02	3.10
Gypsum, tebal 1/2	Plafond	154.95	0.05	7.75	0.08	12.40	0.07	10.85
Total Angka Sabine		586.48	-	23.28	-	24.98	-	22.70
Rata-rata Total Absorpsi						23.65		

Berdasarkan tabel total absorpsi (a_1) di atas, terlihat pula dalam kondisi eksisting ruang *meeting room* tersebut hanya menyerap bunyi rata-rata 23.65. Kemudian untuk total absorpsi setelah diberikan suatu rekomendasi desain pada masing-masing ruang, baik *ballroom* maupun *meeting room* dihasilkan rerata sebagai (a_2). Ruang *ballroom* didapatkan satu alternatif yang paling optimal, yaitu alternatif keenam merupakan penambahan bentuk plafond gantung bertrap dengan bahan *plasterboard*. Berikut perhitungan total absorpsi ruang *ballroom* setelah diberikan rekoemndasi alternatif keenam :

Tabel 78

Total Absorpsi rekomendasi alternatif keenam (a_2) pada *Ballroom* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Material	Keterangan	Luas Permukaan	Koefisien Serap Tiap Frekuensi					
			500 Hz		1000 Hz		2000 Hz	
			α	Sabine	α	Sabine	α	Sabine
Batu Bata, diplester, dicat	Dinding	1281.9	0.02	25.64	0.02	25.64	0.02	25.64
Vynil diatas beton	Kolom	200.9976	0.03	6.03	0.03	6.03	0.03	6.03
	Lantai Tangga	60.8	0.03	1.82	0.03	1.82	0.03	1.82
Keramik diatas beton	Lantai	108	0.04	4.32	0.05	5.40	0.05	5.40
	Panggung							
<i>Ordinary Window</i>	Jendela	176.346	0.18	31.74	0.12	21.16	0.07	12.34
	Pintu	13.104	0.18	2.36	0.12	1.57	0.07	0.92
Kayu	Pintu	44.256	0.1	4.43	0.07	3.10	0.06	2.66
Tegel Keramik	Lantai	900	0.01	9.00	0.01	9.00	0.02	18.00
Gypsum, tebal 1/2	Plafond	1008	0.05	50.40	0.08	80.64	0.07	70.56
Plywood tebal 3/8	Plafond Gantung	762.11	0.17	129.56	0.09	68.59	0.1	76.21
Total Angka Sabine			-	265.30	-	222.95	-	219.58
Rata-Rata Total Absorpsi						195.30		

Berdasarkan tabel di atas kemudian dimasukkan pada rumus yang *noise reduction* untuk dihitung nilai penurunan *background noise level* pada ruang *ballroom*. Berikut perhitungan

menggunakan rumus *noise reduction* untuk ruangan *ballroom* menggunakan alternatif keenam yaitu penambahan bentuk plafond gantung bertrap dilapisi bahan *plasterboard* :

Tabel 79

Hasil Penurunan *Background Noise Level* pada *Ballroom* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Total Absorpsi Eksisting (a ₁)	Total Absorpsi Alternatif 6 (a ₂)	Hasil <i>Noise Reduction</i> (NR)
144.49	195.30	7.64

Setelah dimasukkan dalam rumus, terapat pengurangan pada ruang *Ballroom* sebanyak **7.64 dB**. Pengurangan ini menggunakan alternatif kelima sebagai alternatif yang dapat diterapkan pada *Ballroom* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Pengurangan tersebut kemudian dikurangi pada tiap titik, 23 titik di ruang *ballroom*. Sehingga menghasilkan nilai *background noise level* yang cukup baik dan mendekati nilai standart yang telah ditentukan. Alternatif tersebut dapat dikatakan cukup baik untuk meningkatkan kualitas akustik di dalam ruang *ballroom* dikarenakan, alternatif tersebut selain untuk menurunkan nilai waktu dengung dan menyebarkan suara hingga bagian belakang penonton, alternatif keenam ini juga dapat menurunkan *background noise level* hingga mendekati nilai standart yang ditentukan, meskipun belum tepat pada *range* angka standart yaitu 30-40 dB.

Sedangkan pada *meeting room*, terjadi penurunan waktu dengung dengan salah satu alternatif yaitu alternatif keenam, dengan penambahan plafond gantung bertrap dilapisi *plasterboard*. Berikut perhitungan total absorpsi setelah diberikan rekomendasi alternatif keenam :

