

Desain Ulang *Meeting Room* P3AI ITS untuk Perbaikan Kualitas Akustik *Video Conference*

Danarjati Wisnu Wardhana dan Wiratno Argo Asmoro

Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, ITS

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

e-mail: wiratno@ep.its.ac.id

Abstrak— Ruang percakapan membutuhkan kejelasan suara yang cukup baik agar informasi bisa tersampaikan bisa diterima secara jelas. Parameter akustik ruang yang digunakan sebagai acuan adalah *Reverberation Time*, % *Alcons*, *STI* dan *Critical Distance*. Dalam penelitian ini ruangan yang digunakan untuk dianalisa dan dilakukan percobaan akustik ruangannya adalah ruangan yang terdapat di Perpustakaan ITS lantai 6 milik P3AI. Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah untuk mendesain ulang ruangan di P3AI agar sesuai kebutuhan *video conference*. Desain yang dimaksud adalah bagaimana memberikan insulasi, menentukan material penyerap, dan mendesain sistem audio. Metode pengambilan data yang dilakukan adalah *Impulse Response*. Selain itu, simulasi hasil perhitungan dilakukan menggunakan *software* EASE4.3. Hasil perhitungan desain insulasi dalam ruangan sudah mampu mereduksi TTB maksimal yang keluar dari *loudspeaker* sebesar 35,92 dB dan 39,72 dB. Hasil desain ulang alternatif yang memakai material *rock wool*, *glass wool*, dan karpet pada permukaan dalam ruangan menunjukkan nilai *RT* 0,3 sekon, yang sebelumnya lebih tinggi yaitu sebesar 1,03 sekon. Hasil simulasi % *Alcons* dan *STI* untuk alternatif desain ulang juga sudah memenuhi standar yang sebesar 1,74% dan 0,841 yang berarti tingkat kejelasan suara dalam ruangan tersebut semakin baik.

Kata Kunci— *Video Conference*, Waktu Dengung, % *Alcons*, *Critical Distance*.

I. PENDAHULUAN

Ruang percakapan membutuhkan kejelasan suara yang cukup baik agar informasi bisa tersampaikan bisa diterima secara jelas. Terlebih lagi apabila ruangan tersebut juga digunakan untuk *video conference*. Ruangan seperti ini membutuhkan sistem audio tersendiri untuk menunjang kegiatan-kegiatan yang akan dilakukan. Selain itu, untuk memperoleh kualitas *speech* yang baik memerlukan perangkat sistem audio-visual yang berkualitas. Desain ruangan yang dibutuhkan adalah semi studio yang dapat digunakan untuk *video conference*.

Terdapat beberapa kriteria yang harus dipenuhi agar suatu ruang memenuhi syarat sebagai ruang untuk percakapan. Kriteria tersebut diantaranya *RT60*, *C50*, dan % *Alcons*. *Reverberation time* 60 (*RT60*) adalah waktu dengung yang menunjukkan seberapa lama energi suara dapat bertahan di dalam ruangan, yang dihitung dengan cara mengukur waktu peluruhan energi suara dalam ruangan sebesar 60 dB. Sedangkan *Clarity* adalah perbandingan energi suara yang datang sekitar 0,05-0,08 detik pertama setelah suara langsung. Untuk kejelasan pembicaraan nilai yang berpengaruh adalah

C50. Tingkat kejelasan pembicaraan akan bernilai baik jika *C50* lebih kecil atau sama dengan -2 dB [1]. *Alcons* adalah *Articulation Loss of Consonant* yang menunjukkan nilai persen hilangnya artikulasi dari suara konsonan. Semakin kecil persen nilainya, maka semakin baik pula subjektivitas ruangan tersebut.

Beberapa usaha dapat dilakukan dalam membangun suatu ruangan yang memenuhi kriteria akustik sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan antara lain dengan membuat terlebih dahulu rancangannya sesuai perhitungan yang direkomendasikan, atau dengan meniru ruangan yang telah jadi. Tetapi seringkali ruangan yang sudah jadi masih belum memenuhi beberapa kriteria akustik, hal ini dapat disebabkan oleh material bahan bangunan yang tidak sesuai dengan ketentuan, pemilihan dan peletakan speaker yang tidak sesuai.

