TUGAS AKHIR - TF 181801

# EVALUASI KUALITAS AKUSTIK RUANG DI AUDITORIUM POLITEKNIK KESEJAHTERAAN SOSIAL BANDUNG

HASNAA BRILIAN MUSLIMAH
NRP. 02311640000022

Dosen Pembimbing:
Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.

Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

**TUGAS AKHIR - TF 181801**

# EVALUASI KUALITAS AKUSTIK RUANG DI AUDITORIUM POLITEKNIK KESEJAHTERAAN SOSIAL BANDUNG

HASNAA BRILIAN MUSLIMAH
NRP. 02311640000022

Dosen Pembimbing:
Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.

Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

*FINAL PROJECT* - **TF 181801**

# *EVALUATION OF ROOM ACOUSTIC QUALITY IN POLITEKNIK KESEJAHTERAAN SOSIAL BANDUNG*

HASNAA BRILIAN MUSLIMAH
NRP. 02311640000022

Supervisors:
Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.

*Department Of Engineering Physics*
*Faculty of Industrial Technology and System Engineering*
*Institut Teknologi Sepuluh Nopember*
*Surabaya*
2020

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

| | |
|---|---|
| Nama | : Hasnaa Brilian Muslimah |
| NRP | : 02311640000022 |
| Departemen / Prodi | : Teknik Fisika / S1 Teknik Fisika |
| Fakultas | : Fakultas Teknologi Industri & Rekayasa Sistem (FTIRS) |
| Perguruan Tinggi | : Institut Teknologi Sepuluh Nopember |

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **"Evaluasi Kualitas Akustik Ruang di Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung"** adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat pada Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya-benarnya.

Surabaya, 3 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL

6000

Hasnaa Brilian Muslimah

NRP. 02311640000022

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# LEMBAR PENGESAHAN

# TUGAS AKHIR

**EVALUASI KUALITAS AKUSTIK RUANG DI AUDITORIUM POLITEKNIK KESEJAHTERAAN SOSIAL**

**Oleh:**

**Hasnaa Brilian Muslimah**

**NRP. 02311640000022**

**Surabaya,**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**

**Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.**

**NIP. 19600229 198701 1 001**

**Mengetahui,**

**Kepala Departemen**

**Teknik Fisika FTI-RS - ITS**

**Dr. Suyanto S.T., M.T.**

**NIP. 19171113 199512 1 002**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI KUALITAS AKUSTIK RUANG DI AUDITORIUM POLITEKNIK KESEJAHTERAAN SOSIAL**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Progam Studi S-1 Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri & Rekayasa Sistem (FTIRS)
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**HASNAA BRILIAN MUSLIMAH**

**NRP. 02311640000022**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc. …..…… (Pembimbing I)
2. Dr. Dhany Arifianto, S.T., M.T. …….. (Ketua Penguji)
3. Prof. Dr. Ir. Sekartedjo, M.Sc. …….. (Penguji I)
4. Irwansyah S.T., M.T., M.Phil., Ph.D. ……. (Penguji II)

**SURABAYA**

**2020**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# EVALUASI KUALITAS AKUSTIK RUANG DI AUDITORIUM POLITEKNIK KESEJAHTERAAN SOSIAL BANDUNG


| | | |
|---|---|---|
| **Nama** | **:** | **Hasnaa Brilian Muslimah** |
| **NRP** | **:** | **02311640000022** |
| **Departemen** | **:** | **Teknik Fisika FTIRS - ITS** |
| **Dosen Pembimbing** | **:** | **Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.** |


## ABSTRAK


Arsitek pembuat Auditorium Poltekesos Bandung mengatakan bahwa auditorium ini belum baik secara akustik dikarenakan menggunakan material standar. Oleh karena itu, dilakukan analisis kondisi kualitas akustik ruang dan evaluasi perbaikan auditorium dengan menetapkan beberapa kriteria desain. Untuk mencapai hal tersebut, dilakukan simulasi kondisi awal beserta perbaikannya Kondisi *a*wal menunjukkan ruangan ini memiliki nilai RT *overall* sebesar 4.25s. Kemudian *direct* SPL yang tidak merata, %Alcons, STI, dan C50 yang tidak sesuai kriteria desain. Selanjutnya diusulkan perbaikan yang meliputi penggantian material dengan 2 variasi kemudian penambahan *speaker* dengan hasil rerata *good* dengan perolehan RT *overall* sebesar 1.2s untuk penggantian material variasi 1 dan 0.9s untuk variasi 2. Parameter objektif lain yaitu direct SPL belum merata untuk lantai 2, nilai %Alcons menjadi *ideal* dan *good*, nilai STI menjadi *ideal* dan *good*, C50 menjadi dominan di atas -5dB, dan C80 mengalami kenaikan hingga 10dB. Kemudian penambahan *speaker* berguna agar *direct* SPL merata untuk lantai 2 auditorium. Keempat variasi perbaikan membawa dampak positif.



**Kata Kunci: Auditorium, C50, C80, *Direct* SPL, RT, STI, %Alcons.**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

***EVALUATION OF ROOM ACOUSTIC QUALITY IN POLITEKNIK KESEJAHTERAAN SOSIAL BANDUNG***


| | | |
|---|---|---|
| ***Name*** | **:** | **Hasnaa Brilian Muslimah** |
| ***NRP*** | **:** | **02311640000022** |
| ***Department*** | **:** | **Engineering Physics FTIRS - ITS** |
| ***Supervisors*** | **:** | **Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.** |


## ABSTRACT


*The architect who made the Auditorium Poltekesos Bandung said that this auditorium was not acoustically good because it used standard materials. Therefore, an analysis of the quality condition of the room acoustics and an evaluation of the auditorium repair is carried out by determining several design criteria. To achieve this, a simulation of the early conditions and its improvements The early condition shows that this room has an RT overall value of 4.25s. Then the direct SPL is uneven,% Alcons, STI, and C50 that do not match the design criteria. Furthermore, it is proposed that improvements include replacing the material with 2 variations, then adding speakers with a good average result with RT overall value of 1.2s for material replacement of variation 1 and 0.9s for variation 2.Other objective parameters are direct SPL not evenly distributed for the 2nd floor,% Alcons value. to be ideal and good, STI value to be ideal and good, C50 becomes dominant above -5dB, and C80 has an increase of up to 10dB. Then the addition of speakers is useful so that the direct SPL is evenly distributed to the second floor of the auditorium. all four variations of improvement have a positive impact.*



***Keywords:*** **Auditorium, C50, C80, *Direct* SPL, RT, STI, %Alcons.**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul :

**"EVALUASI KUALITAS AKUSTIK RUANG DI AUDITORIUM POLITEKNIK KESEJAHTERAAN SOSIAL BANDUNG"**

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam Program Studi S-1 Teknik Fisika FTIRS-ITS.Tak lupa penulis ucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis baik dalam hal moril ataupun materiil selama penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Dr. Suyanto S.T., M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Fisika ITS yang telah memberikan ilmu selama penulis di Teknik Fisika ITS
2. Bapak Ir. Wiratno Argo Asmoro M.Sc selaku pembimbing tugas akhir yang telah meluangkan waktu, dan memberikan bimbingan serta ilmu untuk penulis.
3. Ibu Dr. Katherin Indriawati M.T. selaku dosen wali yang telah membimbing dan memberikan ilmu selama penulis di Teknik Fisika ITS
4. Bapak atau Ibu dosen pengajar dan seluruh staff di Departemen Teknik Fisika ITS
5. Abi, Umi, dan Silmy yang senantiasa mendoakan serta memberikan dukungan tiada putus bagi penulis.
6. *Vibrastic team* diantaranya Rizqina, Lina, Aisah, Rouf, Vandi, Ibnu, Bangkit, Afis, Mas Deni, Mbak Ainun, Birly, Radi, Miftah dan lain-lain.
7. Teman-teman sejak kecil yaitu Galuh Izma H., Haniyyah A., dan Fadhilah Annisa Q. yang selalu mendukung, membantu serta memberikan saran kepada penulis,
8. Teman-teman team rumpi, Hilda Mailil H., Firza Azmi F serta teman-teman terdekat penulis di Surabaya dan Malang yang selalu menyemangati penulis dan menjadi tempat berpulang selama menjalani hidup di perantauan.
9. Kans Jatim yang senantiasa memberikan hiburan disela-sela kesibukan perkuliahan
10. Teman-teman Teknik Fisika 2016

Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya keluarga besar Teknik Fisika ITS dan masyarakat luas.

Surabaya, 3 Agustus 2020

Penulis

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL……i
COVER PAGE ..... iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ..... v
LEMBAR PENGESAHAN ..... vii
LEMBAR PENGESAHAN ..... ix
ABSTRAK ..... xi
ABSTRACT ..... xiii
KATA PENGANTAR ..... xv
DAFTAR ISI ..... xvii
DAFTAR GAMBAR ..... xix
BAB I PENDAHULUAN ..... 1
1.1 Latar Belakang ..... 1
1.2 Rumusan Masalah ..... 2
1.3 Tujuan ..... 2
1.4 Batasan Masalah ..... 2
1.5 Sistematika Laporan ..... 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI ..... 5
2.1 Akustik dalam Auditorium Multifungsi ..... 5
2.2 *Background Noise* (Bising Latar Belakang) ..... 5
2.3 *Reverberation Time* (RT) atau Waktu Dengung ..... 7
2.4 *Direct SPL* ..... 9
2.5 *Articulation Loss* (%Alcons) ..... 9
2.6 *Speech Transmission Index (STI)* ..... 10
2.7 *Clarity* ..... 10

2.8 Kriteria Desain.....11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... 13
3.1 Studi literatur.....14
3.2 Pengumpulan Data.....14
3.3 Simulasi.....16
3.4 Analisis Hasil Simulasi dan Pembuatan Laporan.....17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 19
4.1 Hasil.....19
4.2 Pembahasan.....45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 49
5.1 Kesimpulan.....49
5.2 Saran.....50
DAFTAR PUSTAKA ..... 51
LAMPIRAN..... 53
BIODATA PENULIS ..... 59

# DAFTAR GAMBAR

**Gambar 2.1** Grafik Nilai *Noise Criteria* (NC) (PLC, 2011)..... 6
**Gambar 2. 2** Grafik Volume Ruangan terhadap Nilai RT (a) untuk *speech* (Long, 2006) (b) untuk musik (Skålevik) ..... 9
**Gambar 3. 1** Diagram Alir Penelitian..... 13
**Gambar 3. 2** Lokasi Objek Penelitian..... 14
**Gambar 3. 3** Denah Auditorium Lantai 1 ..... 15
**Gambar 3. 4** Denah Auditorium Lantai 2 ..... 15
**Gambar 4. 1** Nilai *Reverberation Time* (a) Kondisi Awal (b) Setelah Penggantian Material Variasi 1 (c) Setelah Penggantian Material Variasi 2..... 20
**Gambar 4. 2** Peta Persebaran dan Grafik Distribusi Nilai *Direct* SPL (a) Kondisi Awal (b) Setelah Penggantian Material Variasi 1 (c) Setelah Penggantian Material Variasi 2 ..... 25
**Gambar 4. 3** Peta Persebaran dan Grafik Distribusi Nilai *Direct* SPL (a) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 1) (b) Penambahan *Speaker* (dengan Setelah Penggantian Material Variasi 2) ..... 27
**Gambar 4. 4** Peta Persebaran Nilai %Alcons (a) Kondisi Awal (b) Penggantian Material Variasi 1 (c) Penggantian Material Variasi 2 (d) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 1) (e) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 2)..... 31
**Gambar 4. 5** Peta Persebaran Nilai STI (a) Kondisi Awal (b) Penggantian Material Variasi 1 (c) Penggantian Material Variasi 2 (d) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 1) (e) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 2) ..... 35
**Gambar 4. 6** Peta Persebaran Nilai C50 untuk Frekuensi 1000Hz (a) Kondisi Awal (b) Penggantian Material Variasi 1 (c) Penggantian Material Variasi 2 (d) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 1) (e) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 2)..... 39
**Gambar 4. 7** Peta Persebaran Nilai C80 untuk Frekuensi 1000Hz (a) Kondisi Awal (b) Penggantian Material Variasi 1 (c) Penggantian Material Variasi 2 (d)

Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 1) (e) Penambahan *Speaker* dengan Penggantian Material Variasi 2) ..... 44

## DAFTAR TABEL

**Tabel 2. 1** Standar Nilai NC Sesuai dengan Peruntukannya (PLC, 2011) ..... 7

**Tabel 2. 2** Interpretasi Nilai *Articulation Loss* (%Alcons) (Ahnert, Tennhardt, & Hans-Peter, 2008)..... 9

**Tabel 2. 3** Interpretasi Nilai *Speech Transmission Index* (STI) (Ahnert, Tennhardt, & Hans-Peter, 2008)..... 10

**Tabel 2. 4** Kriteria Desain untuk Auditorium..... 12

**Tabel 3. 1** Material Penyusun Ruangan..... 15

**Tabel 4. 1** RT Perhitungan..... 21

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Auditorium adalah sebuah ruangan umumnya berukuran besar yang berfungsi untuk mengadakan sebuah acara seperti pertemuan, perkuliahan, seminar dan lain-lain. Dalam pengoperasiannya, tentu saja auditorium membutuhkan kenyamanan bagi pengunjung auditorium karena dalam segala lini, kenyamanan memegang peranan penting yang harus selalu diperhatikan. Terlebih dalam sebuah ruangan, kenyamanan akan berdampak positif bagi manusia yang melakukan aktivitas di dalam ruangan tersebut. Kenyamanan termal, cahaya, dan akustik merupakan tiga aspek kenyamanan dalam sebuah lingkungan (Kruger & Zannin, 2004). Berkaitan dengan peruntukan sebuah auditorium yaitu untuk menyampaikan informasi, maka salah satu dari ketiga aspek tersebut yang perlu diperhatikan adalah faktor kenyamanan akustik. Salah satu faktor kenyamanan akustik yang dapat ditinjau antara lain yaitu kejelasan suara. Ketidakjelasan suara yang terjadi dalam sebuah ruangan akan mengakibatkan miskomunikasi sehingga informasi yang dibawa oleh pembawa informasi tidak tersampaikan dengan baik.

