

# Optimalisasi Kenyamanan Akustik Ruang pada JX International Surabaya

Alfa Nanda Ramadhan<sup>1</sup>, M. Satya Adhitama<sup>2</sup>, Agung Murti Nugroho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Arsitektur/Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Arsitektur/Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis: alfarockx@gmail.com

## ABSTRAK

Bangunan multifungsi merupakan salah satu fasilitas umum untuk mengadakan aktifitas yang berhubungan dengan percakapan dan musik. Kualitas kenyamanan akustik ruang merupakan salah satu hal utama yang perlu diperhatikan dalam penggunaan bangunan multifungsi, karena hal tersebut memiliki pengaruh besar dalam menentukan keberhasilan sebuah aktifitas yang ditampung didalamnya. JX International merupakan salah satu penyedia fasilitas multifungsi di Surabaya yang didominasi oleh penggunaan *hard material*. Penggunaan *hard material* yang terlalu banyak berpotensi menimbulkan cacat akustik seperti gema dan dengung ruang di dalamnya. Penggunaan metode iso-akustik dan pensimulasian menggunakan *Ecotect Analysis* untuk mengetahui fenomena cacat akustik yang ada di dalam ruang sehingga dapat ditentukan kriteria rekomendasi desain *acoustic treatment* sebagai langkah pengoptimasian kualitas akustik ruang di JX International Surabaya. Strategi yang digunakan antara lain dengan meneliti fenomena akustik ruang yang terjadi dengan menggunakan grafik *noise mapping*, penggunaan material, dan permukaan bidang yang dapat mempengaruhi sifat fenomena bunyi dalam ruang sehingga dapat memunculkan kriteria rekomendasi desain secara *tentative* yang sesuai dengan nilai standar RT60 (*reverberation time*) sebagai upaya optimalisasi akustik ruang di JX International Surabaya.

Kata kunci: akustik ruang, *noise mapping*, multifungsi, *Ecotect Analysis*, *acoustics treatment*, *reverberation time*

## ABSTRACT

*Multifunction bulding is one of public amenities to set up activities which has associated with speech and music in functionality. The Acoustics comfort is the most important things since using of multifunction based building, because those has a great influence in determining the success of an activity that accommodated therein. JX International is one of multifunction building in Surabaya which using a lot of hard materials. As we know the overused hard materials in multifunction based building have potential to cause defects such an acoustic echo and reverberation on it. The used methods is iso-acoustics and simulation using Ecotect Analysis to determine the acoustical defects phenomenon within room so that can be determined the strategies of acoustics treatment recommendation criteria as a step in optimizing the acoustical quality of JX International Surabaya. Strategies that used for including examining the acoustical phenomenon using noise mapping graphs, use of materials, and surface areas that can affect the nature of soudwaves, so that it can bring the tentative design recommendations which has accordance with the standard RT60 (reverberation time) as an effort of optimizing the acoustical spaces on JX International Surabaya.*

*Keywords: Acoustical spaces, noise mapping, multifunction, Ecotect Analysis, acoustics treatment*

## 1. Pendahuluan

Gedung *convention* merupakan bangunan yang memfasilitasi beberapa pertunjukan seperti pertunjukan seni musik, konferensi, tari, drama, seminar, hingga pameran. Terkait dengan fungsi bangunan yang menampung fasilitas multifungsi berdasarkan aktifitas percakapan dan musik, maka persyaratan kualitas akustik ruang pada bangunan harus dipenuhi sesuai dengan fungsinya sehingga kenyamanan yang menjadi hak para pengunjung dapat dicapai. Sesuai dengan fungsinya, persyaratan akustik ruang menjadi salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menunjang kenyamanan penggunaannya. Seperti halnya gedung JX International Surabaya yang merupakan bangunan *convention hall* yang menampung beberapa aktifitas multifungsi.