Dalam penelitian ini ruangan yang digunakan untuk dianalisa dan dilakukan percobaan akustik ruangannya adalah ruangan yang terdapat di Perpustakaan ITS lantai 6 milik P3AI. Ruangan tersebut rencananya akan digunakan untuk *video conference*. Kondisi dari ruangan tersebut sebenarnya masih belum memenuhi kriteria untuk difungsikan sebagai *video conference*. Masih terdengar suara atau *noise* yang masuk ke dalam ruangan tersebut. Selain itu bagian samping dan belakang ruangan masih dibatasi oleh triplek, sedangkan bagian depan ruangan adalah dinding beton. Suara aktifitas dari luar masih terdengar sampai ke dalam ruangan. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi akustik untuk mengetahui kualitas akustik dari ruang tersebut. Permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah bagaimana mendesain ruangan untuk *video conference* dan menentukan material yang tepat untuk ruangan tersebut. Desain yang dimaksud adalah bagaimana memberikan perlakuan insulasi terhadap *noise* yang berada di sekitar ruangan. Selain itu perlu juga untuk mendesain sistem audio dari ruangan ini untuk keperluan *video conference*. Agar dalam penyelesaian masalah pada tugas akhir ini dapat fokus maka batasan masalah yang diangkat yaitu dimensi ruangan tidak berubah dari keadaan awal. Lalu properti yang ada dalam ruangan seperti meja kursi dan lain-lain tidak dirubah kecuali ada penambahan material penyerap akustik dan sistem audio.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Bising Latar Belakang

Bising latar belakang atau lebih sering disebut *background noise* adalah bunyi yang tidak keluar dari sumber suara utama dan biasanya tidak diperlukan. *Background noise*

lebih bersifat mengganggu dan selalu berbunyi secara terus menerus atau kontinyu. Sumber bising latar belakang biasanya dari keadaan sekitar ruangan, baik itu di dalam maupun di luar ruangan itu sendiri.

Untuk mengetahui tingkat bising latar belakang yang ada dapat dilakukan dengan mengukur Tingkat Tekanan Bunyi di dalam ruangan pada rentang frekuensi tengah pita oktaf antara 63 Hz sampai dengan 8kHz, yang hasilnya dapat dicocokkan dengan kurva kriteria bising (Noise Criteria). Nilai NC bisa dihitung dari tingkat tekanan bunyi yang terukur dengan perhitungan dibawah ini

$$NC \cong 1,25(L_A - 13) \tag{1}$$

Bila kebisingan yang ada berlangsung secara kontinyu, perlu dihitung nilai ekivalen dari tingkat kebisingan. Nilai ekivalen tingkat kebisingan kontinyu adalah tingkat tekanan bunyi dari bunyi yang *steady* pada suatu periode ditingkat energi yang sama [2]. Nilainya terukur dan tersebar secara merata dengan satuan dB(A). Teori perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$L_{eq} = 10 \frac{\log_{10}(t_1 10^{L_1/10} + t_2 10^{L_2/10} + \dots + t_n 10^{L_n/10})}{T} \tag{2}$$

B. Insulasi Ruangan

Untuk memperkecil bising latar belakang yang terjadi di dalam ruangan, biasanya dilakukan perlakuan insulasi terhadap dinding ruangan tersebut. Insulasi suara dengan partisi disebut dengan *Sound Reduction Index* (SRI) dari partisi yang didefinisikan sebagai berikut:

$$SRI = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{\tau} \right) dB = -10 \log_{10}(\tau) dB \tag{3}$$

Dimana τ adalah *Sound Transmission Coefficient*. Jika panel yang terdapat diantara dua ruangan terdiri dari beberapa macam material seperti pintu dengan partisi, atau jendela yang terdapat pada dinding, maka terdapat beberapa material yang dilewati oleh suara tersebut. Nilai koefisien transmisi ini bisa didefinisikan sebagai nilai rata-rata koefisien transmisi yang dijelaskan sebagai berikut:

$$\tau_{average} = \frac{A_1 \times \tau_1 + A_2 \times \tau_2 + \dots + A_n \times \tau_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \tag{4}$$

Dimana nilai koefisien transmisi didefinisikan sebagai berikut:

$$\tau = 10^{-\frac{SRI}{10}} \tag{5}$$

C. Reverberation Time

Reverberation Time (RT) atau yang yang lebih dikenal sebagai waktu dengung adalah parameter akustik ruangan yang paling banyak dikenal orang. RT seringkali dijadikan acuan awal dalam mendesain akustik ruangan sesuai dengan fungsi ruangan tersebut. RT menunjukkan seberapa lama energi suara dapat bertahan di dalam ruangan, yang dihitung dengan cara mengukur waktu peluruhan energi suara dalam ruangan. Sabine pada tahun 1900 mengeluarkan persamaan RT dengan melakukan percobaan membangkitkan suara pada ruangan dan menghitung waktu dengung di dalam ruangan tersebut. Dia mengobservasi bahwa waktu dengung bergantung pada volume ruangan dan penyerapan yang terjadi