Begitu halnya dengan Auditorium Poltekesos Kota Bandung. Auditorium Poltekesos Bandung merupakan sebuah gedung auditorium yang berada di lingkungan Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung. Sejak diresmikan tahun 2016 lalu, auditorium ini difungsikan sebagai tempat pelaksanaan kuliah umum, seminar bahkan untuk pertunjukan kesenian seperti pertunjukan tari dan penampilan *band*.

Berdasarkan pengalaman dan pengamatan singkat arsitek pembuat auditorium tersebut, auditorium yang dibangun 4 tahun lalu belum baik secara akustik untuk sebuah auditorium. Hal serupa juga dikatakan oleh salah satu pengguna auditorium yang mengeluhkan suara tidak bagus ketika pertunjukan kesenian. Seperti yang dikatakan oleh Marshall Long dalam bukunya yang berjudul *Architectural Acoustic*, sifat akustik yang membuat ruangan bagus untuk *speech* seringkali buruk untuk musik, dan sebaliknya (Long, 2006).

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka dilakukanlah penelitian mengenai kualitas akustik ruang di Auditorium Poltekesos Bandung guna mengevaluasi parameter-parameter objektif di ruangan tersebut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Bagaimana kondisi kualitas akustik ruang di Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung?
b) Bagaimana evaluasi perbaikan akustik ruang di Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung dengan simulasi?

## 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Melakukan analisis kondisi kualitas akustik ruang di Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung.
b) Melakukan evaluasi perbaikan Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditinjau pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Objek penelitian dari Tugas Akhir ini adalah Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung.
b) Perancangan ruang dilakukan dengan perangkat lunak EASE.
c) Penelitian dilakukan dengan menggunakan simulasi tanpa data primer.

d) Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder dari beberapa pihak.

e) Parameter akustik yang diteliti berupa parameter objektif.

## 1.5 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir adalah sebagai berikut:

a. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab I ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika laporan.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II ini dibahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian.

c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab III ini berisi tentang rancangan penelitian yang dilakukan, metode serta langkah-langkah dalam penelitian.

d. BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV ini berisi tentang data hasil penelitian dari simulasi gedung di perangkat lunak serta perbaikan kualitas akustik ruang dari gedung tersebut. Hasil perbaikan disesuaikan dengan standar yang ada.

e. BAB V PENUTUP

Pada bab V ini diberikan kesimpulan tentang tugas akhir yang telah dilakukan berdasarkan data-data yang diperoleh.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

## 2.1 Akustik dalam Auditorium Multifungsi

Auditorium multifungsi memiliki kesulitan tersendiri dalam hal mendesain ruangan agar kualitas akustiknya bagus. Salah satunya yaitu mengenai *reverberation time* (RT) atau waktu dengung. Waktu dengung yang panjang dibutuhkan untuk ruangan dengan fungsi pertunjukan musik namun mengakibatkan cacat ketika ruangan tersebut digunakan untuk *speech* (Long, 2006). Menurut Marshall Long, terdapat beberapa petunjuk umum untuk fasilitas multifungsi yang besar dalam hal ini auditorium, yaitu

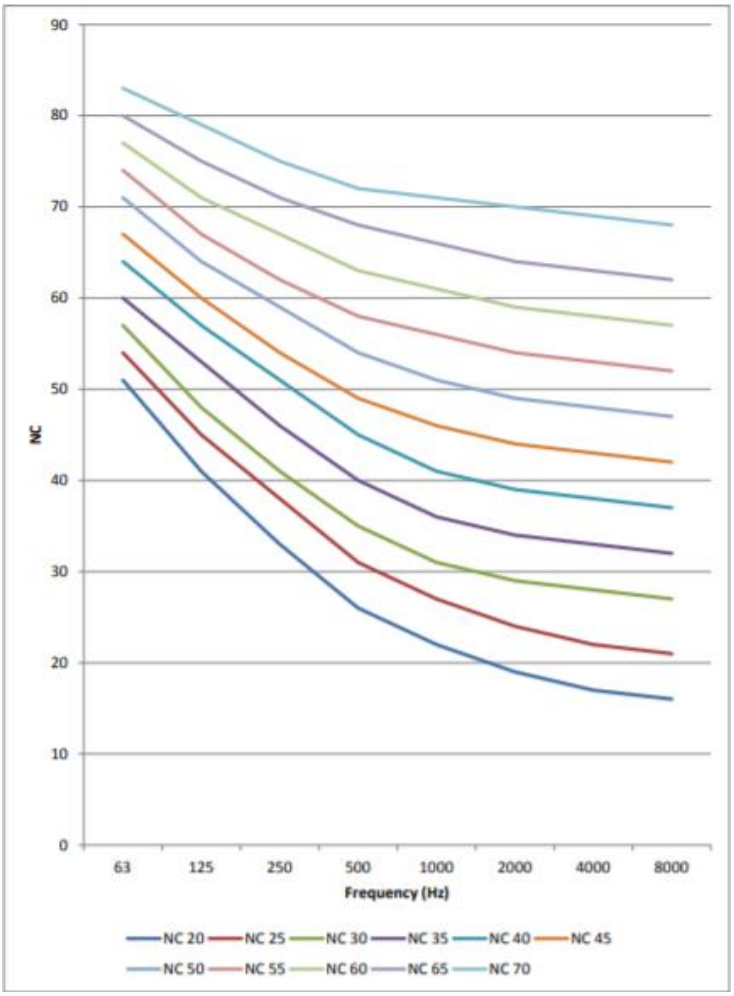
a. Sumber harus ditinggikan di atas audiens
b. Sistem suara harus dapat memenuhi seluruh rentang frekuensi dan mengatur tata letak *speaker* sedemikian rupa
c. Jika terdapat pertunjukan musik tanpa penguat suara, penyanyi atau musisi harus dibantu dengan permukaan pemantul terdekat yang diletakkan diatas atau di sisi mereka. Hal ini dapat digabung ke dalam struktur desain.
d. Volume serta penyerapan ruang harus dikontrol sedimikian rupa untuk mencapai nilai waktu dengung yang sesuai dengan program. Kursi yang empuk dapat digunakan untuk meminimalisir perbedaan ketika ruang tersebut kosong atau ditempati (Long, 2006).

Kemudian, Doelle mengemukakan persyaratan yang dapat dipenuhi agar kualitas akustik gedung pertunjukan dinilai baik yaitu kekerasan yang cukup, bentuk ruang yang sesuai, penyebaran energi bunyi yang menyeluruh serta ruangan harus tidak memiliki cacat-cacat akustik (Doelle, 1972). Terdapat beberapa faktor subjektif dan objektif yang mempengaruhi kualitas akustik dalam sebuah aditorium. Hal itu dapat berupa hasil desain interior dan penggunaan bahan-bahan pelapis yang bersifat absorbtif atau reflektif (Indriani, Ekasiwi, & Asmoro, 2007).

## 2.2 *Background Noise* (Bising Latar Belakang)

*Background noise* atau bising latar belakang merupakan sebuah suara yang pasti terjadi di sebuah lingkungan atau khususnya ruangan. Bising lingkungan dapat

disebabkan oleh suara elektronik seperti kipas angin, pendingin ruangan, lampu yang terdapat dalam sebuah ruangan, suara kendaraan bermotor, dan juga suara lainnya yang masuk ke dalam sebuah ruangan. Untuk mengetahui nilai bising latar belakang, diperlukan pengukuran Tingkat Tekanan Bunyi (TTB) di dalam sebuah ruangan menggunakan alat yang dinamakan *Sound Level Meter* (SLM). Setelah dilakukan pengukuran TTB menggunakan SLM kemudian nilainya dicocokkan dengan kurva *Noise Criteria* seperti dibawah ini




**Gambar 2.1** Grafik Nilai *Noise Criteria* (NC) (PLC, 2011)

Setelah mendapatkan nilai NC, kemudian mencocokkan nilai tersebut sesuai dengan peruntukan sebuah ruangan apakah nilai NC tersebut sudah sesuai dengan standar atau belum. Nilai NC untuk auditorium besar yaitu NC 25 (30 dB) (Long, 2006)

**Tabel 2. 1** Standar Nilai NC Sesuai dengan Peruntukannya (PLC, 2011)

| *Type of Room-Space Type* | *Recommended NC Level NC curve* | *Type of Room-Space Type* | *Recommended NC Level NC Curve* |
|---|---|---|---|
| ***Residences*** | | ***Hospitals and Clinics*** | |
| *Apartment Houses* | 25-35 | *Private rooms* | 25-30 |
| *Assembly Halls* | 25-30 | *Operating rooms* | 25-30 |
| *Churces* | 30-35 | *Wards* | 30-35 |
| *Courtrooms* | 30-40 | *Laboratories* | 35-40 |
| *Factories* | 40-65 | *Corridors* | 30-35 |
| *Private Homes, rural and suburban* | 20-30 | *Public areas* | 35-40 |
| *Private Homes, urban* | 25-30 | ***Schools*** | |
| ***Hotels/Motels*** | | *Lecture and classrooms* | 25-30 |
| *Individual rooms or suites* | 25-35 | *Open-plan classrooms* | 35-40 |
| *Meeting or banquet rooms* | 25-35 | *Movie motion picture theatres* | 30-35 |
| *Service and Support Areas* | 40-45 | *Libraries* | 35-40 |
| *Halls, corridors, lobbies* | 35-40 | *Legitimate Theaters* | 20-25 |
| ***Offices*** | | *Private residences* | 25-35 |
| *Conference rooms* | 25-30 | *Restaurants* | 40-45 |
| *Private* | 30-35 | *TV Broadcast Studies* | 15-25 |
| *Open-plan areas* | 35-40 | *Recording studies* | 15-20 |
| *Business machine/computers* | 40-45 | *Concert and recital halls* | 15-20 |
| | | *Sport coliseums* | 45-55 |
| | | *Sound broadcasting* | 15-20 |

## 2.3 *Reverberation Time* (RT) atau Waktu Dengung

Pengendalian RT merupakan sebuah langkah yang penting dalam perancangan akustik suatu auditorium (Doelle, 1972). Berikut merupakan cara menghitung nilai RT dengan menggunakan rumus Errying (Long, 2006):