Tabel 80

Total Absorpsi rekomendasi alternatif keenam (a₂) pada *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Material	Keterangan	Luas Permukaan	Koefisien Serap Tiap Frekuensi					
			500 Hz		1000 Hz		2000 Hz	
			α	Sabine	α	Sabine	α	Sabine
Batu Bata, diplester, dicat	Dinding	163.55	0.02	3.27	0.02	3.27	0.02	3.27
Vynil di atas beton	Kolom	57.85	0.03	1.74	0.03	1.74	0.03	1.74
<i>Ordinary Window</i>	Jendela	43.2	0.18	7.78	0.12	5.18	0.07	3.02
Kayu	Pintu	12	0.1	1.20	0.07	0.84	0.06	0.72
Tegel Keramik	Lantai	154.93	0.01	1.55	0.01	1.55	0.02	3.10
Gypsum	Plafond	154.95	0.1	15.50	0.05	7.75	0.05	7.75
<i>Plasterboard</i>	Plafond Gantung	79.92	0.1	7.99	0.05	4.00	0.05	4.00
Total Angka Sabine			-	39.02	-	24.32	-	23.59
Rata-rata Total Absorpsi			28.98					

Berdasarkan tabel sebelumnya terlihat rerata yang dihasilkan oleh ruang *meeting room* setelah menggunakan material rekomendasi desain plafond gantung bertrap dilapisi bahan *plasterboard*, rerata tersebut yaitu 28.98 sebagai (**a₂**). Berikut perhitungan menggunakan rumus *noise reduction* untuk ruangan *meeting room* menggunakan alternatif keenam yaitu penambahan bentuk plafond gantung bertrap dilapisi bahan *plasterboard* :

Tabel 81

Hasil Penurunan *Background Noise Level* pada *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Total Absorpsi Eksisting (a ₁)	Total Absorpsi Alternatif 6 (a ₂)	Hasil <i>Noise Reduction</i> (NR)
23.65	28.98	11.3

Selain itu, pada ruang *meeting room* tersebut juga dihasilkan beberapa alternatif rekomendasi desain dalam upaya menurunkan *background noise level* dengan menggunakan alternatif *reverberation time* sebelumnya yang telah mencapai angka optimal di dalam ruangan *meeting room* tersebut, di antaranya :

1. Alternatif ketiga dengan penambahan pelapis lantai dengan material karpet tebal di atas lateks tak berpori
2. Alternatif keempat dengan penambahan kombinasi pelapis material baru pada dinding menggunakan *softboard* dan plafond menggunakan *plywood*

Kedua alternatif tersebut kemudian diakumulasikan dengan material lainnya, sehingga menghasilkan rerata total absorpsi dalam ruang *meeting room* pada masing-masing alternatif, sebagai berikut :

Tabel 82

Total Absorpsi rekomendasi alternatif ketiga (**a₂**) pada *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Material	Keterangan	Luas Permukaan	Koefisien Serap Tiap Frekuensi						
			500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		
			α	Sabine	α	Sabine	α	Sabine	
Batu Bata, diplester, dicat	Dinding	163.55	0.02	3.27	0.02	3.27	0.02	3.27	
Vynil di atas beton	Kolom	57.85	0.03	1.74	0.03	1.74	0.03	1.74	
<i>Ordinary Window</i>	Jendela	43.2	0.18	7.78	0.12	5.18	0.07	3.02	
Kayu	Pintu	12	0.1	1.20	0.07	0.84	0.06	0.72	
Karpet diatas lateks tak berpori	Lantai	154.93	0.39	60.42	0.34	52.68	0.48	74.37	
Gypsum, tebal 1/2	Plafond	154.95	0.05	7.75	0.08	12.40	0.07	10.85	
Total Angka Sabine				82.15		76.10		93.96	
Rata-rata Total Absorpsi				84.07					

Setelah diakumulasikan menghasilkan rerata total absorpsi 84.07, kemudian dimasukkan dalam rumus *noise reduction* hingga menghasilkan nilai 8.1 sebagai penurunan *background noise level* pada masing-masing titik ukur di ruang *meeting room*, sebagai berikut :

Tabel 83

Hasil Penurunan *Background Noise Level* menggunakan alternatif ketiga pelapis dinding pada ruang *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Total Absorpsi Eksisting (a ₁)	Total Absorpsi Alternatif 6 (a ₂)	Hasil <i>Noise Reduction</i> (NR)
23.65	84.07	1.8

Kemudian, untuk alternatif keempat yaitu alternatif kombinasi pelapisan dinding *softboard* dengan plafond *plywood* menghasilkan rerata total absorpsi, sebagai berikut :

Tabel 84

Hasil Penurunan *Background Noise Level* menggunakan alternatif keempat kombinasi dinding *softboard* dan plafond *plywood* pada ruang *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Material	Keterangan	Luas Permukaan	Koefisien Serap Tiap Frekuensi					
			500 Hz		1000 Hz		2000 Hz	
			α	Sabine	α	Sabine	α	Sabine
Softboard	Dinding	163.55	0.3	49.07	0.3	49.07	0.3	49.07
Vynil diatas beton	Kolom	57.85	0.03	1.74	0.03	1.74	0.03	1.74
<i>Ordynary Window</i>	Jendela	43.2	0.18	7.78	0.12	5.18	0.07	3.02
Kayu	Pintu	12	0.1	1.20	0.07	0.84	0.06	0.72
Tegel Keramik	Lantai	154.93	0.01	1.55	0.01	1.55	0.02	3.10
Plywood tebal 3/8	Plafond	154.95	0.17	26.34	0.09	13.95	0.1	15.50
Total Angka Sabine				87.67		72.32		73.14
Rata-rata total absorpsi				77.71				