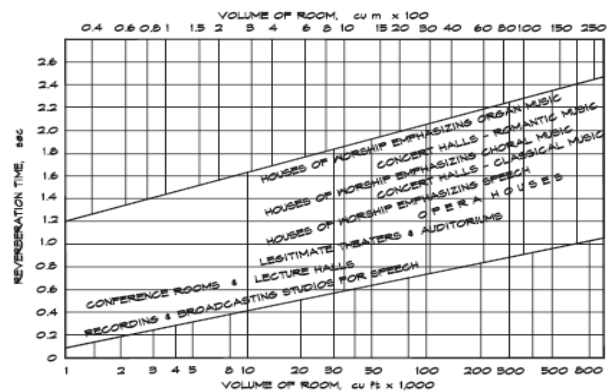
di dalam ruangan. Sabine mendefinisikan persamaan waktu dengung sebagai berikut:

$$RT_{60} = \frac{0,161 V}{A} \tag{6}$$

Nilai total penyerapan ruangan Sabine dipengaruhi oleh luas permukaan material yang ada di dalam ruangan dan juga koefisien absorpsi suara pada material.

$$A = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n \tag{7}$$

RT pada umumnya dipengaruhi oleh jumlah energi pantulan yang terjadi dalam ruangan. Semakin banyak energi pantulan, semakin panjang RT ruangan, dan sebaliknya. Jumlah energi pantulan dalam ruangan berkaitan dengan karakteristik permukaan yang menyusun ruangan tersebut. Berikut ini adalah gambaran RT yang ideal untuk beberapa fungsi ruangan sesuai dengan volumenya.



Gambar 1. Reverberation Time vs Room Value [3]

D. Impulse Response

Sumber suara impuls dapat digunakan untuk menguji respon dari suatu ruangan. Sumber suara yang dipakai untuk membangkitkan sebuah ruang haruslah memiliki energi yang cukup disepanjang spektrum untuk meyakinkan bahwa gangguan suara ditinggikan levelnya di atas *noise* untuk memberikan akurasi yang dibutuhkan [4]. Dari pengukuran ini akan didapatkan gambaran interaksi antara sumber suara dengan permukaan dalam ruangan, yang dapat digambarkan dalam pola urutan waktu pemantulan energi suara pada suatu titik dalam ruangan serta reduksi energi suara pada setiap waktu/setiap informasi suara pantulan.

E. Articulation Loss of Consonant(% Alcons)

Don dan Carolyn [5] menjelaskan bahwa ketika kita berbicara, suara yang kita hasilkan bisa diklasifikasikan kedalam konsonan dan vokal. Suara a, i, u, e, dan o adalah vokal. Sedangkan kombinasi seperti ba, pa, da, ta, ga, dan sebagainya mengandung suara konsonan. Dua orang peneliti akustik yang berasal dari Belanda menghabiskan waktu selama bertahun-tahun menyelesaikan bahwa nilai persen hilangnya artikulasi dari konsonan menunjukkan skor artikulasi pada berbagai macam ruang/tempat akustik. Formula untuk % Alcons dikembangkan dan dipublikasikan oleh V.M.A. Peutz dan W. Klein pada jurnal *Audio Engineering Journal* Desember 1971. Subjektivitas nilai % Alcons dapat dihubungkan dengan kejelasan suara (*speech*

intelligibility). Rumus formula % Alcons yang dikembangkan oleh para peneliti di atas adalah sebagai berikut:

$$\%Alcons = \frac{200R^2RT_{60}^2(n+1)}{QV} \tag{8}$$

Dimana,

R :jarak speaker ke pendengar terjauh

RT :waktu dengung

n :jumlah grup speaker

V :volume ruangan (m³)

Q :Directivity faktor speaker

Rumus fromula diatas digunakan jika jarak R adalah 3,16 kali *critical distance*.

F. Critical Distance (Dc)

Critical Distance adalah jarak dari pusat sumber suara pada sumbu tertentu ke titik dimana kerapatan dari suara langsung dan suara pantul adalah sama. Nilai Dc dipengaruhi oleh karakteristik keterarahan dari sumber suara yang digunakan [5]. Nilai *critical distace* juga dipengaruhi oleh koefisien absorpsi dari permukaan batas ruangan. Nilai *critical distance* dihitung dengan menggunakan persamaan suara pantul.