JX International memiliki intensitas penggunaan fasilitas gedung paling banyak sebesar 400% dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Hal tersebut menjadi salah satu perlunya penelitian mengenai kualitas akustik ruang eksisting, karena JX International Surabaya memiliki penggunaan material yang masih konvensional sebagai salah satu penunjang aktifitas yang paling aktif dalam kurun waktu 5 tahun terakhir dan bertolak belakang dengan kualitas akustik eksisting. Penggunaan material pada bangunan masih didominasi dengan banyaknya penggunaan *hard material*. Dengan banyaknya penggunaan material reflektor dan absorber yang tidakimbang dapat berpotensi menimbulkan reaksi cacat akustik berupa gema ruang, dengung ruang, pemusatan bunyi, dan bayangan bunyi. Berangkat dari permasalahan tentang minimnya penerapan *acoustical treatment* pada JX International maka perlu diadakannya penelitian untuk menghasilkan sebuah strategi yang sesuai dengan meneliti bentuk permukaan, material, hingga fenomena pemantulan suara pada ruang eksisting sebagai langkah untuk mengoptimalkan kualitas akustik ruang pada JX International Surabaya.

## 2. Metode

Metode penelitian berangkat dari pemikiran terhadap tidak selarasnya kualitas akustik ruang pada JX International Surabaya dengan peningkatan intensitas JX International dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Metode yang digunakan dalam langkah penelitian adalah metode observasi untuk mengetahui kualitas akustik eksisting pada objek studi, sehingga dapat ditentukan langkah strategi untuk menghasilkan rekomendasi dan kriteria desain pada bangunan multifungsi JX International.

Beberapa tahapan yang ditempuh pada penelitian ini yang pertama adalah dengan cara mengumpulkan data primer dan sekunder untuk menghasilkan data eksisting berupa gambar kerja bangunan, tahapan kedua yang dilakukan adalah dengan melakukan pengukuran secara langsung menggunakan instrumen penelitian *Sound Level Meter* pada hall bangunan untuk mengetahui fenomena akustik yang terjadi pada objek eksisting, serta membagikan kuisioner terhadap kenyamanan akustik ruang kepada 100 responden. Tahapan ketiga yang dilakukan adalah pensimulasian desain eksisting menggunakan *Ecotect Analysis* dan *EASE Focus II* sebagai validasi terhadap hasil pengukuran secara manual, sehingga pada tahapan keempat dapat ditentukan strategi perekomendasi untuk mengoptimalkan akustik ruang pada JX International menggunakan *software Ecotect Analysis* dengan menggunakan nilai standar waktu dengung untuk gedung multifungsi menurut Egan (1998) yang memiliki nilai rata-rata 1,4 – 1,9 detik sebagai parameter penelitian.

Data primer pada penelitian diambil melalui observasi langsung pada ruangan *hall* yang akan diteliti menggunakan instrumen penelitian berupa *Sound Level Meter*. Pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran tingkat tekanan bunyi pada ruang eksisting menggunakan *Sound Level Meter* dengan metode iso-akustik. Pengukuran dilakukan pada saat kondisi bangunan steril dari kegiatan dengan diukur pada

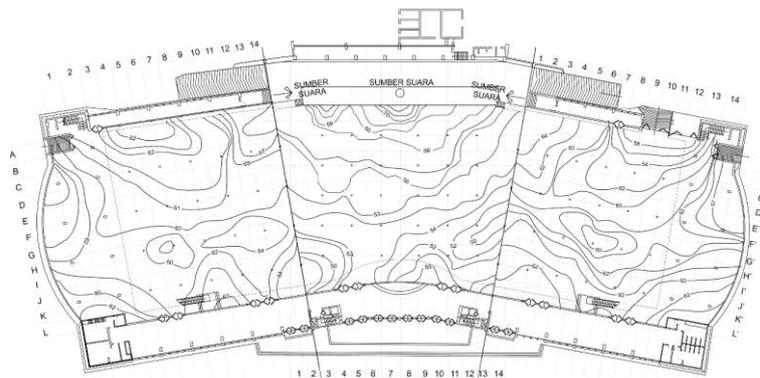
ketinggian 1,70 meter setinggi telinga manusia normal dalam keadaan berdiri. Selain itu pengukuran juga dilakukan dengan modular pengukuran 3 x 3 meter yang telah disesuaikan daya tangkap alat instrumen *Sound Level Meter* agar menghasilkan data yang akurat. Berdasarkan identifikasi pada bangunan objek studi, maka dapat disimpulkan bahwa area penelitian adalah area hall JX International yang terdiri dari 3 hall, yaitu hall A, B dan hall C. Beberapa hal yang menjadi variabel penelitian adalah hubungan antara bentuk permukaan, material, dan fenomena akustik ruang yang merupakan variabel sebab akibat dari perilaku bunyi.