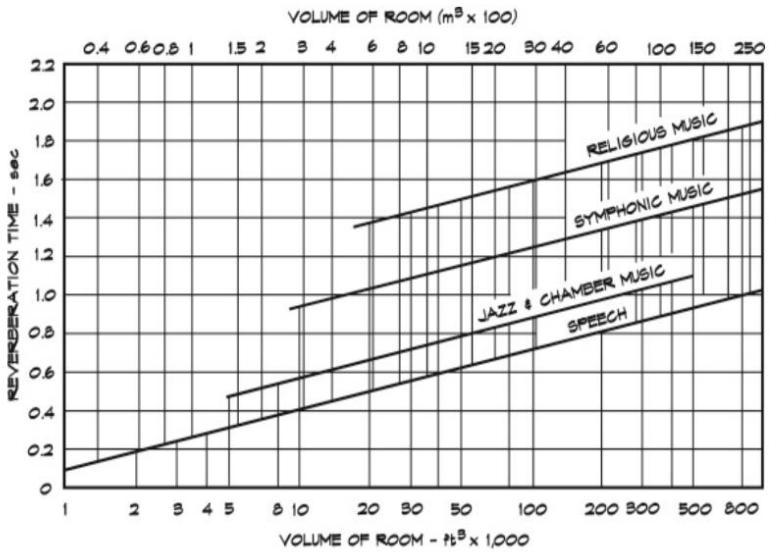
$$\text{RT} = \frac{0.161\,V}{-S_T ln(1-\bar{\alpha})} \qquad (2.1)$$

Dimana,

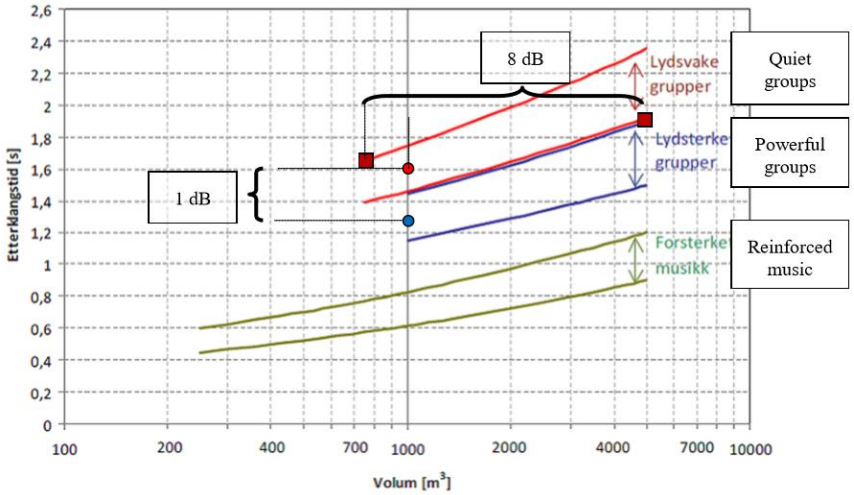
RT = Waktu dengung yang dibutuhkan untuk suara meluruh 60 dB setelah sumber bunyi dimatikan

V = Volume Auditorium ($m^3$)
$S_T$ = Total luas permukaan
$\bar{\alpha}$ = Koefisien absorpsi rata-rata

Pengukuran RT dapat juga dilakukan dengan menggunakan Metode ESS (*Exponential Sine Sweept*). Pada metode ESS, suara yang dibangkitkan berupa *sine sweept* yang kemudian menghasilkan RIR (*Room Impluse Respons*). Nilai RT sebuah ruangan dapat digambarkan oleh kumpulan kurva-kurva yang menyatakan nilai hubungan antara volume dan fungsi ruang yang bersangkutan. Berikut merupakan jangkauan waktu dengung yang optimum pada berbagai volume dan berbagai fungsi ruangan:




(a)




(b)

**Gambar 2. 2** Grafik Volume Ruangan terhadap Nilai RT (a) untuk *speech* (Long, 2006) (b) untuk musik (Skålevik)

## 2.4 *Direct SPL*

*Direct SPL* atau tingkat tekanan bunyi langsung adalah sinyal suara yang diterima langsung oleh pendengar tanpa ada gangguan berupa pantulan dari dinding maupun langit-langit. *Direct SPL* bergantung dari seberapa jarak yang harus dilalui suara dan pada ketinggian berapa suara merambat hingga mencapai ke posisi pendengar (Kuttruf, 2000). Dalam sebuah ruangan tentunya akan lebih baik ketika suara yang terdengar di tiap posisi sama, tidak ada pengurangan bunyi maupun gangguan-gangguan lain.

## 2.5 *Articulation Loss* (%Alcons)

Parameter objektif lain yang digunakan untuk menilai kejelasan bicara dikenal sebagai *Articulation Loss* atau  yang dikenal sebagai %Alcons. %Alcons berfokus pada persepsi konsonan yang diucapkan (Ahnert, Tennhardt, & Hans-Peter, 2008).

$$\%Alcons \approx 0.652\,(\frac{rlh}{rh})^2 RT60 \qquad (2.2)$$

Dimana, %Alcons = % Articulation Loss

rlh = jarak sumber suara ke pendengar

rh = radius gema, atau jarak kritis untuk sumber suara terarah

RT60 = waktu dengung

Nilai %Alcons  berikut kategorinya dapat dilihat ada Tabel 2.2

**Tabel 2. 2** Interpretasi Nilai *Articulation Loss* (%Alcons) (Ahnert, Tennhardt, & Hans-Peter, 2008)

| **%Alcons** | ***Subjective Intelligibility*** |
|---|---|
| ≤3% | *Ideal* |
| 3-8% | *Good* |
| 8-11% | *Satisfactory* |
| >11% | *Poor Intelligibility* |
| >20%* | *Worthless Intelligibility* |

## 2.6 *Speech Transmission Index (STI)*

Penentuan nilai-nilai STI didasarkan pada pengukuran pengurangan modulasi sinyal antara lokasi sumber suara, di atas panggung dan posisi pengukuran penerimaan dengan frekuensi pusat oktaf dari 125 Hz hingga 8000 Hz (Ahnert, Tennhardt, & Hans-Peter, 2008). Nilai STI berikut kategorinya dapat dilihat pada Tabel 2.3

**Tabel 2. 3** Interpretasi Nilai *Speech Transmission Index* (STI) (Ahnert, Tennhardt, & Hans-Peter, 2008)

| **STI** | ***Subjective Intelligibility*** |
|---|---|
| 0.00-0.30 | *Unsatisfactory* |
| 0.30-0.45 | *Poor* |
| 0.45-0.60 | *Satisfactory* |
| 0.60-0.75 | *Good* |
| 0.75-1.00 | *Excellent* |

## 2.7 *Clarity*

*Clarity* merupakan sebuah parameter yang dapat menentukan kejelasan suara dari *speech* dan musik. *Clarity* untuk *speech* menggunakan C50 dan *clarity* untuk musik disebut C80. *Clarity* dapat dicari dengan membandingkan energi suara yang termanfaatkan dengan suara pantul setelahnya dengan asumsi bahwa suara yang datang setelahnya merupakan suara yang merusak. Energi suara yang termanfaatkan yaitu pada 0,05 hingga 0,08 detik pertama setelah suara langsung (Indriani, Ekasiwi, & Asmoro, 2007). Tingkat kejelasan suara untuk *speech* dikatakan baik ketika nilai C50 >-5 dB. Sedangkan tingkat kejelasan suara untuk musik dikatakan baik ketika nilai C80 tidak lebih dari 8 dB (Everest & Pohlmann, 2009). Nilai rata-rata C80 untuk *multipurpose* auditorium berada dalam kisaran optimal -2 dB hingga 2 dB (Alibaba & Ozdeniz, 2019). Berikut merupakan rumus perhhitnungan C50 dan C80 (Ahnert & Schmidt)

$$C50(dB) = 10log_{10}\left(\frac{E50}{E\infty - E50}\right) \tag{2.3}$$

$E50$ = Energi suara pada daerah *early reflection* 50ms

$E\infty$ = Energi seluruhnya

$$C80\ (dB) = 10log_{10}\left(\frac{E80}{E\infty - E80}\right) \tag{2.4}$$

$E80$ = Energi suara pada daerah *early reflection* 80ms

$E\infty$ = Energi suara seluruhnya

## 2.8 Kriteria Desain

Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung merupakan sebuah ruangan yang difungsikan sebagai tempat pelaksanaan kuliah umum, seminar bahkan untuk pertunjukan kesenian seperti pertunjukan tari dan penampilan *band*. Berdasarkan survei singkat penulis kepada mahasiswa Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung, auditorium ini lebih banyak difungsikan sebagai tempat pelaksanaan seminar atau kuliah umum.

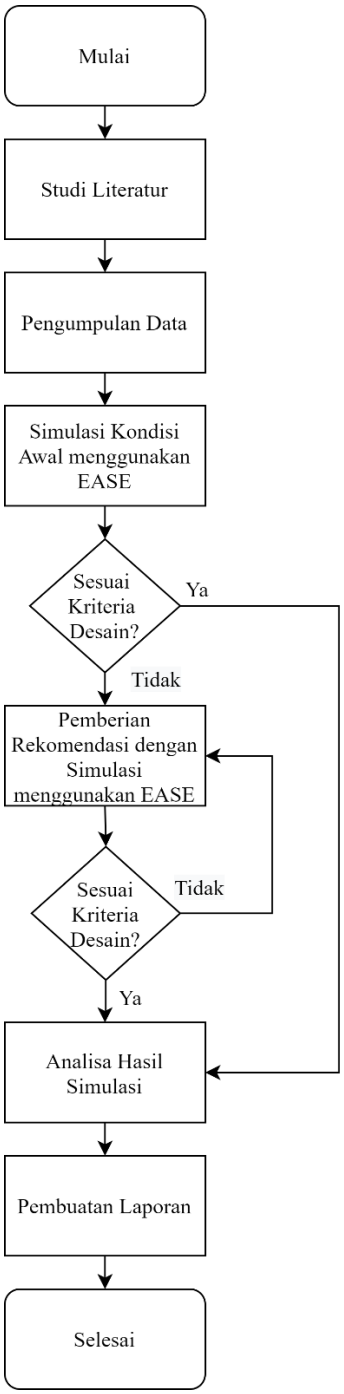
Berdasarkan sumber yang ada, ruangan dengan volume sekitar 6000m$^3$ dengan peruntukan sebagai *room for speech* membutuhkan waktu dengung yang singkat yaitu sekitar 0.8s di tiap frekuensi (Long, 2006). Sedangkan jika peruntukan ruang untuk pertunjukan kesenian dalam hal ini dikategorikan sebagai *reinforced music* (pertunjukan musik dengan sistem suara), membutuhkan waktu dengung sekitar 1.2s atau lebih dengung daripada *room for speech* karena pertunjukan musik memerlukan ruangan yang agak dengung agar ruangan tersebut tidak teralu kering. Dalam penelitian ini, penulis menetapkan sebuah kriteria desain yaitu sebuah ruangan yang difungsikan untuk *speech* dan musik dengan kategori *reinforced music* dengan nilai RT sebesar 0.8s-1.2s. Kriteria desain yang ditetapkan juga berupa parameter objektif lain yaitu direct SPL, %Alcons, *Speech Transmission Index* (STI), C50, dan C80. Kriteria yang ditargetkan untuk *direct* SPL yaitu ruangan ini memiliki nilai *direct* SPL yang merata di tiap posisi duduk agar pendengar dapat mendengar suara yang sama ketika ia duduk di kursi manapun. Kemudian karena ruangan ini banyak difungsikan sebagai ruang seminar/kuliah umum maka diperlukan kejelasan suara dalam hal ini dapat dinilai %Alcons dan STI serta C50. Nilai %Alcons yang ditargetkan maksimal 8%, STI minimal 0.6 dan nilai C50 diatas -5 dB agar ditiap posisi duduk dapat dengan jelas mendengarkan suara yang dibawakan oleh pembicara. Kemudian untuk parameter kejelasan musik ditentukan oleh C80 dengan nilai tidak lebih dari 8 dB. Berikut merupakan kriteria desain yang ditetapkan untuk Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung.