$$L_p = L_w + 10 \log \left[\frac{Q}{4\pi R^2} + \frac{4}{A} \right] \tag{9}$$

Dengan intesitas suara pantul dan suara langsung yang sama, maka

$$\frac{Q}{4\pi D_c^2} = \frac{4}{A} \tag{10}$$

dan dapat disederhanakan menjadi,

$$D_c = \left[\frac{QA}{16\pi} \right]^{\frac{1}{2}} \tag{11}$$

Dan rumus akhirnya menjadi sebagai berikut,

$$D_c = 0,141 \times \sqrt{QA} \tag{12}$$

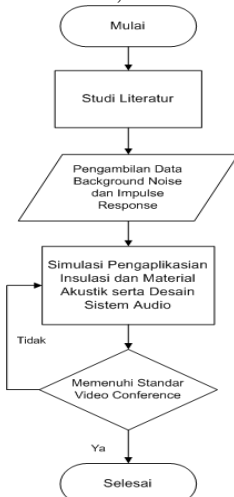
Dimana:

Q= *Directivity Factor Speaker*

A=Total penyerapan Sabine dalam ruangan (m² Sabine)

III METODOLOGI PENELITIAN

Berikut adalah tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini,



Gambar. 2. Diagram Alir Penelitian

A. Objek Pengukuran

Deskripsi *Meeting Room* P3AI ITS

Gambaran dari *meeting room* P3AI adalah sebagai berikut. Kapasitas tampung ruangan adalah 30 orang dengan bentuk balok dan atap ruangan bagian depan yang lebih rendah.

a. Dimensi Ruang

Panjang ruangan : 10,6 meter

Lebar ruangan : 7,1 meter

Tinggi bagaian belakang: 3,2 meter

Tinggi bagian depan : 2,8 meter

Volume Ruangn : 231,18 m³

b. Kondisi Material Awal Ruang

Kondisi awal permukaan material yang ada di dalam *meeting room* P3AI adalah sebagai berikut:

- Dinding samping dan belakang menggunakan material gypsum partisi ruangan yang dilapisi oleh *wallpaper*.
- Dinding depan menggunakan beton dengan plester dan dilapisi oleh *wallpaper*.
- Plafon atap ruangan menggukana material gypsum untuk atap.
- Lantai merupakan beton yang menggunakan keramik.
- Pintu dengan material kayu yang terdapat di belakang dan di samping ruangan.

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Data Pengukuran Background Noise

Data diambil pada siang hari disaat jam sibuk operasional perpustakaan ITS agar nilai kebisingan optimal. Durasi waktu pengambilan data kontinyu direkam tiap interval 5 (lima) menit sekali selama 1 (satu) jam di dalam dan luar ruangan yang langsung berhubungan dengan lingkungan sekitar. Berikut adalah data *background noise* dari dalam dari dalam dan luar ruangan.

Tabel 1. Data Background Noise

Data ke-	Dalam ruangan samping (dB A)	Luar ruangan samping (dB A)	Dalam ruangan belakang (dB A)	Luar ruangan belakang (dB A)
Nilai Leq	45,37	59,02	44,87	55,19
Nilai NC	40,46	57,53	39,84	52,74

B. Data SRI Dinding

Data SRI diolah dengan membandingkan hasil pengukuran dan perhitungan. Berikut adalah perhitungan nilai SRI dinding belakang yang dibandingkan dengan hasil pengukuran yang sudah diambil.

Tabel 1. SRI Dinding Belakang

Jenis Permukaan	Luas Permukaa (m ²)	SRI material (dB)	Koefisien Transmisi τ
Kaca jendela	3,17	20	10 ^{-20/10} =0,01
Kaca pintu	0,5		
Kaca	3,67		
Pintu Kayu	3,46	18	10 ^{-18/10} =0,016
Dinding gypsum	13,25	48	10 ^{-48/10} =1,585x10 ⁻⁵

Data luas permukaan, SRI material dan koefisien transmisi digunakan untuk menghitung nilai koefisien transmisi rata-rata menggunakan persamaan (4).

$$\tau_{ave} = \frac{(13,254 \times 1,585 \times 10^{-5}) + (3,46 \times 0,016) + (3,67 \times 0,01)}{13,254 + 3,46 + 3,67}$$

$$= 0,004526593$$

Nilai koefisien rata-rata diatas digunakan untuk mengetahui SRI dinding belakang ruangan menggunakan persamaan (3).

$$SRI = -10 \log_{10}(0,004526593)dB = 23,44 dB$$

Berikut adalah perhitungan nilai SRI dinding samping yang dibandingkan dengan hasil pengukuran yang sudah diambil.