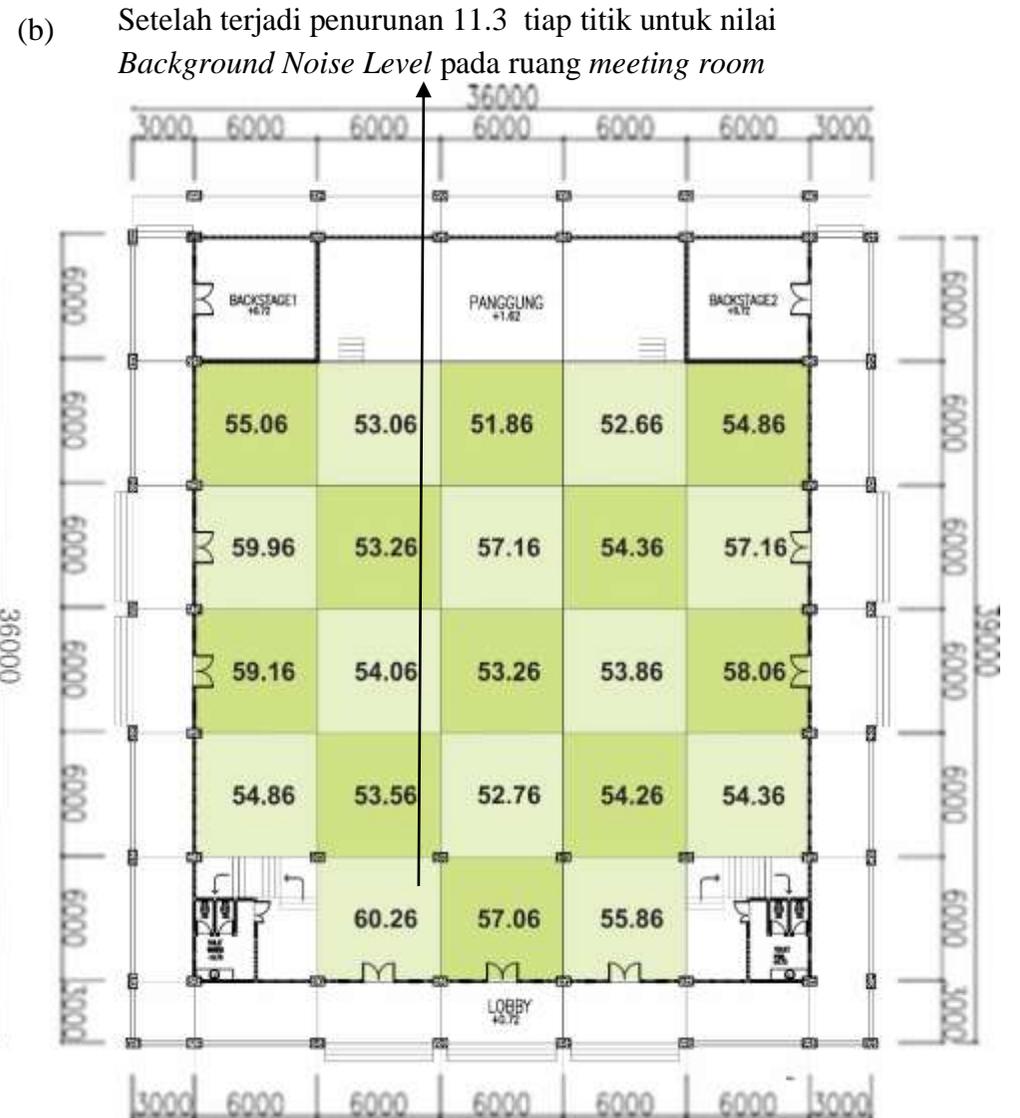
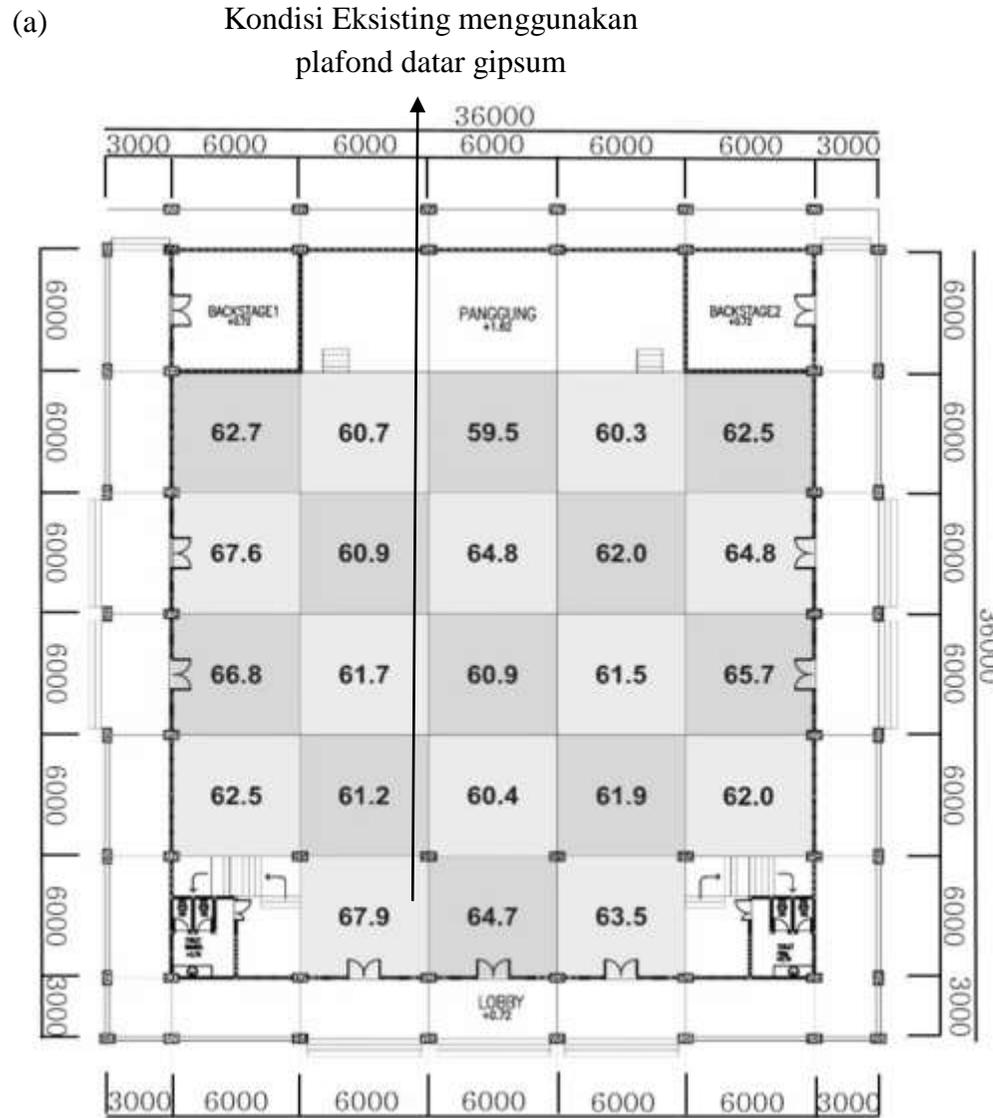
Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa nilai rerata yang dihasilkan oleh total absorpsi setelah diberikan rekomendasi berupa penambahan bentuk plafond gantung bertrap dilapisi *plasterboard*. Sehingga setelah diakumulasikan kedalam rumus *noise reduction*, dan menghasilkan nilai seperti pada tabel berikut :