**Tabel 1. Variabel Penelitian**

VARIABEL BEBAS	SUB VARIABEL BEBAS	VARIABEL TERIKAT	TEKNIK PENGUKURAN
LAYOUT	Bentuk denah, Volume ruang	Refleksi bunyi, gema, dengung, pemusatan dan bayangan bunyi	Iso akustik (SLM), Simulasi akustik
STRUKTUR	Bentuk struktur ceiling, struktur lapisan dinding	Absorpsi bunyi, Difusi bunyi, Refleksi bunyi, gema	Simulasi akustik
PERMUKAAN	Ketinggian lantai, Permukaan lantai, Bentuk dinding, Bentuk ceiling, Kemiringan bidang permukaan	Absorpsi bunyi, Difusi bunyi, Difraksi bunyi Gema, dengung	Iso akustik (SLM), Simulasi akustik
MATERIAL	Material ceiling, material dinding	Refleksi bunyi, Absorpsi bunyi, Difusi bunyi, Gema, Dengung	Iso akustik (SLM), Simulasi akustik, kriteria daya serap material dan susunan material

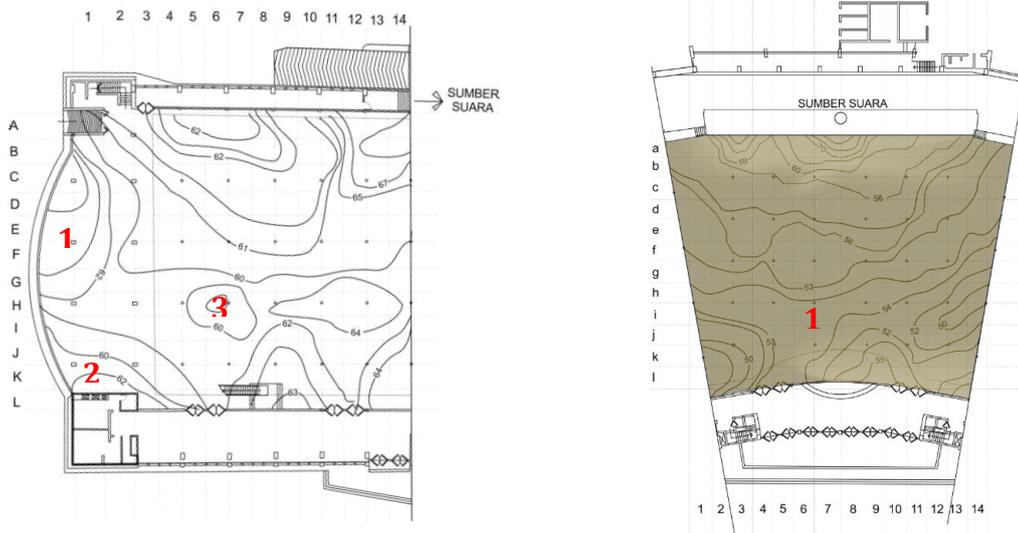
### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran secara langsung dilakukan menjadi tiga tahapan yaitu pada tanggal 20 Juni, 25 Juli, dan 5 Agustus 2016 karena berhubungan dengan jam operasional lokasi studi. Dari pengukuran secara langsung menghasilkan sebuah kontur tingkat tekanan bunyi berupa *noise mapping* pada hall JX International Surabaya.