Tabel 2. SRI Dinding Samping

Jenis Permukaan	Luas Permukaan (m ²)	SRI (dB)	material	Koefisien Transmisi τ
Kaca jendela	3,17	20		$10^{-20/10} = 0,01$
Kaca pintu	0,5			
Kaca	3,3			
Pintu Kayu	1,64	18		$10^{-18/10} = 0,016$
Dinding gypsum	22,23	48		$10^{-48/10} = 1,585 \times 10^{-5}$

Data luas permukaan, SRI material dan koefisien transmisi digunakan untuk menghitung nilai koefisien transmisi rata-rata menggunakan persamaan (4).

$$\tau_{ave} = \frac{(22,23 \times 1,585 \times 10^{-5}) + (1,64 \times 0,016) + (3,3 \times 0,01)}{22,23 + 1,64 + 3,3}$$

$$= 0,007232081$$

Nilai koefisien rata-rata diatas digunakan untuk mengetahui SRI dinding belakang ruangan menggunakan persamaan (3).

$$SRI = -10 \log_{10}(0,007232081)dB = 21,41 dB$$

C. Insulasi Dalam Ruangan

Insulasi dalam ruangan dibutuhkan agar suara yang dibangkitkan, tidak keluar ruangan dan mengganggu keadaan sekitar ruangan. Dari spesifikasi *loudspeaker* yang digunakan, yaitu TOA F-240, memiliki nilai *output SPL* (*Sound Pressure Level*) maksimal 92 dB. Jika ditinjau ulang terhadap nilai SRI yang hanya mampu mereduksi 23,44 dB dan 21,41 dB pada dinding belakang dan samping maka diperlukan insulasi dinding agar sesuai dengan keadaan sekitar ruangan yang memiliki *background noise* sebesar 55,19 dB dan 59,02 dB.

Perlakuan insulasi yang tepat diperlukan agar nilai SRI dapat mereduksi sumber suara dari dalam ruangan. Untuk dinding belakang, nilai SRI yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$SRI = Output\ speaker - Leq\ dinding\ luar\ belakang = 92 - 55,19 = 36,81 dB$$

Tabel 3. SRI Insulasi Ruangan Dinding Belakang

Jenis Permukaan	Luas Permukaan (m ²)	SRI (dB)	material	Koefisien Transmisi τ
Jendela <i>Double Glass</i>	4mm 3,17	43		$10^{-43/10} = 5,02 \times 10^{-5}$
Pintu Kayu <i>Finer</i>	3,96	29		$10^{-29/10} = 1,26$

Solid			$\times 10^{-3}$
Frame <i>fiberglass</i> 13 mm dengan <i>plasterboard</i>	13,25	53	$10^{-53/10} = 5,01 \times 10^{-6}$

$$\tau_{ave} = \frac{(13,254 \times 5,01 \times 10^{-6}) + (3,96 \times 1,26 \times 10^{-3}) + (3,17 \times 5,02 \times 10^{-5})}{13,254 + 3,96 + 3,17}$$

$$= 0,000255675$$

SRI Dinding insulasi belakang

$$= -10 \log_{10}(0,000255675)dB = 35,92 dB$$

Sedangkan untuk SRI dinding samping adalah sebagai berikut:

$$SRI = Output\ speaker - Leq\ dinding\ luar\ samping = 92 - 59,02 = 32,98 dB$$

Tabel 4.

SRI Insulasi Ruangan Dinding Samping

Jenis Permukaan	Luas Permukaan (m ²)	SRI (dB)	material	Koefisien Transmisi τ
Jendela <i>Double Glass</i>	4mm 4,67	43		$10^{-43/10} = 5,02 \times 10^{-5}$
Pintu Kayu <i>Finer</i> Solid	1,89	29		$10^{-29/10} = 1,26 \times 10^{-3}$
Frame <i>fiberglass</i> 13 mm dengan <i>plasterboard</i>	18,83	53		$10^{-53/10} = 5,01 \times 10^{-6}$

$$\tau_{ave} = \frac{(18,83 \times 5,01 \times 10^{-6}) + (1,89 \times 1,26 \times 10^{-3}) + (4,67 \times 5,02 \times 10^{-5})}{18,83 + 1,89 + 4,67}$$

$$= 0,000106648$$

SRI Dinding insulasi samping

$$= -10 \log_{10}(0,000106648)dB = 39,72 dB$$

D. Data Waktu Dengung

Data pengukuran respon impuls ruangan diambil disatu titik sebanyak lima kali. Untuk hasil pengukuran pada frekuensi tengah percakapan menggunakan SLM Solo adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Data SLM Solo

Frekuensi	Data ke- (sekon)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
500	1,03	1,03	1,19	1,03	1,05	1,066
630	1,04	1,15	1,01	1,04	1,05	1,035
800	0,99	0,94	0,95	1,04	1,02	1,0
1000	0,95	0,85	1,10	0,83	1,02	0,95
Rata-rata Frekuensi Tengah						1,013