**Tabel 2. 4** Kriteria Desain untuk Auditorium

| **Parameter Objektif** | **Target** | **Interpretasi** |
|---|---|---|
| RT | 0.8s-1.2s | |
| %Alcons | *Max* 8% | *Ideal-good* |
| *Speech Transmission Index* (STI) | *Min*. 0.6 | *Ideal-good* |
| C50 | >-5dB | *Good* |
| C80 | <8dB | *Good* |

# BAB III
# METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Diagram dari penelitian ini adalah sebagai berikut:




**Gambar 3. 1** Diagram Alir Penelitian

## 3.1 Studi literatur

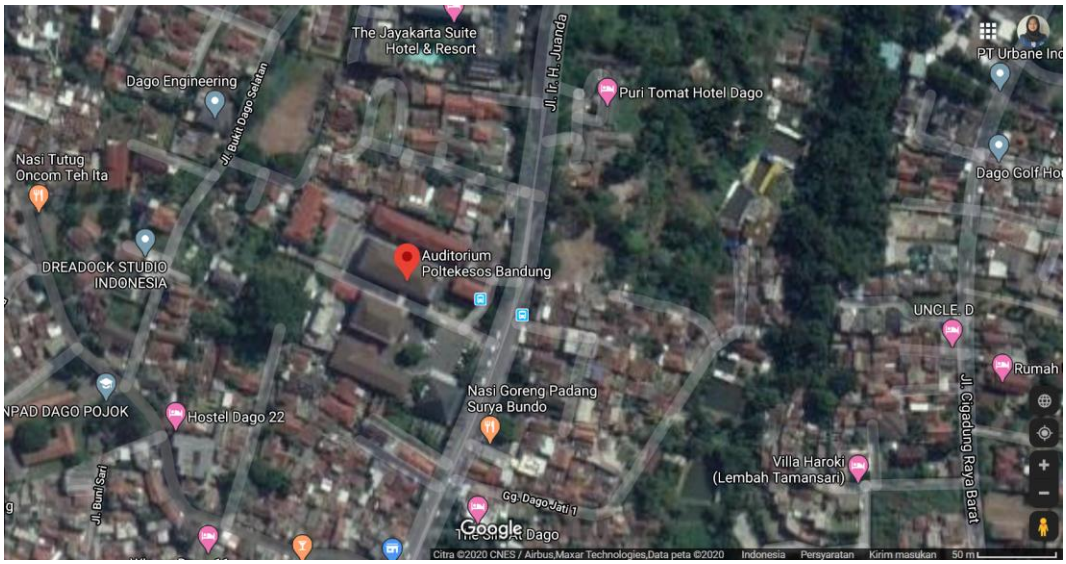
Pada tahap studi literatur dilakukan proses pencarian tinjauan pustaka dan dasar teori yang dapat mendukung penelitian ini.

## 3.2 Pengumpulan Data

Data geometri ruangan beserta material penyusun ruangan diperoleh dari dokumen milik arsitek pembuat ruangan serta data *speaker* didapat dari dokumen milik Auditorium Poltekesos Bandung.

### 3.2.1 Lokasi Objek Penelitian

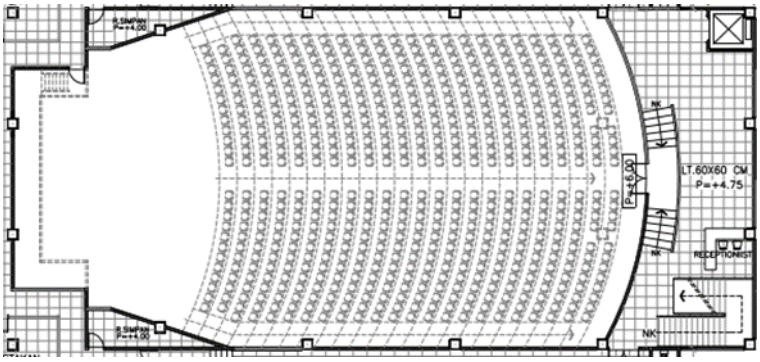
Objek penelitian ini adalah Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung yang terletak di Jl. Ir. H. Juanda No.367, Dago Kota Bandung. Berikut merupakan peta lokasi auditorium dengan skala peta 1:2500.



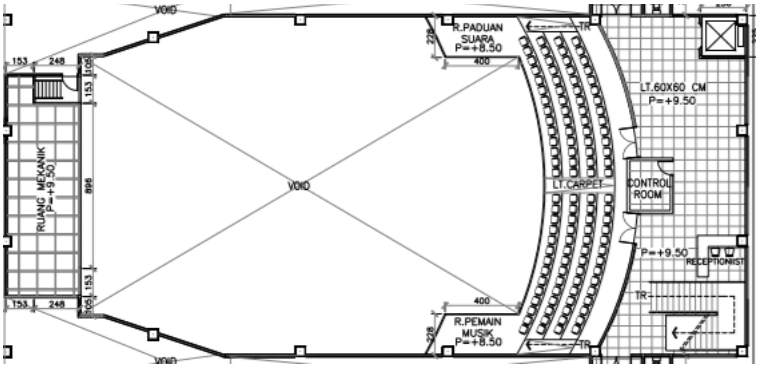

**Gambar 3. 2** Lokasi Objek Penelitian

### 3.2.2 Data Ruangan

Volume dari auditorium ini yaitu 6162.53 $m^3$ dengan kapasitas 702 kursi. Auditorium ini terdiri dari 2 lantai dengan lantai 1 merupakan area utama kemudian terdapat area balkon pada lantai 2. Kedua area memiliki konfigurasi berundak. Denah auditorium dapat dilihat pada gambar berikut:



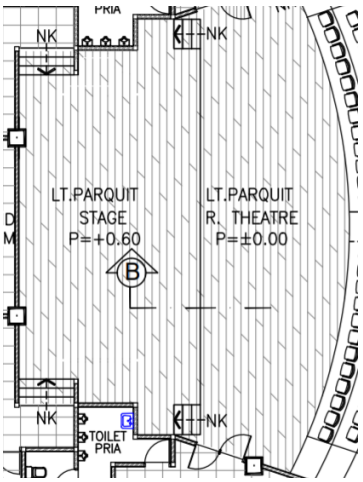

**Gambar 3. 3** Denah Auditorium Lantai 1

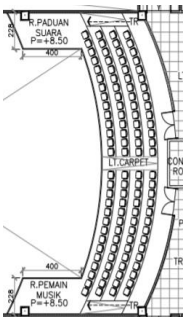
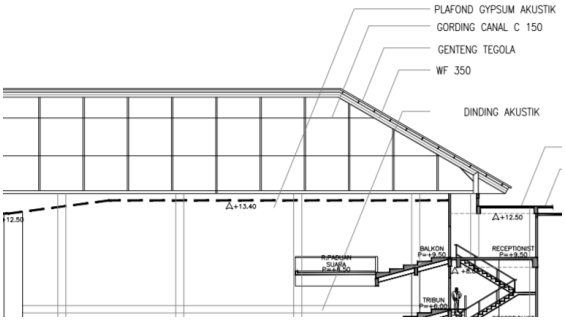
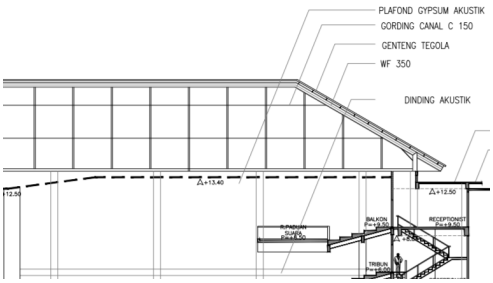



**Gambar 3. 4** Denah Auditorium Lantai 2

Berikut adalah rincian material penyusun ruang pada Auditorium Poltekesos Bandung:

**Tabel 3. 1** Material Penyusun Ruangan

| **Area** | **Material Penyusun** |
|---|---|
| Panggung dan lantai bagian depan | *Parquit floor*   |

| | |
|---|---|
| Lantai | *Carpet comm*   |
| Dinding | Dinding Akustik (Plywood 2”)   |
| Langit-langit | Plafond Gypsum Akustik (Cortega)   |

## 3.3 Simulasi

Dalam penelitian ini, simulasi dilakukan dengan perangkat lunak EASE 4.4. Simulasi yang dilakukan adalah hal-hal berikut:

a. Membuat ruangan sesuai dengan ukuran geometri yang telah didapat. Setelah itu mengaplikasikan material sesuai material asli ruangan seperti yang tertera pada Tabel 3.1 untuk mengetahui RT dan parameter objektif lainnya.

b. Simulasi penggantian material/penambahan material agar parameter akustiknya sesuai dengan kriteria desain yang telah ditetapkan. Dalam hal

ini ruangan difungsikan sebagai *speech* dan musik maka nilai parameter akustik yang didapat sebaiknya mencakup kedua hal tersebut.

### 3.4 Analisis Hasil Simulasi dan Pembuatan Laporan

Hasil simulasi keseluruhan dianalisis hingga nilai parameter objektif akustik ruang berupa nilai RT, %Alcons, STI, C50, C80, untuk auditorium multifungsi sesuai dengan kriteria desain yang telah ditetapkan. Selanjutnya, keseluruhan hasil penelitian dituangkan dalam laporan Tugas Akhir.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

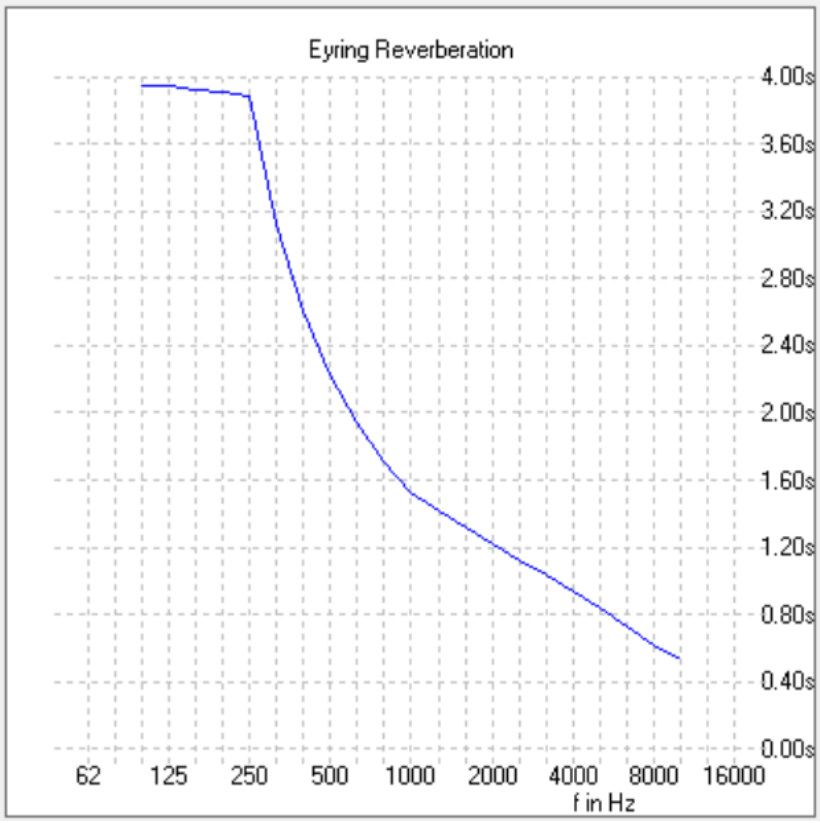
# BAB IV
# HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Hasil

Berikut merupakan hasil yang didapat dalam penelitian tugas akhir ini yang terdiri dari parameter akustik ruang seperti *reverberation time* (RT), *direct* SPL, Articulation Loss (%Alcons), Speech Transmission Index (STI), C50, C80.