Tabel 85

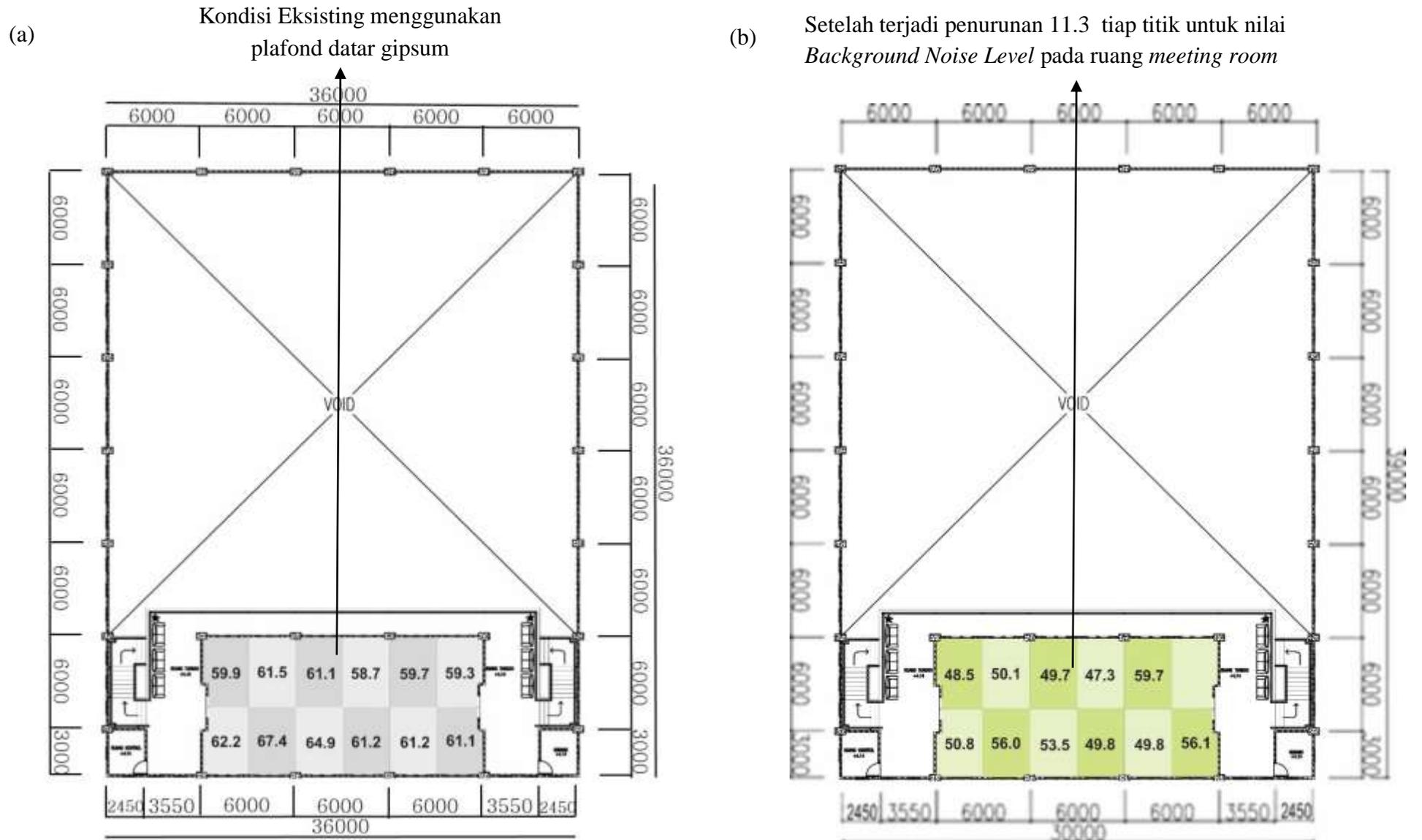
Hasil Penurunan *Background Noise Level* menggunakan alternatif ketiga pelapis dinding pada ruang *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo

Total Absorpsi Eksisting (a ₁)	Total Absorpsi Alternatif 6 (a ₂)	Hasil <i>Noise Reduction</i> (NR)
23.65	84.07	1.9

Berdasarkan perhitungan penurunan *background noise level* juga dapat digambarkan pada