E. Optimalisasi RT

Dengan nilai RT awal yang sebesar 1,013 sekon membutuhkan optimalisasi pada koefisien serap Sabine agar bisa didistribusikan desain interior ruangan dengan luas permukaan dan koefisien absorpsi bahan (α) dalam ruangan. Berikut nilai koefisien serap Sabine dengan RT awal.

$$1,013 = 0,163 \times \frac{231,176}{A}$$

$$A = 37,2 m^2 Sabine$$

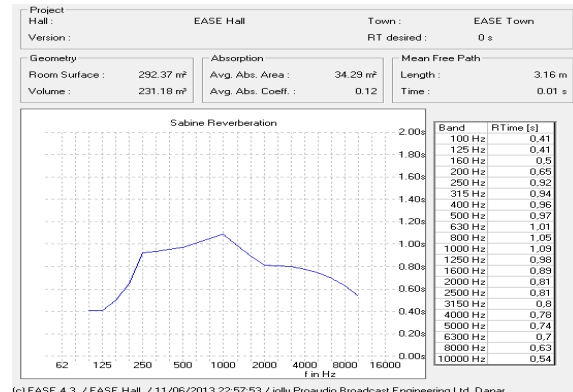
Sedangkan nilai *Absorptivity Sabine* (A) dengan RT optimal yang sesuai standar ruangan 0,6 sekon adalah sebagai berikut.

$$0,6 = 0,163 \times \frac{231,176}{A}$$

$$A = 62,8 m^2 Sabine$$

F. Hasil Simulasi RT

Dari hasil simulasi dihasilkan nilai RT yang sesuai dengan standar ruangan untuk *speech* bervolume 231,176 m³ yaitu sebesar 0,6 sekon dengan jumlah okupansi optimum ruangan sebesar 30 orang yang duduk di atas kursi kayu. Nilai A dapat didistribusikan pada luas permukaan dalam ruangan, yaitu dinding samping, depan, dan belakang.



Gambar. 3. Hasil Simulasi RT Sebelum *Treatment* Akustik

G. Hasil % Alcons

Nilai % Alcons yang digunakan sebagai standar yang baik adalah 10% sedangkan nilai ambang batas % Alcons yang dapat diterima adalah 15%. Standar nilai % Alcons ini digunakan untuk menentukan jarak *loudspeaker*, dengan audiens terjauh. Untuk *loudspeaker* yang akan digunakan adalah digunakan *speaker* TOA F-240 yang memiliki nilai *directivity factor* (Q) sebesar 4,92 pada frekuensi pembicaraan normal. Perhitungan untuk kriteria Alcons 10% adalah sebagai berikut

$$10\%ALcons = \frac{200 R^2(0,6)^2(1 + 1)}{(231,176)(4,92)}$$

$$R = 8,88 m$$

H. Hasil Perhitungan Critical Distance (Dc)

Nilai *critical distance* bergantung pada *directivity factor* dan *absorptivity* Sabine. *Directivity factor* yang digunakan sesuai dengan *loudspeaker* yang digunakan pada desain ulang ruangan yaitu sebesar 4,92 pada frekuensi percakapan. Sedangkan untuk nilai *absorptivity* Sabine yang digunakan adalah nilai optimal yang sudah sesuai dengan nilai waktu dengung ruangan 0,6 sekon yang sebesar 62,8. Hasil perhitungan *Critical Distance* (Dc) untuk *loudspeaker* yang akan dipasang pada desain ulang *meeting room* P3AI adalah sebagai berikut

$$D_c = 0,141 \times \sqrt{QA}$$

$$= 0,141 \times \sqrt{4,92 \times 62,8}$$

$$= 2,478 m$$

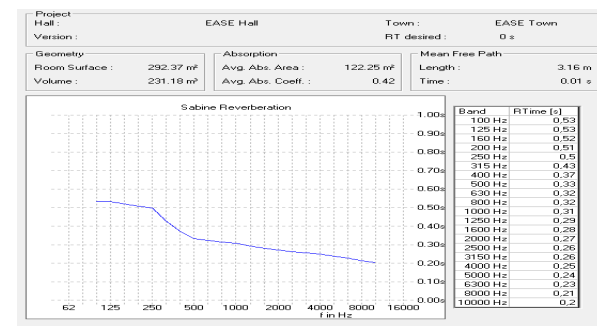
I. Desain Ulang Ruangan

Desain ulang dalam ruangan tidak terpaku pada satu alternatif yang ditawarkan pada penjelasan diatas. Agar dapat menjadi pertimbangan dalam melakukan desain ulang, variabel bebas yang dapat diubah-ubah nilainya adalah nilai koefisien serap Sabine (A) yang didistribusikan pada interior dalam ruangan.