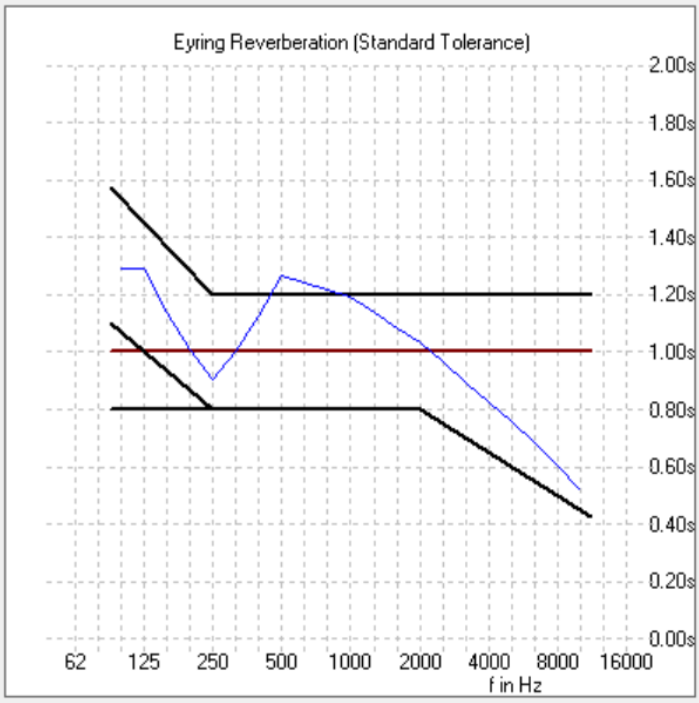
### 4.1.1 *Reverberation Time* (RT)

Nilai *reverberation time* (RT) diperoleh dari simulasi menggunakan perangkat lunak EASE 4.4 dengan memasukkan material awal auditorium, kemudian memasukkan material-material yang direkomendasikan, berikut merupakan nilai RT dari Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung:



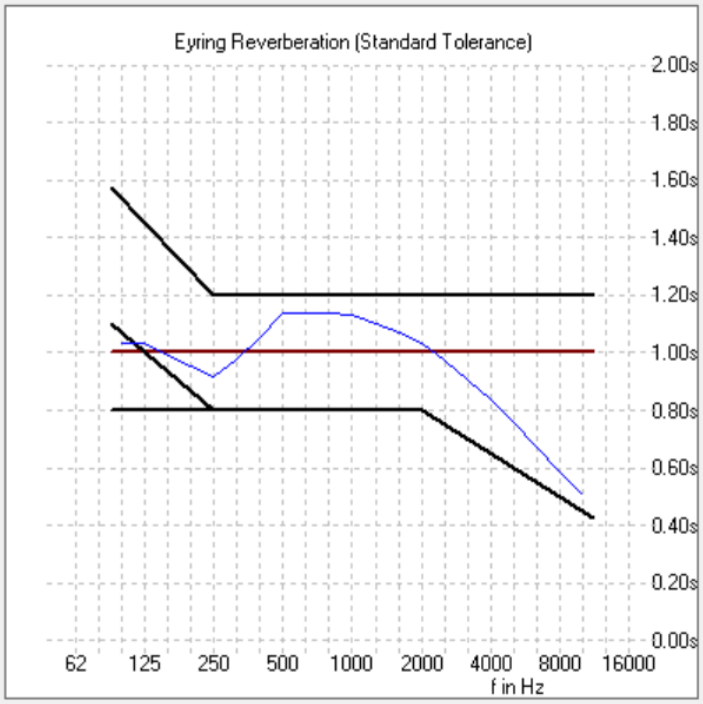

| Band | RTime [s] |
|---|---|
| 100 Hz | 3.94 |
| 125 Hz | 3.94 |
| 160 Hz | 3.92 |
| 200 Hz | 3.9 |
| 250 Hz | 3.88 |
| 315 Hz | 3.13 |
| 400 Hz | 2.61 |
| 500 Hz | 2.23 |
| 630 Hz | 1.94 |
| 800 Hz | 1.72 |
| 1000 Hz | 1.53 |
| 1250 Hz | 1.42 |
| 1600 Hz | 1.31 |
| 2000 Hz | 1.22 |
| 2500 Hz | 1.12 |
| 3150 Hz | 1.03 |
| 4000 Hz | 0.94 |
| 5000 Hz | 0.84 |
| 6300 Hz | 0.73 |
| 8000 Hz | 0.62 |
| 10000 Hz | 0.54 |

(a)




| Band | RTime [s] |
|---|---|
| 100 Hz | 1.29 |
| 125 Hz | 1.29 |
| 160 Hz | 1.14 |
| 200 Hz | 1.01 |
| 250 Hz | 0.91 |
| 315 Hz | 1 |
| 400 Hz | 1.12 |
| 500 Hz | 1.27 |
| 630 Hz | 1.24 |
| 800 Hz | 1.22 |
| 1000 Hz | 1.19 |
| 1250 Hz | 1.14 |
| 1600 Hz | 1.09 |
| 2000 Hz | 1.03 |
| 2500 Hz | 0.96 |
| 3150 Hz | 0.89 |
| 4000 Hz | 0.82 |
| 5000 Hz | 0.76 |
| 6300 Hz | 0.69 |
| 8000 Hz | 0.6 |
| 10000 Hz | 0.52 |

(b)




| Band | RTime [s] |
|---|---|
| 100 Hz | 1.04 |
| 125 Hz | 1.04 |
| 160 Hz | 0.99 |
| 200 Hz | 0.95 |
| 250 Hz | 0.91 |
| 315 Hz | 0.98 |
| 400 Hz | 1.05 |
| 500 Hz | 1.14 |
| 630 Hz | 1.14 |
| 800 Hz | 1.14 |
| 1000 Hz | 1.13 |
| 1250 Hz | 1.1 |
| 1600 Hz | 1.07 |
| 2000 Hz | 1.04 |
| 2500 Hz | 0.97 |
| 3150 Hz | 0.91 |
| 4000 Hz | 0.84 |
| 5000 Hz | 0.76 |
| 6300 Hz | 0.67 |
| 8000 Hz | 0.58 |
| 10000 Hz | 0.51 |

(c)

**Gambar 4. 1** Nilai *Reverberation Time* (a) Kondisi Awal (b) Setelah Penggantian Material Variasi 1 (c) Setelah Penggantian Material Variasi 2

Jika dilihat hasilnya pada Gambar 4.1 (a), nilai RT belum memenuhi standar yang ada untuk *speech* dan juga musik kategori *reinforced music*. Nilai RT *overall* kondisi awal yaitu 4.25s. Sedangkan, berdasarkan kriteria desain yang sudah ditetapkan, nilai RT yang diinginkan untuk ruangan ini yaitu berkisar antara 0.8s-1.2s.

Nilai RT simulasi seharusnya divalidasi dengan nilai RT pengukuran lapangan. Dikarenakan kondisi pandemi yang tidak memungkinkan, kemudian proses validasi menggunakan cara perhitungan rumus errying. Dengan volume ruangan sebesar 6162.53 $m^3$, maka diperoleh nilai RT perhitungan sebagai berikut:

**Tabel 4. 1** RT Perhitungan

| Frekuensi (Hz) | RT (s) | Frekuensi (Hz) | RT (s) |
|---|---|---|---|
| 100 | 3.88 | 1250 | 1.37 |
| 125 | 3.88 | 1600 | 1.29 |
| 160 | 3.91 | 2000 | 1.2 |
| 200 | 3.82 | 2500 | 1.13 |
| 250 | 3.84 | 3150 | 1.04 |
| 315 | 3.13 | 4000 | 1.04 |
| 400 | 2.54 | 5000 | 0.91 |
| 500 | 2.19 | 6300 | 0.86 |
| 630 | 1.9 | 8000 | 0.8 |
| 800 | 1.67 | 10000 | 0.8 |
| 1000 | 1.43 | | |

Berdasarkan data pada Tabel 4.1, nilai RT *overall* hasil perhitungan yaitu 4.19s. Jika hasilnya dibandingkan dengan RT hasil simulasi, nilainya memiliki perbedaan yang sangat kecil yaitu sebesar 0.06s. Oleh karena itu, nilai RT simulasi dapat dikatakan valid.

Kondisi awal auditorium menunjukkan bahwa nilai RT sangat tinggi di frekuensi rendah dan nilai RT *overall* yang mencapai 4.25s. Hal tersebut dikarenakan hampir keseluruhan material penyusun ruangan memiliki nilai koefisien absorpsi terlalu rendah di frekuensi rendah sehingga penyerapan suara di frekuensi rendah sangat minim dan menimbulkan gema yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan agar auditorium ini nyaman ketika difungsikan. Perbaikan ruangan dimulai dengan penggantian material terlebih dahulu dikarenakan sebelum mengganti faktor eksternal seperti *speaker*, lingkungan

internal ruangan dalam hal ini meliputi material penyusun ruangan harus dibenahi lebih dulu.

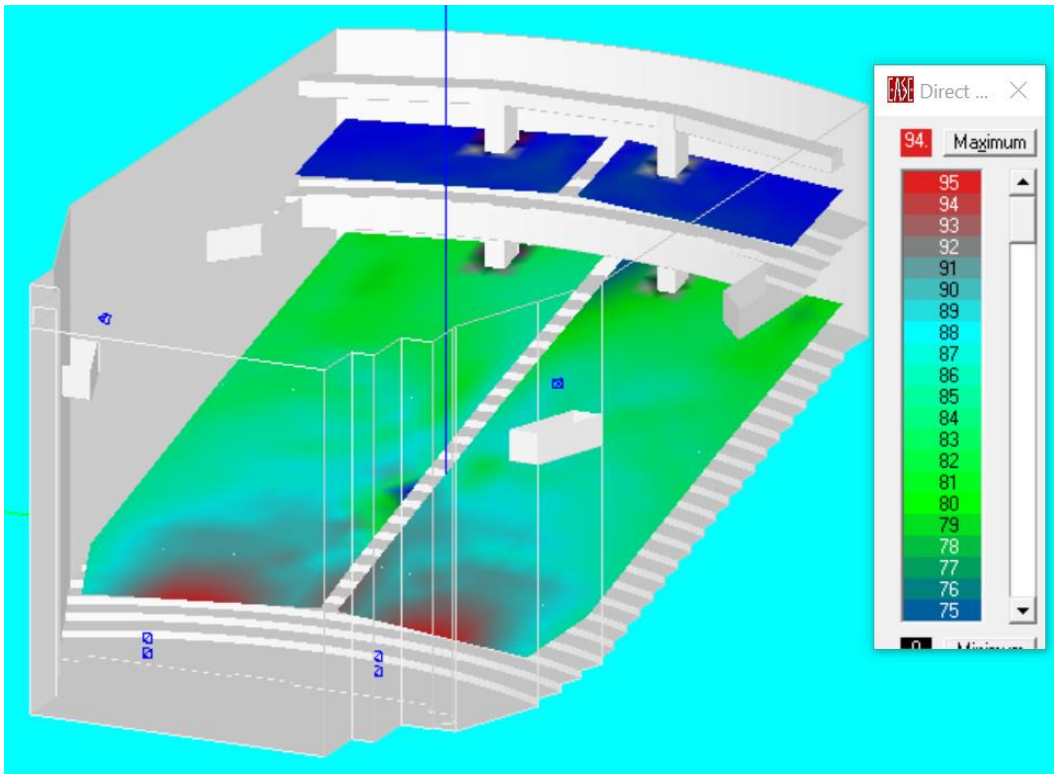
Untuk memperoleh nilai RT yang diinginkan untuk *speech* dan musik dalam hal ini *reinforced music* (*pop*/*rock* dengan PA *sound production*), maka rekomendasi yang dapat diberikan yaitu pemberian lapisan dinding pada panggung dengan menggunakan *perforated panel* (perfpanel 0.79% on 8" *cavity* w/4"fg) dan pemberian lapisan dinding pada dinding utama serta dinding belakang dengan menggunakan *perforated panel* (perfpanel 0.18% on 4" *cavity* w/2"fg). Pemilihan kedua bahan tersebut didasarkan pada koefisien absorpsinya yang tinggi pada frekuensi rendah untuk mereduksi nilai RT pada frekuensi rendah. Nilai RT yang dihasilkan dari penggantian material variasi 1 ditunjukkan oleh Gambar 4.1 (b). Berdasarkan nilai-nilai RT yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 (b), kemudian didapatkan nilai RT *overall* sebesar 1.2s. Dari gambar dan nilai RT *overall* tersebut dapat terlihat bahwa nilai RT sudah menunjukkan nilai dalam batas toleransi oleh karena itu ruangan ini dapat dikatakan baik.