denah tiap titik ukur pada masing-masing ruang, baik ruang *ballroom* maupun ruang *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo, sebagai berikut :



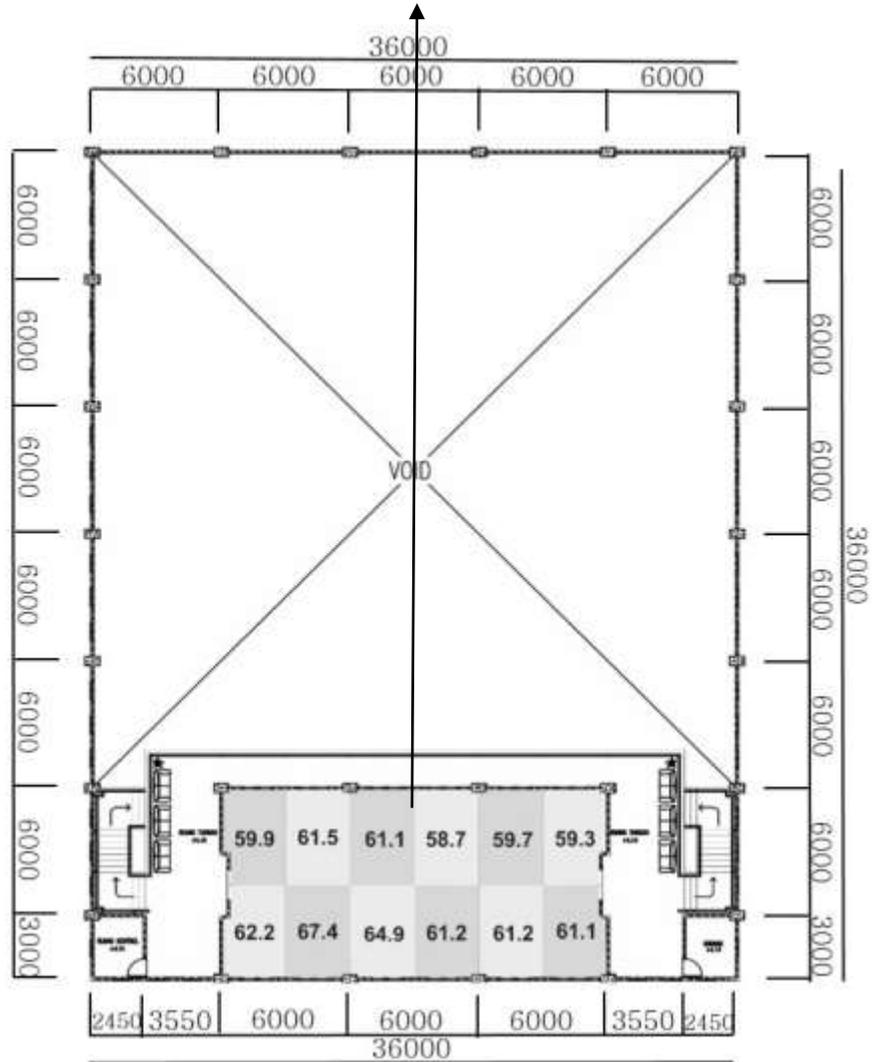
Gambar 4.204 Hasil pengurangan Background Noise Level menggunakan rumus Noise Reduction pada ballroom (a) Kondisi Eksisting (b) Setelah diberi plafond gantung bertrap dilapisi plasterboard (Alternatif keenam)