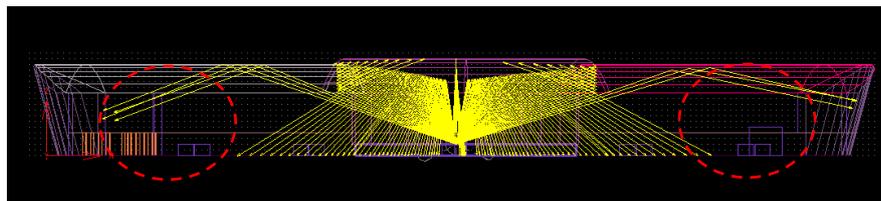
Gambar 1. Anomali *noise mapping* pada JX International Surabaya  
(Sumber: Hasil Simulasi Penulis, 2016)

Gambar 1 merupakan hasil pengukuran secara langsung berupa *mapping noise* JX International Surabaya yang bertujuan untuk mengetahui pola distribusi kebisingan suatu area berdasarkan Tingkat Tekanan Bunyi yang diukur. Dengan meletakkan sumber bunyi berupa speaker aktif yang mengeluarkan bunyi dengan frekuensi yang sudah ditentukan, dan letak sumber bunyi yang diletakkan di atas panggung dan dilakukan pengukuran TTB setiap beda 3 meter pada *hall* bangunan, dengan tujuan untuk dapat memunculkan perubahan grafik kebisingan yang lebih mendetail dan mengantisipasi daya akurasi alat *sound level meter*. Berikut beberapa hasil pengukuran secara langsung.



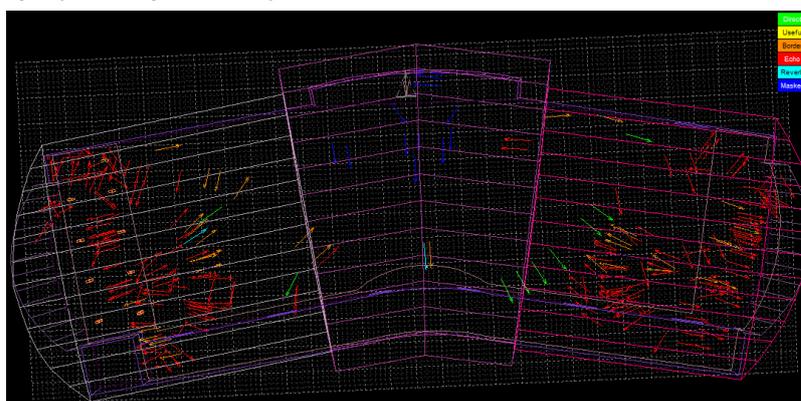
Gambar 2. Hasil pengukuran tingkat tekanan bunyi secara langsung  
(Sumber: Hasil Simulasi Penulis, 2016)

Dari hasil analisis yang berdasar dari pengukuran *noise mapping* di lapangan, terdapat beberapa fenomena akustik ruang yang terjadi pada hall bangunan. Fenomena tersebut meliputi reaksi gema<sup>1</sup>, dengung<sup>2</sup>, pemusatan dan bayangan bunyi<sup>3</sup> pada beberapa area hall JX International. Beberapa reaksi tersebut kemudian disimulasikan menggunakan *software Ecotect Analysis* sebagai langkah validasi terhadap pengukuran secara langsung.



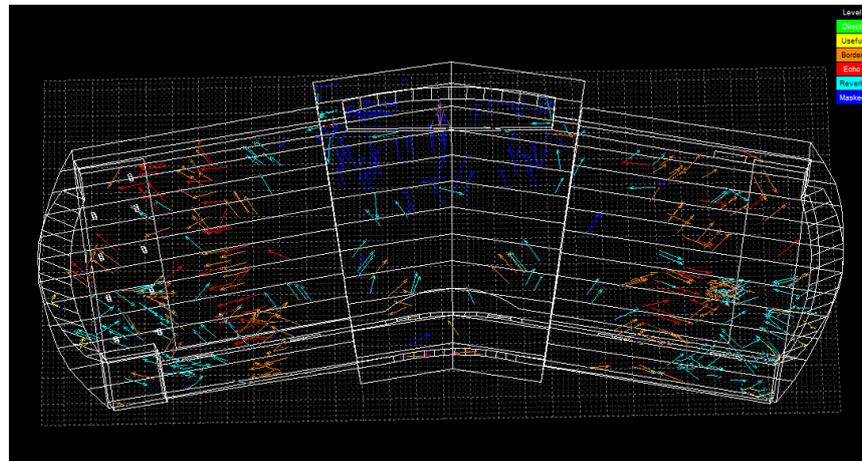
Gambar 3. Fenomena Linked Rays Acoustic pada Hall A & C  
(Sumber: Hasil Simulasi Penulis, 2016)