Tabel 6. Properti Ruang Desain Ulang

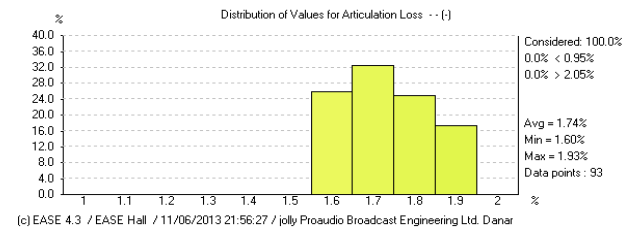
Daerah Kerja	Material	S (m ²)	α	Sα (m ² Sabine)
Dinding Belakang	<i>Solid rock wool 2"</i>	9,988	0,885	8,84
Dinding samping	<i>Fabric Covered Solid Glass wool</i>	25,62	0,775	19,86
Atap	<i>Rock wool 1"</i>	50,46	0,955	48,19
Lantai	Karpet	74,60	0,16	11,94
Total Koefisien serap Sabine				88,83

Hasil simulasi dari desain ulang tabel di atas adalah sebagai berikut

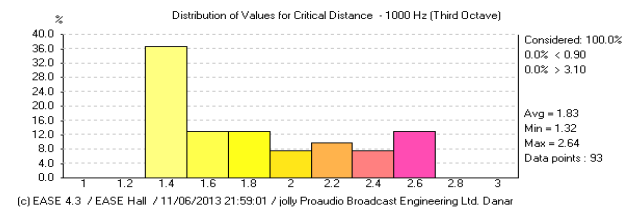


Gambar. 4. Hasil Simulasi RT Setelah Desain Ulang

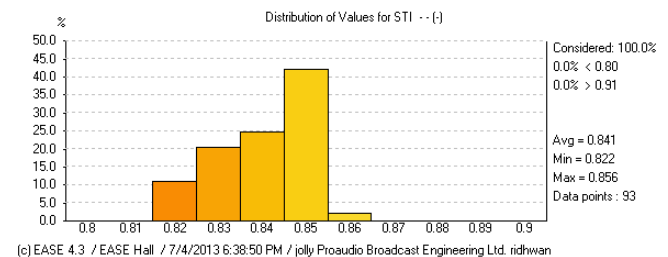
Sedangkan untuk hasil simulasi % Alcons dan *critical distance* dari desain ulang pada tabel di atas adalah sebagai berikut.



Gambar. 5. Hasil Simulasi % Alcons



Gambar. 6. Hasil Simulasi *Critical Distance*



Gambar. 7. Hasil Simulasi STI

J. Pembahasan

Dari pengukuran *background noise* disekitar ruangan, terlihat bahwa kebisingan yang masuk kedalam ruangan masih

belum memenuhi kriteria NC35 yang direkomendasikan pada grafik NC. Dengan nilai NC yang bernilai 40 masih perlu penurunan tingkat kebisingan hingga nilainya menjadi NC35. Tetapi dengan nilai NC tersebut dapat diturunkan dengan insulasi dalam ruangan yang dapat mereduksi sumber suara dari dalam ruangan yang akan dipasang sistem audio.

Untuk hasil perhitungan SRI dinding belakang yang terdiri dari pintu kayu, jendela kaca, dan dinding partisi gypsum sudah mampu mengurangi tingkat tekanan bunyi sebesar 23,44 dB. Sedangkan SRI yang direkomendasikan berdasarkan nilai NC35 adalah 12,99 dB dengan tingkat kebisingan luar ruangan yang terukur adalah 55,19 dB. Sehingga tidak perlu penambahan insulasi luar ruangan bagian belakang.

Sedangkan untuk hasil perhitungan SRI dinding samping yang terdiri dari pintu kayu, jendela kaca, dan dinding partisi gypsum juga mampu mereduksi tingkat kebisingan sebesar 21,41 dB. Hasil perhitungan SRI ini juga sudah melampaui standar SRI untuk tingkat kebisingan dalam ruangan NC35 sebesar 16,82 dB dengan tingkat kebisingan luar ruangan yang terukur sebesar 59,02 dB. Sehingga untuk dinding partisi bagian samping ruangan juga tidak perlu perlakuan insulasi.