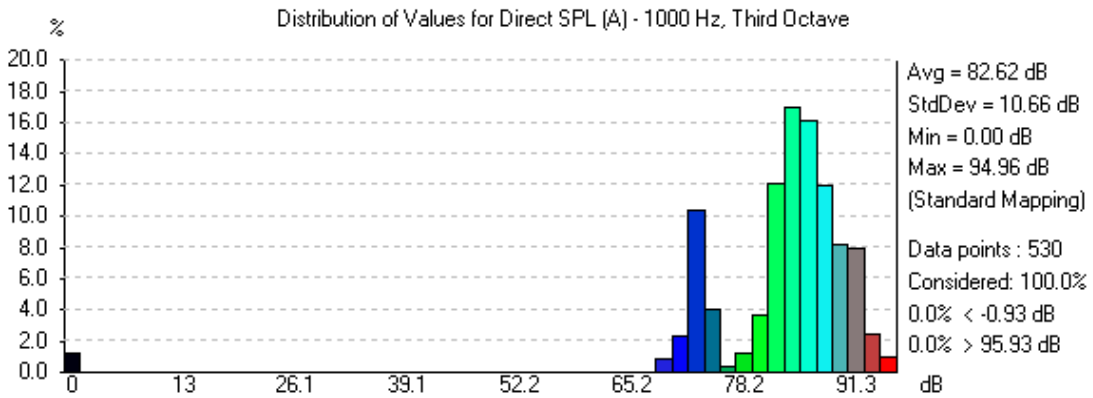
Selanjutnya, terdapat rekomendasi perbaikan variasi 2 yang dapat diterapkan pada ruangan ini. Rekomendasi tersebut berupa penambahan lapisan *plywood* 1/4 pada dinding panggung (kecuali pada layar) kemudian menambahan *perforated panel* (perfpanel 1.4% on 8" *cavity* w/4"fg) pada dinding utama dan dinding belakang. Tujuan dari penggantian material tersebut juga untuk mereduksi nilai RT pada frekuensi rendah. Setelah dilakukan penggantian material variasi 2, kemudian didapatkan nilai RT *overall* sebesar 0.9s. Dari gambar 4.25 dan nilai RT *overall* tersebut dapat terlihat bahwa nilai RT sudah menunjukkan nilai dalam batas toleransi oleh karena itu ruangan ini dapat dikatakan baik.

Kemudian untuk menentukan tingkat kejelasan suara pada Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung, digunakan beberapa parameter objektif seperti *articulation loss* (%Alcons), *Speech Transmission Index* (STI), C50, C80 yang akan dijelaskan pada subbab berikut ini:

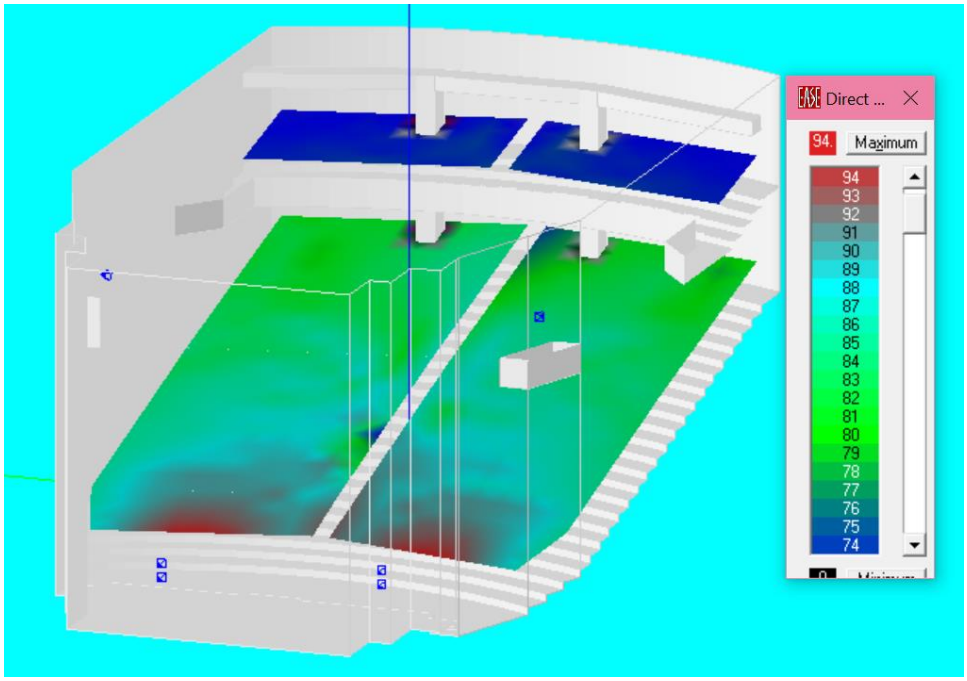
### 4.1.2 *Direct* SPL

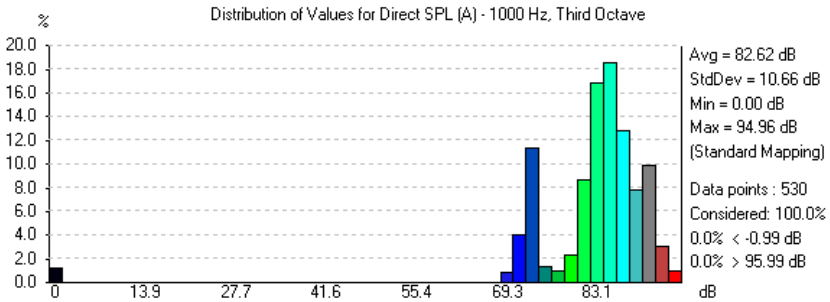
*Direct* SPL pada suatu ruangan dapat dikatakan baik ketika distribusi suara langsung yang diterima pendengar merata di semua area ruangan. Distribusi suara yang merata akan membuat semua pendengar merasakan suara yang didengar sama disetiap titik auditorium. Berikut merupakan peta persebaran *direct* SPL pada Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung:



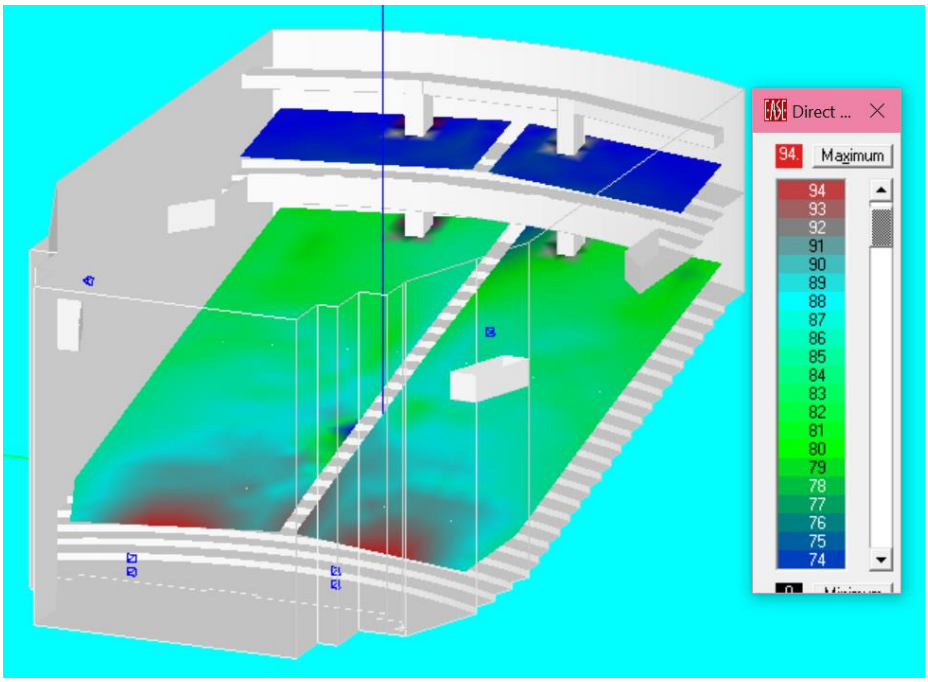



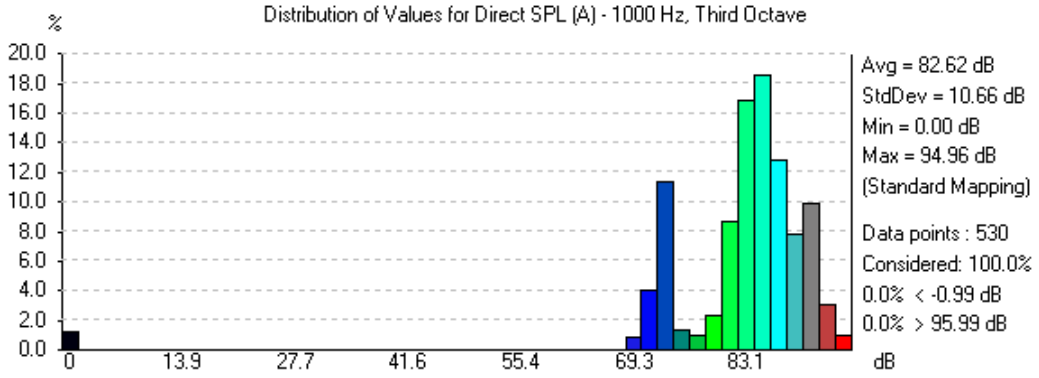

(a)


Direct ...
94.
Maximum
94
93
92
91
90
89
88
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
74


Distribution of Values for Direct SPL (A) - 1000 Hz, Third Octave
%
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
0
13.9
27.7
41.6
55.4
69.3
83.1
dB
Avg = 82.62 dB
StdDev = 10.66 dB
Min = 0.00 dB
Max = 94.96 dB
(Standard Mapping)
Data points : 530
Considered: 100.0%
0.0% < -0.99 dB
0.0% > 95.99 dB

(b)


Direct ...
94.
Maximum
94
93
92
91
90
89
88
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
74




(c)

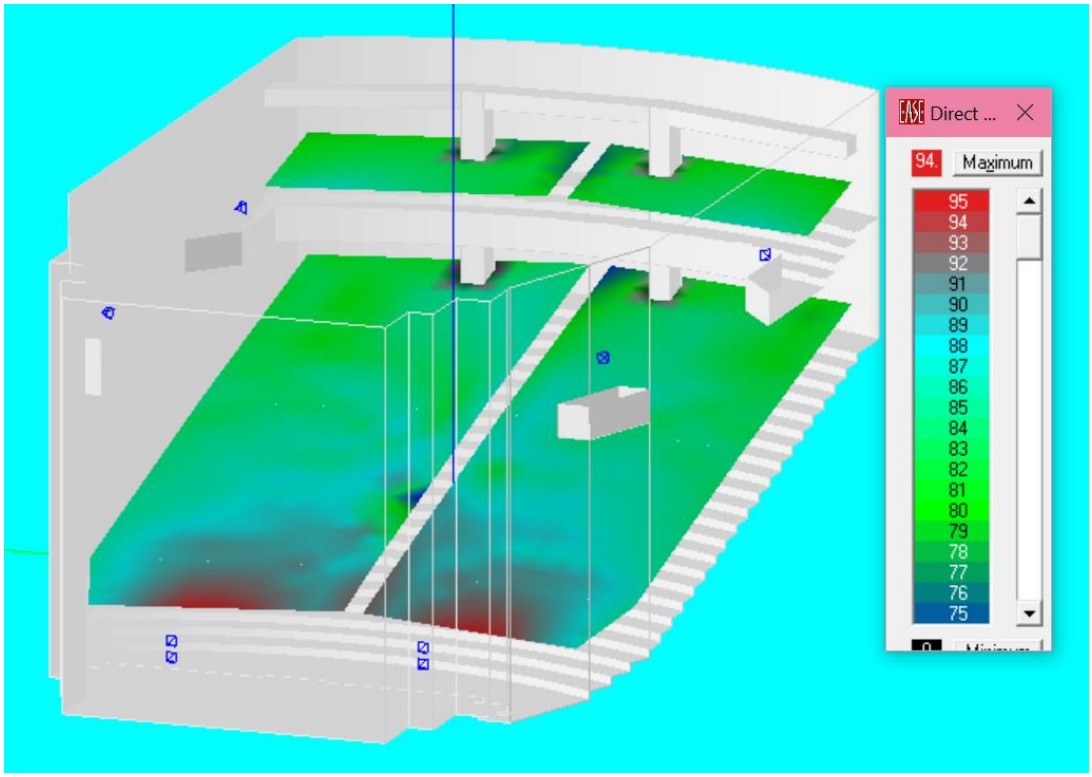
**Gambar 4. 2** Peta Persebaran dan Grafik Distribusi Nilai *Direct* SPL (a) Kondisi Awal (b) Setelah Penggantian Material Variasi 1 (c) Setelah Penggantian Material Variasi 2

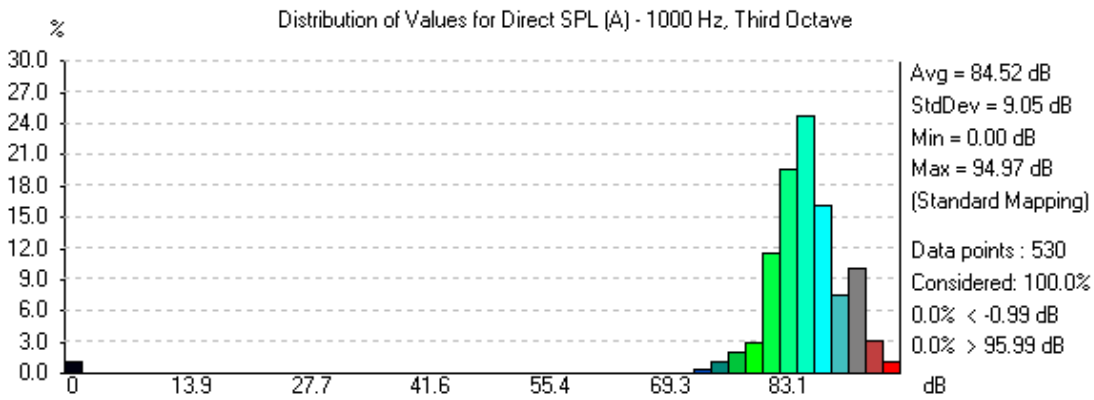
Berdasarkan Gambar 4.2 (a) dapat dilihat bahwa *direct* SPL kondisi awal yang diterima oleh pendengar tidak merata di setiap titik. Area berwarna merah menunjukkan nilai tertinggi karena posisinya yang berada langsung di depan *speaker*. Namun, untuk area lantai 2 dan sekitar tiang menunjukkan nilai terendah yang dimungkinkan tidak mendapatkan suara langsung karena di area tersebut tidak mendapatkan cukup suara dari *speaker*.