Gambar 3 merupakan hasil validasi terhadap pengukuran secara langsung yang menunjukkan fenomena pemusatan bunyi. Fenomena yang terjadi pada gambar 2 sesuai dengan fenomena pada saat tahap pengukuran lapangan yang terjadi pada hall A pada gambar 1, dimana terdapat satu spot yang memiliki kontur tingkat tekanan bunyi yang terpisah dengan kontur di sekitar. Setelah hasil identifikasi dan analisis, fenomena pemusatan bunyi yang terjadi pada hall A disebabkan karena adanya ceiling yang menggunakan bidang cekung yang terlalu besar sehingga menyebabkan adanya pemusatan bunyi (Prasetyo, 1996).



Gambar 4. Fenomena gema ruang pada hall JX International  
(Sumber: Hasil Simulasi Penulis, 2016)

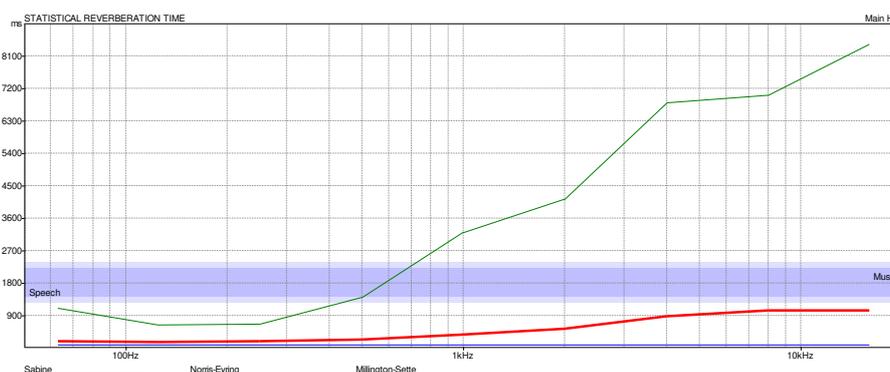
Berdasarkan fenomena telah dianalisis secara keseluruhan di JX International Surabaya, terjadinya gema merupakan fenomena yang paling dominan terjadi di hall JX International seperti pada gambar 4, gema ruang ditunjukkan dengan garis berwarna merah. Hal tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhi, antara lain berhubungan dengan variabel layout ceiling bangunan, dan material pelingkup bangunan JX International, karena setiap material yang di terapkan bangunan memiliki nilai koefisien daya serap terhadap bunyi (Sularti, 2010).



Gambar 5. Fenomena dengung ruang pada hall JX International  
(Sumber: Hasil Simulasi Penulis, 2016)

Pada gambar 5 dijelaskan bahwa terdapat 2 titik yang memiliki pola arah panah berwarna biru muda, yang merupakan sebuah reaksi dengung yang dihasilkan oleh pantulan dari material. Dengung yang terdapat pada dua titik tersebut berehubungan dengan adanya perbedaan ketinggian ceiling pada ruangan, pada kasus ini, kedua titik tersebut memiliki ketinggian *floor-to-floor* setinggi 4 meter. Hal tersebut sesuai dengan fenomena yang telah dikaji secara langsung di lapangan. Adapun material yang menaungi area tersebut adalah kaca stopsol dengan kemiringan 80 derajat, kolom struktur, dan dinding pembatas ruang hall dengan area retail.

Tahapan yang dilakukan setelah validasi terhadap pengukuran dan analisis fenomena akustik ruang adalah dengan melakukan pengukuran nilai waktu dengung disimulasikan terhadap standar waktu dengung menurut Egan (1998) dengan menggunakan software *Ecotect Analysis* untuk mendapatkan nilai waktu dengung (RT60) yang dihasilkan di JX International Surabaya. Penerapan perhitungan nilai *reverberation time* menggunakan metode *statistical reverberation time* dengan *input* volume bangunan JX International sebesar 99675 m<sup>3</sup> dengan daya tampung ruang sebesar 9000 pengunjung dengan seting area pengunjung berdiri (tanpa tempat duduk).