Untuk perlakuan insulasi dalam ruangan, hasil perhitungan SRI dinding belakang sudah cukup mereduksi tingkat tekanan bunyi maksimal yang keluar dari *loudspeaker* sebesar 35,92 dB. Sedangkan nilai SRI yang harus direduksi oleh dinding insulasi ketika sumber suara bernilai 92 dB adalah 36,81 dB. Hasil perhitungan desain insulasi dinding samping juga sudah mampu mereduksi sumber suara dalam ruangan sebesar 39,72 dB. Sedangkan nilai SRI yang harus direduksi dengan sumber suara dalam ruangan sebesar 92 dB adalah 32,98 dB.

Lalu untuk hasil pengukuran *impulse response* waktu dengung ruangan memiliki nilai rata-rata RT pada frekuensi tengah sebesar 1,013 sekon. Sedangkan RT untuk ruangan *speech* dengan volume *meeting room* P3AI yang sebesar 231,176 m³ adalah 0,6 sekon.

Hasil perhitungan Alcons 10% menunjukkan jarak terjauh *loudspeaker* sebesar 8,88 m. Jarak yang digunakan acuan untuk menempatkan letak *loudspeaker* adalah 8,88 meter sesuai dengan standar nilai Alcons 10%. Ini dikarenakan panjang ruangan yang memang tidak lebih dari 10 meter dan jika jarak tersebut tidak melebihi 3,16 kali jarak *critical distance*. Sedangkan untuk nilai *critical distance*, jaraknya adalah 2,478 meter. Jarak tersebut sudah memenuhi standar karena jika dikalikan 3,16 jaraknya tidak melebihi jarak terjauh yang sebesar 8,88 meter.

Desain ulang yang ada tidak hanya terpaku pada hasil perhitungan dan simulasi awal.. Dari hasil perhitungan koefisien serap Sabine (A) setelah desain ulang menunjukkan bahwa nilainya lebih besar yaitu 88,83 m² Sabine dari nilai A awal yang direkomendasikan. Dari hasil simulasi desain ulang, nilai RT yang dicapai adalah rata-rata sebesar 0.3 sekon. Nilai tersebut lebih bagus dibandingkan dengan desain awal sebelumnya yang sebesar 0,6 sekon. Lalu nilai rata-rata Alcons setelah simulasi desain alternatif adalah sebesar 1,74%. Dan dari hasil simulasi STI juga menunjukkan nilai STI sebesar 0.84. Dari nilai tersebut menunjukkan bahwa kualitas tingkat kejelasan suara semakin membaik. Lalu dari

hasil simulasi *critical distance* juga memperlihatkan jarak yang lebih baik daripada hasil desain awal sebelumnya.

V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan nilai SRI dinding belakang dan samping ruangan insulasi yang sebesar 23,44 dB dan 21,41 dB sudah cukup mereduksi tingkat untuk kebisingan yang terjadi disekitar ruangan. Sehingga tidak perlu insulasi luar ruangan. Hasil perhitungan desain insulasi dalam ruangan sudah mampu mereduksi TTB maksimal yang keluar dari *loudspeaker* sebesar 35,92 dB dan 39,72 dB.
2. Hasil simulasi RT desain ulang alternatif yang memakai material *rock wool*, *glass wool*, dan karpet pada permukaan dalam ruangan menunjukkan nilai RT 0,3 sekon. Nilai RT tersebut sudah memenuhi standar ruangan untuk keperluan *speech*.
3. Hasil simulasi % Alcons untuk desain ulang juga sudah memenuhi standar yang sebesar 1,74% dan jika dihubungkan dengan hasil simulasi STI yang sebesar 0,841 berarti tingkat kejelasan suara dalam ruangan tersebut semakin baik. Hasil simulasi *critical distance* juga menunjukkan jarak 1,83 meter yang jika dikalikan 3,16 tidak melebihi jarak terjauh kriteria Alcons 10% sebesar 8,88 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indrani, Hedy C., Sri Nastiti N., Wiratno A. Asmoro. "Analisis Kinerja Akustik Pada Ruang Auditorium Multifungsi" Studi kasus: Auditorium Universitas Kristen Petra, Surabaya. Dimensi Interior, Vol.5, no.1, Juni 2007: 1-11
- [2] Smith, B. J., Peters, R. J., and Owen, Stephanie. 1996. "Acoustics and Noise Control 2nd edition". London: Addison Wesley Longman.
- [3] Long, Marshall. 2006. "Architectural Acoustics". San Diego, California: Elsevier Academic Press.
- [4] Everest, F. Alton. and Pohlmann, Ken C. 2009. "Master Handbook of Acoustics 5th edition". USA: Mc Graw-Hill, Inc.
- [5] Davis, Don. and Davis, Carolyn. 1984. "Sound System Engineering". USA: Howard W. Sams & Co., Inc.