Gambar 4.205 Hasil pengurangan *Background Noise Level* menggunakan rumus *Noise Reduction* pada *meeting room* (a) Kondisi Eksisting (b) Setelah diberi plafond gantung bertrap dilapisi *plasterboard* (Alternatif keenam)

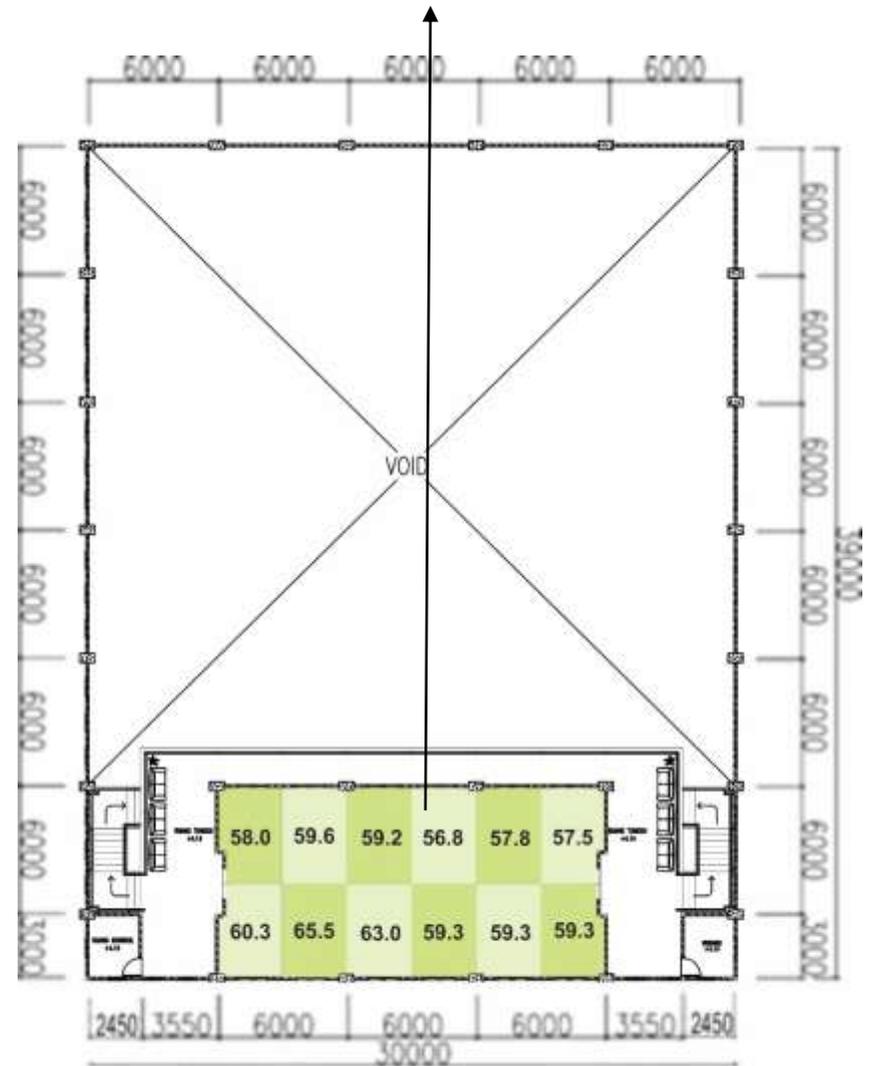
(a)

Kondisi Eksisting menggunakan material lantai tegel keramik



(b)