Gambar 6. Analisis RT60 menggunakan software *Ecotect Analysis*  
(Sumber: Hasil Simulasi Penulis, 2016)

**Tabel 2. Perbandingan nilai RT60 model eksisting**

Frekuensi	Langsung	Nor-Er	Mil-Set
125 Hz	2.35 s	0.15 s	0.63 s
250 Hz	2.10 s	0.18 s	0.67 s
500 Hz	2.08 s	0.23 s	1.39 s
1 kHz	2.31 s	0.36 s	3.20 s
2 kHz	3.65 s	0.52 s	4.12 s
4 kHz	4.78 s	0.86 s	6.81 s
<b>Average</b>	<b>2.87 s</b>	<b>0.38 s</b>	<b>2.80 s</b>

Dari tabel 2 menunjukkan bahwa hasil analisis simulasi yang paling mendekati dengan kondisi lapangan adalah metode algoritma *Millington-Sette*. Meninjau persyaratan RT60 yang dibutuhkan untuk bangunan multifungsi, terlihat pada frekuensi 500 Hz, nilai RT60 objek studi memenuhi syarat optimum RT60 untuk multifungsi 1,39 s. Nilai rata - rata yang dihasilkan memiliki rentang nilai 2,87 s untuk pengukuran secara langsung dan 2,80 s untuk pengukuran simulasi. Jika ditinjau dengan persyaratan kebutuhan untuk kebutuhan multifungsi sebesar 1,9 s, JX International Surabaya memiliki nilai waktu dengung yang lebih besar 0,9 detik.

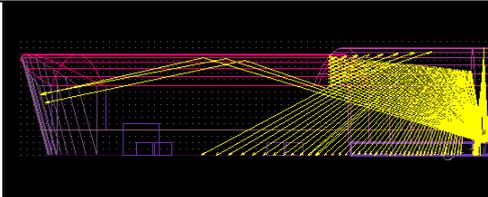
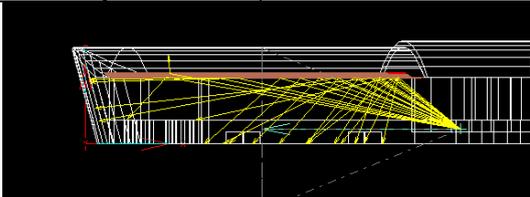
### Rekomendasi desain

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan secara langsung di lapangan maupun dengan menggunakan metode simulasi eksisting terhadap objek studi JX International Surabaya, menghasilkan beberapa hasil yang didapat, antara lain adanya fenomena tidak meratanya pendistribusian suara pada hall A, fenomena terjadinya reaksi gema berlebih, dan fenomena dengung ruang pada hall A dan C.

#### A. Rekomendasi *Ceiling* sebagai Reflektor Suara

Setelah menganalisis penyebab fenomena gema pada ruang di hall A JX International, maka langkah rekomendasi yang dilakukan adalah dengan pemberian material ceiling cembung yang memiliki sifat distributor suara dengan konsep *double layer* menggunakan susunan material *plywood* dan *woodwool* sebagai material reflektor dan absorber. Dari hasil pensimulasian menggunakan *Ecotect Analysis* menggunakan metode *Linked Acoustics Ray* menunjukkan bahwa dengan pemasangan ceiling cembung pada hall A dan hall C bangunan memiliki presentase kinerja sebesar 80% hall yang terdistribusi suara.