Kemudian *Direct SPL* pada auditorium setelah penggantian material variasi 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 4.2 (b) dan (c). Dari gambar tersebut, dapat disimpulkan bahwa tingkat tekanan bunyi pada ruangan belum tersebar merata terlebih pada area balkon lantai 2 auditorium.

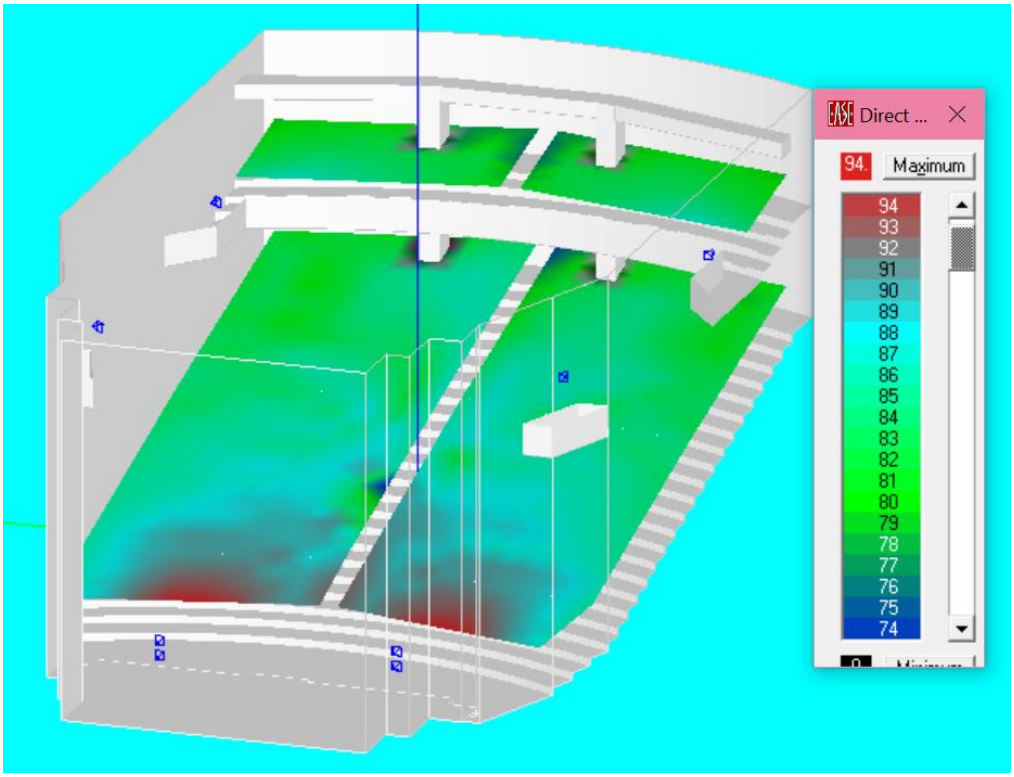
Terdapat pilihan dalam perbaikan akustik yaitu dalam hal penambahan *speaker*. Alasan perlu ditambahkannya *speaker* karena apabila ditinjau dari nilai *direct* SPL, area lantai 2 keseluruhannya bernilai rendah dan dirasa membutuhkan penambahan *speaker* agar pendengar pada lantai 2 juga mendapatkan persebaran suara yang merata. Kemudian apabila ditinjau dari penempatan *speaker* kondisi awal, area lantai 2 tidak mendapatkan suara langsung dari *s*istem suara sehingga pada area lantai 2 merupakan *blind spot*. Penempatan *speaker* yang tidak menjangkau area balkon mengakibatkan lintasan *speaker* terpotong sehingga terjadi persebaran suara yang tidak merata untuk area balkon. Penambahan *speaker* ini dilakukan dengan tetap mengganti material seperti yang terdapat pada subbab 4.2.1 dikarenakan penggantian material berfungsi untuk menurunkan nilai RT yang

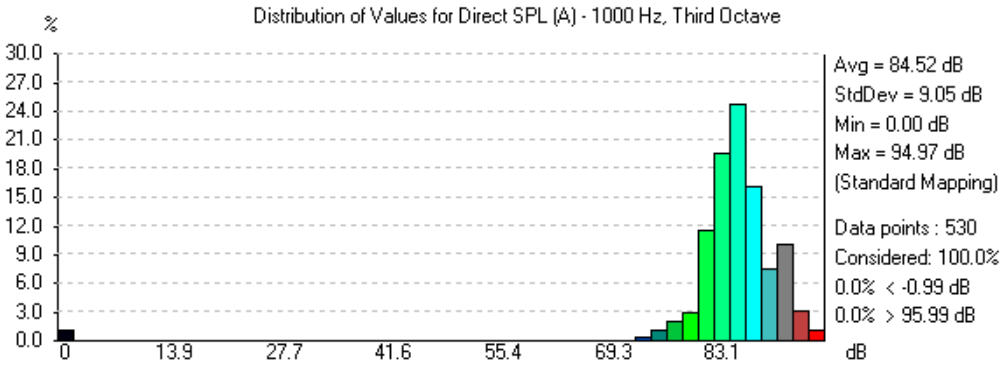
terlalu tinggi. *Speaker* yang ditambahkan berupa *speaker all around* yang ditempatkan di ujung depan bagian kanan dan kiri lantai 2. Berikut merupakan *direct* SPL hasil perbaikan dengan penambahan *speaker* (dengan penggantian material variasi 1 dan penggantian material variasi 2) di Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung:




(a)



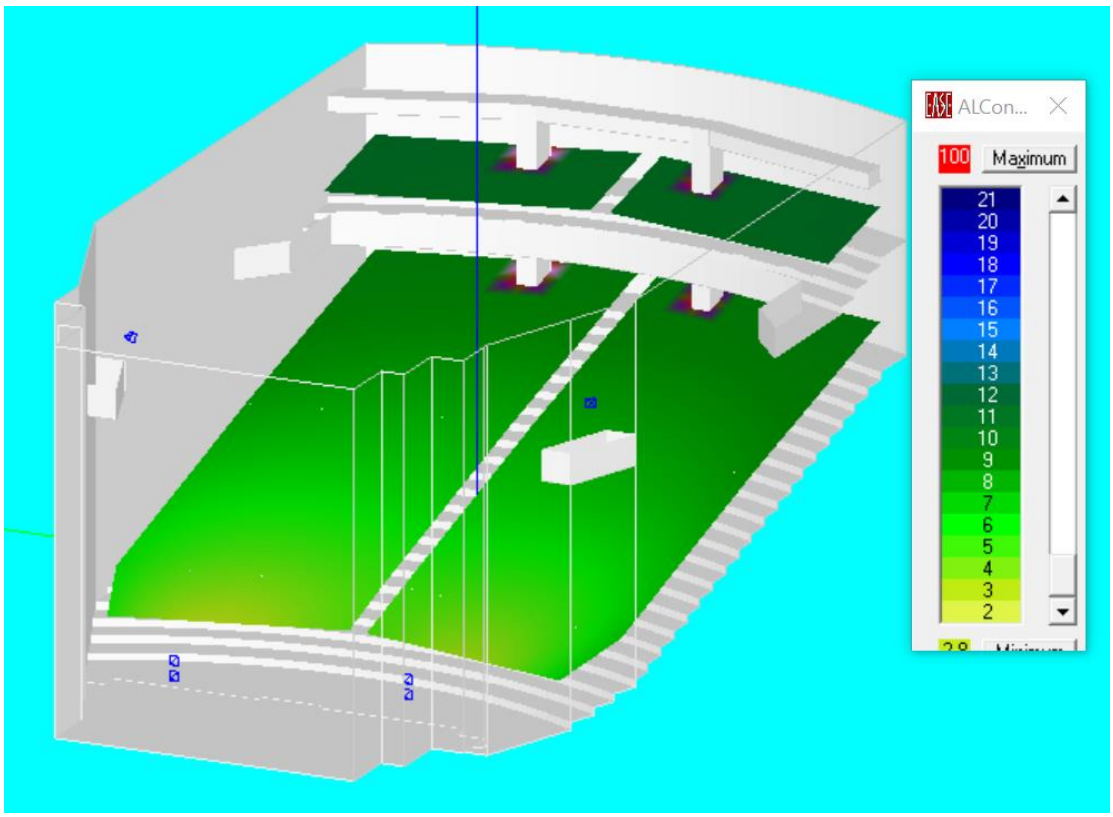

(b)

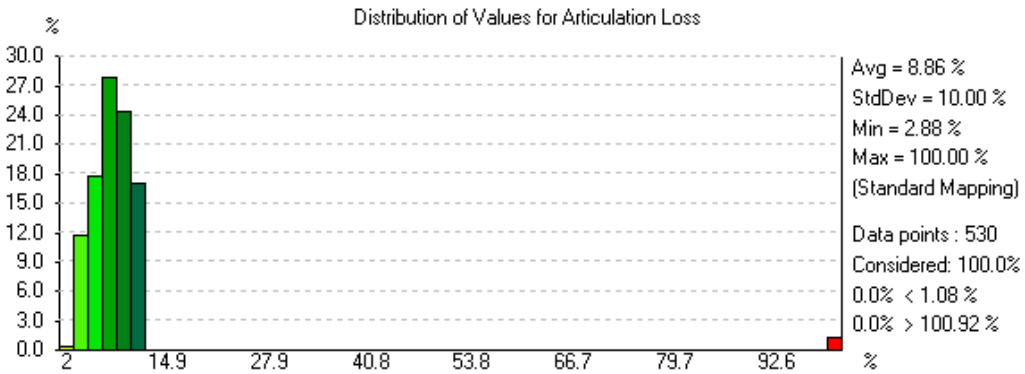
**Gambar 4. 3** Peta Persebaran dan Grafik Distribusi Nilai *Direct* SPL (a) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 1) (b) Penambahan *Speaker* (dengan Setelah Penggantian Material Variasi 2)

*Direct* SPL yang dihasilkan setelah penambahan *speaker* dengan penggantian material variasi 1 dan 2 telah menunjukkan nilai yang merata. Terlihat pada area lantai 2 sudah mendapatkan suara seperti pada lantai 1 kecuali pada sebagian kecil titik dan area depan lantai 1 dikarenakan di area tersebut terletak 2 *speaker* sekaligus.