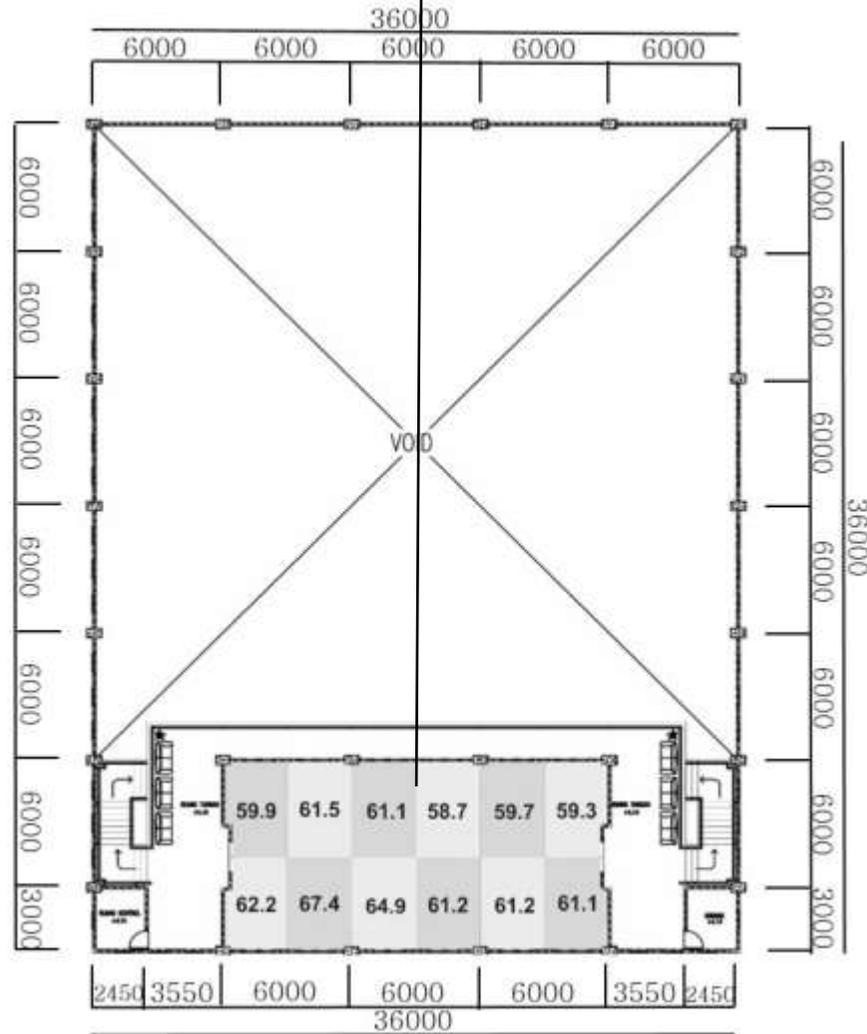
Setelah terjadi penurunan 1.8 tiap titik untuk nilai *Background Noise Level* pada ruang *meeting room*



Gambar 4.206 Hasil pengurangan *Background Noise Level* menggunakan rumus *Noise Reduction* pada *ballroom* (a) Kondisi Eksisting (b) Setelah diberi pelapis lantai dengan material karpet tebal di atas lateks tak berpori (Alternatif ketiga)

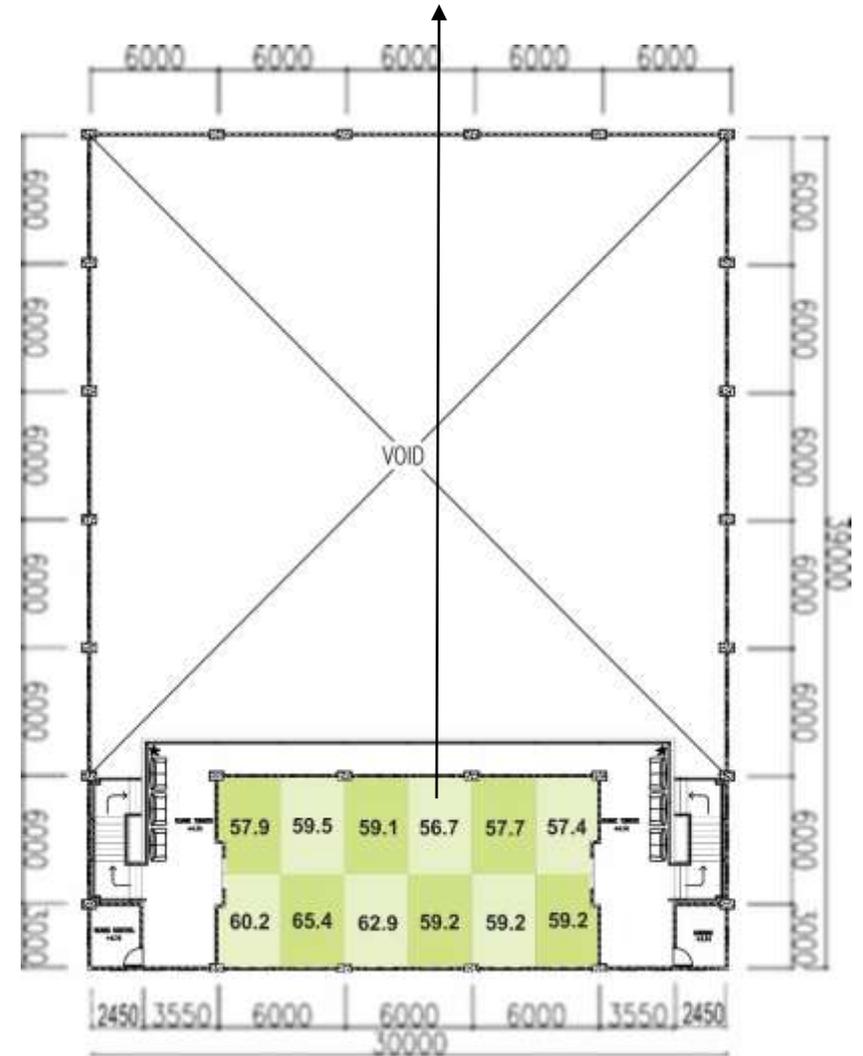
(a)