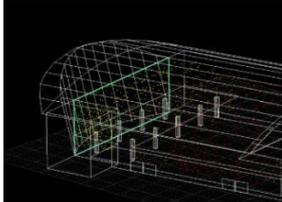
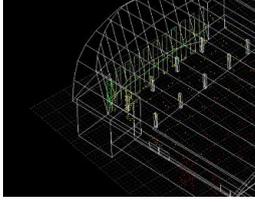
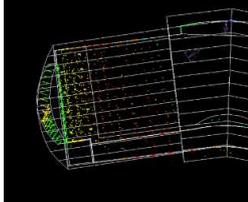
**Tabel 3. Tabulasi rekomendasi desain distribusi suara**

Kondisi Eksisting JX International	Tahapan Rekomendasi & Simulasi Akustik	
Penggunaan Ceiling expose baja dengan bentuk cekung	Ceiling cembung sebagai reflektor 2 layer	Lapisan material plywood, woodwool
		
40% area hall tidak terdistribusi suara	80% area hall terdistribusi suara	

## B. Rekomendasi Desain terhadap Gema Ruang

Gema ruang pada hall A dan hall C bangunan disebabkan oleh beberapa aspek yaitu adanya kemiringan dinding sebesar 80 derajat, dan penggunaan material kaca stopsol yang memiliki koefisien sabin ( $\alpha$ ) 0,01 yang memiliki nilai pantul mendekati sempurna. Berdasarkan hasil analisis, terdapat 3 langkah rekomendasi desain menuju nilai yang paling optimal. Beberapa langkah yang ditempuh adalah dengan menggunakan dinding partisi *double layer* dengan permukaan datar dan cembung dan menggunakan lapisan *fiberboard-kain jute-woodwool-plasterboard* sebagai material absorber dan difusor suara yang dipasang menutupi area yang terindikasi gema, penerapan konsep tersebut memiliki kinerja sebesar 87%.

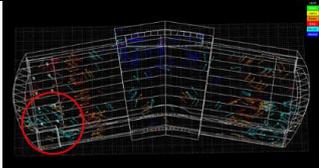
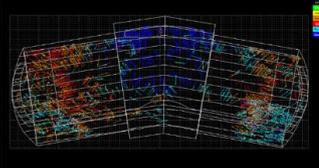
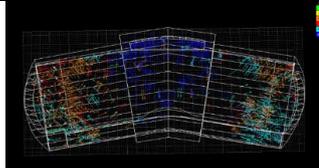
**Tabel 4. Tabulasi rekomendasi desain distribusi suara**

Kondisi Eksisting JX International	Rekomendasi & Simulasi Akustik #1		Rekomendasi & Simulasi Akustik #2		Rekomendasi & Simulasi Akustik #3	
	Layering dinding partisi (permukaan datar)	Lapisan material Fiberboard, Jute, Woodwool, Plasterboard	Layering dinding partisi (permukaan datar) dengan jarak 1 meter	Lapisan material Fiberboard, Jute, Woodwool, Plasterboard	Layering dinding partisi (permukaan cembung)	Lapisan material Fiberboard, Jute, Woodwool, Plasterboard, gypsumboard
Dinding kaca stopsol dengan kemiringan 80° Ketinggian <i>floor-to-floor</i> 4 meter Dimensi: 15.00 x 42.00 x 16.00						
						
Terjadi pemantulan suara (gema) sebesar 78%	Presentase kinerja absorpsi dan difusi suara 61%	Presentase kinerja absorpsi dan difusi suara 80%	Presentase kinerja absorpsi dan difusi suara 87%			

## C. Rekomendasi Desain terhadap Dengung Ruang

Dengung ruang yang terjadi pada sudut hall A dan C disebabkan karena adanya penggunaan dinding *hard material* plester halus dan memiliki siku yang menyebabkan adanya reaksi difraksi suara (Sularti, 2010). Langkah rekomendasi yang dilakukan adalah dengan menambahkan material pada lapisan mortar kasar dengan susunan lapisan *mortar kasar-fiberboard-air gap-dinding hard material*. Hasil presentase kinerja dari rekomendasi kedua memiliki nilai sebesar 85%.

**Tabel 5. Tabulasi rekomendasi desain distribusi suara**

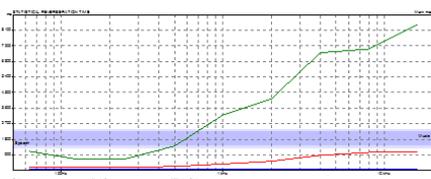
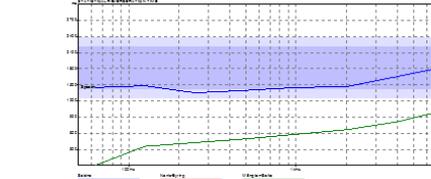
Kondisi Eksisting JX International	Tahapan Rekomendasi & Simulasi Akustik #1		Tahapan Rekomendasi & Simulasi Akustik #2	
	Pemasangan dinding bergerigi 1 layer	Lapisan material mortar kasar	Pemasangan dinding bergerigi <i>double layer</i>	Lapisan mortar kasar, <i>airgap</i> , dengan <i>fibreboard</i>
Dinding plester halus di sudut ruangan, ketinggian <i>floor-to-floor</i> 4 meter, dimensi: 15.00 x 42.00 x 16.00				
				
Terjadinya fenomena dengung suara 10% dari total hall ruangan	Presentase kinerja absorpsi dan difusi suara 60%	Presentase kinerja absorpsi dan difusi suara 85%		

**Tabel 6. Tabulasi rekomendasi desain distribusi suara**

Freq	Sabin
125 Hz	1.48
250 Hz	1.35
500 Hz	1.40
1 kHz	1.46
2 kHz	1.47

Tabel 6 dan 7 merupakan perbandingan nilai tingkat waktu dengung pada JX International sebelum dan setelah diterapkannya strategi rekomendasi akustik pada Hall bangunan JX International. Pada tabel 7 menunjukkan bahwa nilai pada frekuensi 500 Hz memiliki nilai 1,40 s dan pada frekuensi 1000 Hz memiliki nilai tingkat waktu dengung (RT60) sebesar 1,46 s. Hal tersebut menunjukkan adanya perubahan tingkat nilai waktu dengung dari 2,87 s (nilai waktu dengung eksisting) menjadi 1,40 s. Dengan nilai 1,4 s. Maka bangunan hall JX International telah memenuhi standar tingkat waktu dengung untuk Hall serbaguna (1,4 – 2,1 s).

**Tabel 7. Tabulasi rekomendasi desain distribusi suara**

Nilai <i>Reverberation Time</i> Eksisting JX International	Nilai <i>Reverberation Time</i> Setelah Tahapan Rekomendasi
Nilai RT60 berdasarkan pengukuran secara langsung dan simulasi <i>Ecotect Analysis</i> .	Pemasangan Ceiling, dinding partisi dan bergerigi
	
Nilai RT60 sebesar 2,87 s. (Standar 1,4 – 2,1s untuk hall serbaguna)	Nilai RT60 sebesar 1,40 s. (Standar 1,4 – 2,1s untuk hall serbaguna)

#### 4. Kesimpulan

JX International Surabaya merupakan objek studi *multipurpose* yang mewadahi kegiatan konser musik, pameran, hingga konferensi dengan skala nasional. Berdasarkan hasil analisis dan simulasi yang dilakukan maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. JX International memiliki tingkat RT60 yang melebihi batas standar tingkat waktu dengung yang diijinkan untuk bangunan multifungsi (1,4 – 1,9 s). Nilai RT60 yang terukur untuk frekuensi 1 kHz memiliki nilai 2,87 s.
2. Konsep *acoustic treatment* dengan menggunakan *double layer – airgap* optimal dalam hal mengabsorpsi suara gema dan dengung yang berlebih pada bangunan sejenis JX International Surabaya.
3. Nilai waktu dengung setelah langkah rekomendasi memiliki nilai sebesar 1,40 s. Dengan standar yang diijinkan untuk bangunan multifungsi 1,4 – 2,1 s.

#### Daftar Pustaka

- Barron, Michael. 2010. *Auditorium Acoustics and Architectural Design*. Spon Press, New York.
- Doelle, L.L. dan Prasetio, L. 1993. *Akustik Lingkungan*. Erlangga, Indonesia.
- Everest, F. Alton. Pohlmann, Ken C. 2009. *Master Handbook of Acoustics*. McGraw-Hill Company, Amerika Serikat.
- Long, Marshall. 2006. *Architectural Acoustics*. Elsevier, Amerika Serikat.
- Szokolay, S.V, 2008. *Introduction to Architectural Science*. Oxford:Elsevier.