Kondisi Eksisting menggunakan material yang cenderung reflektor



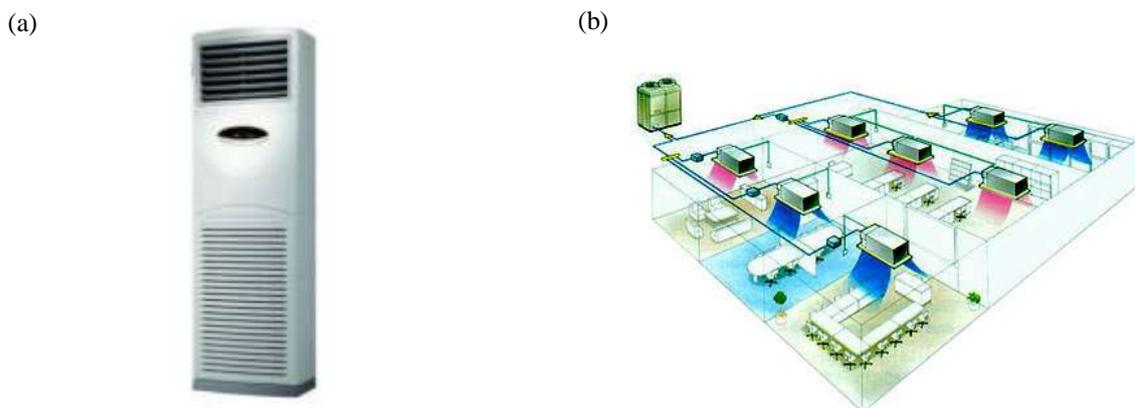
(b)

Setelah terjadi penurunan 1.9 tiap titik untuk nilai Background Noise Level pada ruang meeting room



Gambar 4.207 Hasil pengurangan Background Noise Level menggunakan rumus Noise Reduction pada meeting room (a) Kondisi Eksisting (b) Setelah diberi pelapis kombinasi pelapis dinding softboard dan plafond plywood (Alternatif keempat)

Berdasarkan data analisis yang telah dipaparkan sebelumnya mengenai penyelesaian kuantitatif, didapatkan bahwa pengaruh tingginya tingkat bising latar belakang di dalam *Ballroom* maupun *Meeting Room* adalah salah satunya adalah pengaruh AC (*air conditioner*) dan aktivitas ruang luar. Oleh karena itu, dapat menggunakan *AC Split Duct* dengan tingkat kebisingan yang rendah bahkan tidak mengeluarkan bunyi bising. Sistem AC tersebut merupakan sistem yang dikontrol pada satu titik (ruang control) dan distribusi suhu lebih merata keseluruh ruangan baik *Ballroom* maupun *meeting room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo



Gambar 4.208 (a) *Floor Standing AC* yang diterapkan pada eksisting *Ballroom* (b) sistem *AC split duct* sebagai rekomendasi

Sumber : (1) (2) <http://daikin-indonesia.blogspot.com/2012/06/ac-vrv-system-daikin-vs-ac-split-duct.html> diakses 22 Mei 2018

Perubahan sistem penggunaan AC tersebut selain untuk meredam kebisingan juga dapat memudahkan dalam sistem kontrol dan *maintenance* pada masing-masing unit AC yang ada pada *Ballroom* dan *Meeting Room* Hotel Paseban Sena Kota Probolinggo. Rekomendasi atau strategi dalam mencegah kebisingan akibat adanya bunyi yang berasal AC atau pendingin ruangan adalah sebagai berikut :

1. Lubang difuser dibuat lebar agar mendapat angin yang merata dan dapat mengurangi kecepatan angin sekaligus juga dapat mengurangi desis yang dapat mempengaruhi tingkat bising latar belakang dalam ruang
2. Menggunakan AC sistem central seperti *AC split duct* yang dikontrol oleh satu sistem untuk keseluruhan ruangan dan pada bagian dalam *ducting* juga dilapisi peredam yang dibelokkan.