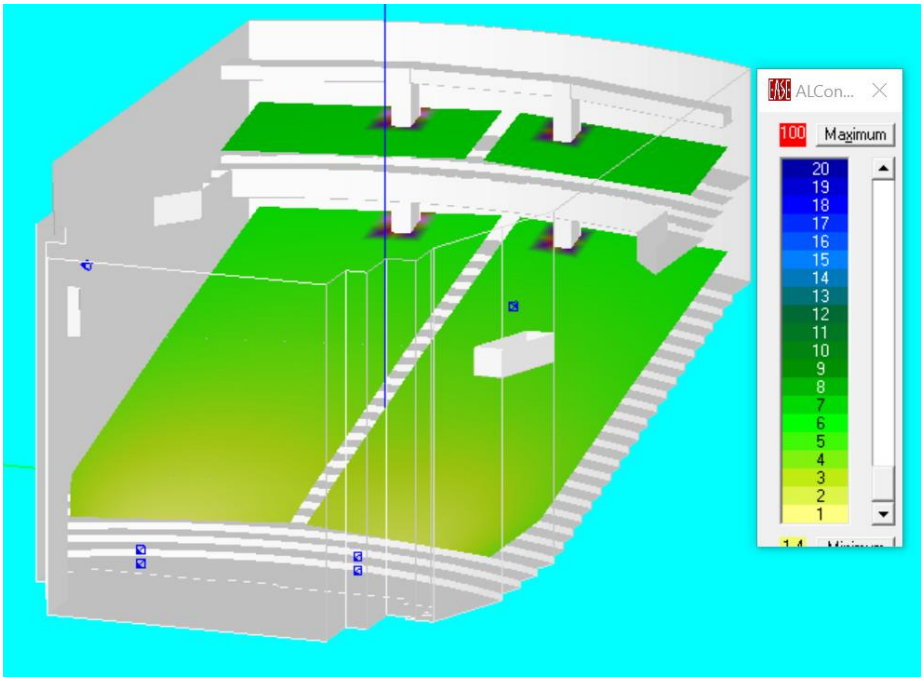
### 4.1.3 *Articulation Loss* (%Alcons)

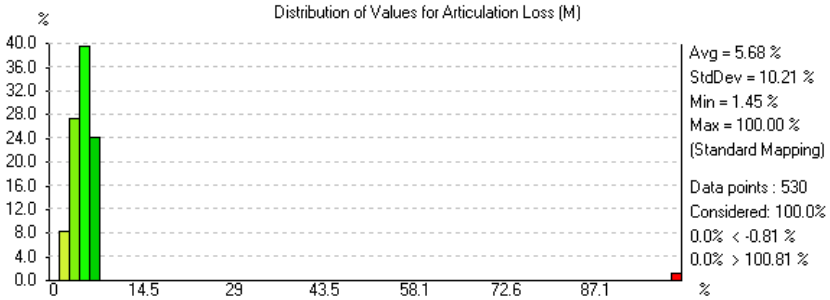
Berikut merupakan peta persebaran %Alcons pada Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung:



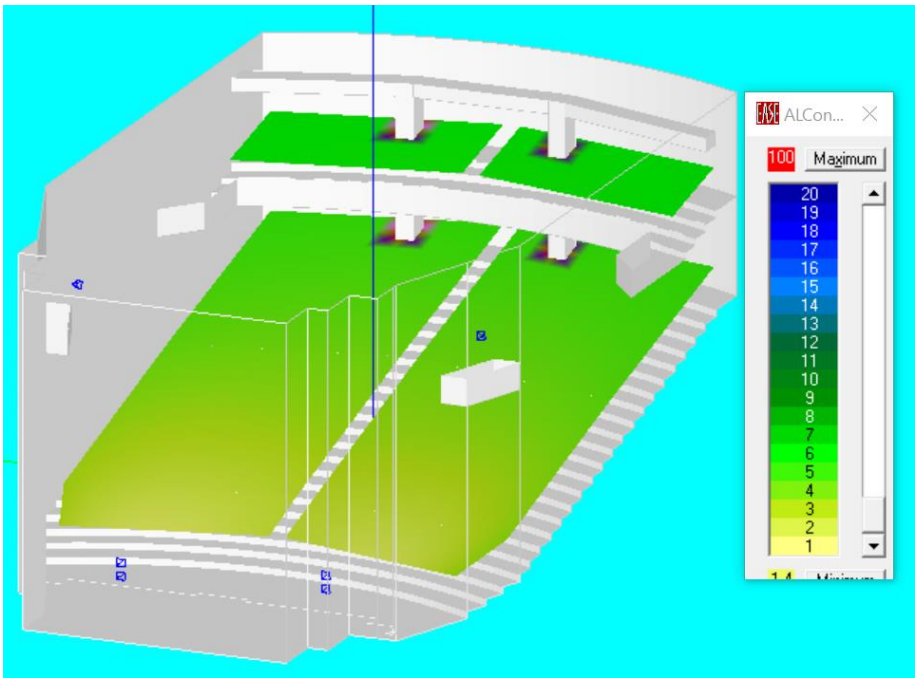



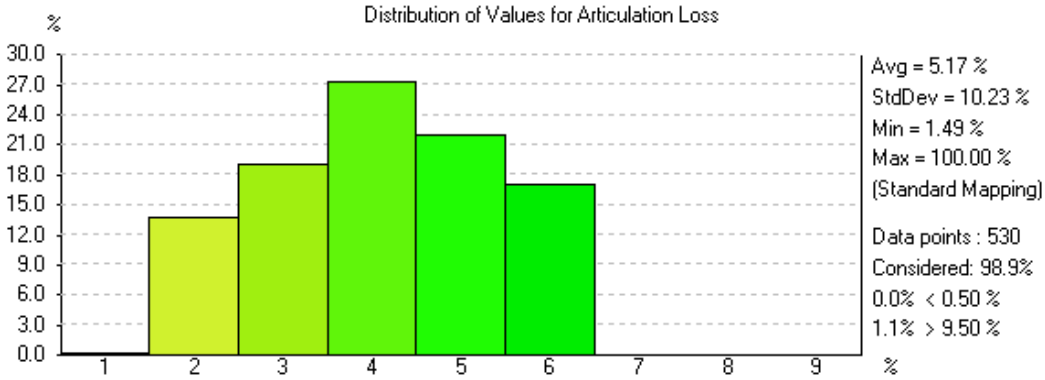

(a)


ALCon...
100
Maximum
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

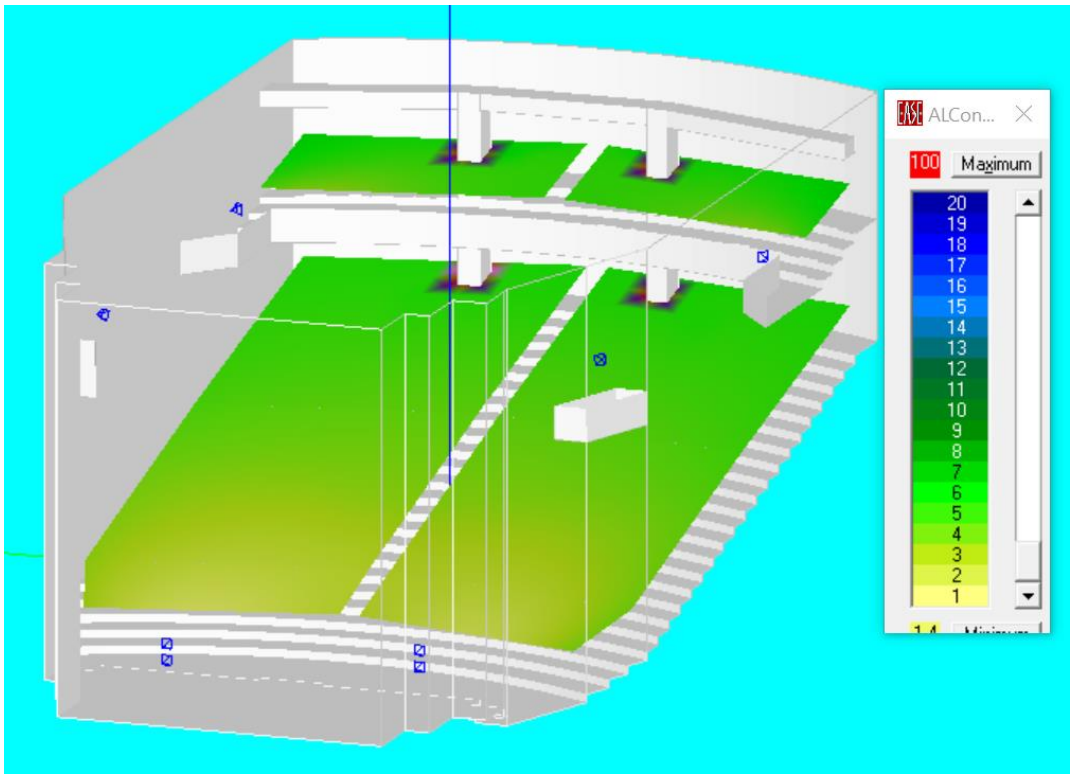

Distribution of Values for Articulation Loss (M)
%
40.0
36.0
32.0
28.0
24.0
20.0
16.0
12.0
8.0
4.0
0.0
0
14.5
29
43.5
58.1
72.6
87.1
%
Avg = 5.68 %
StdDev = 10.21 %
Min = 1.45 %
Max = 100.00 %
(Standard Mapping)
Data points : 530
Considered: 100.0%
0.0% < -0.81 %
0.0% > 100.81 %

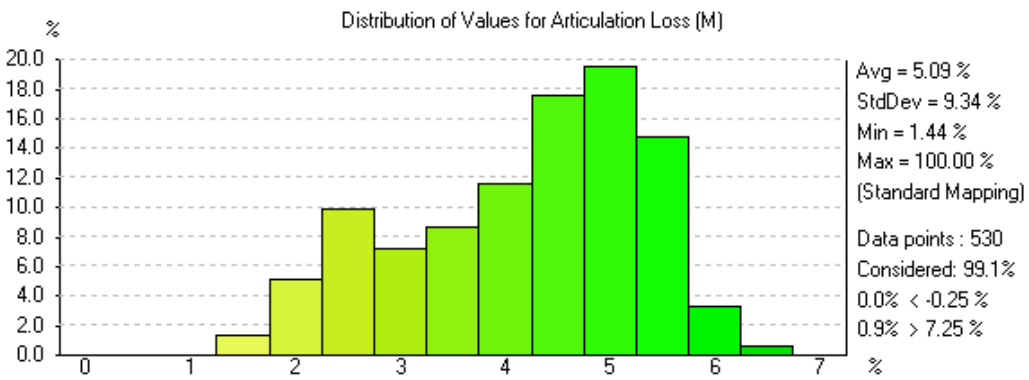
(b)


ALCon...
100
Maximum
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

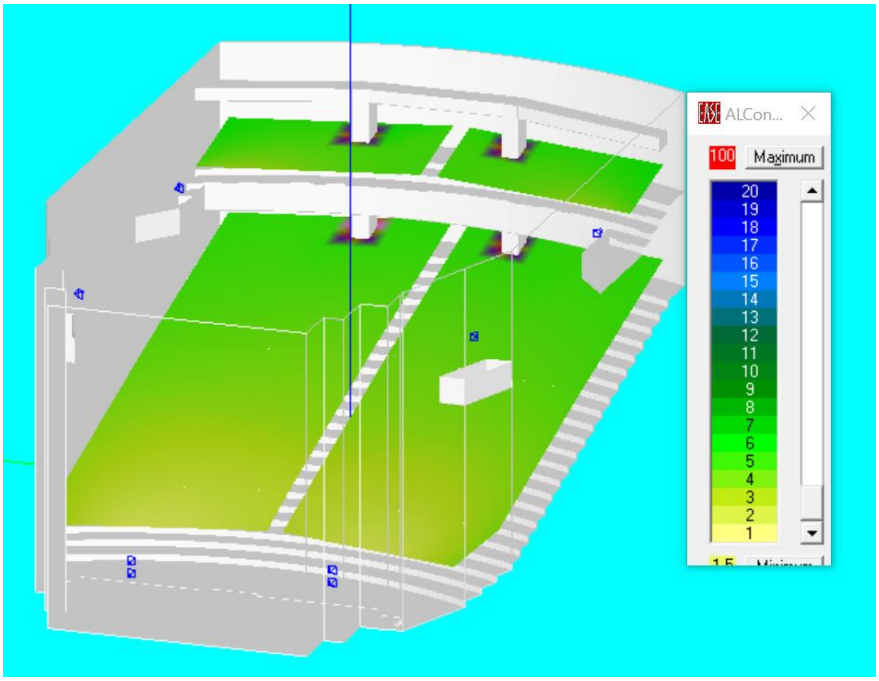

Distribution of Values for Articulation Loss
%
30.0
27.0
24.0
21.0
18.0
15.0
12.0
9.0
6.0
3.0
0.0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
%
Avg = 5.17 %
StdDev = 10.23 %
Min = 1.49 %
Max = 100.00 %
(Standard Mapping)
Data points : 530
Considered: 98.9%
0.0% < 0.50 %
1.1% > 9.50 %

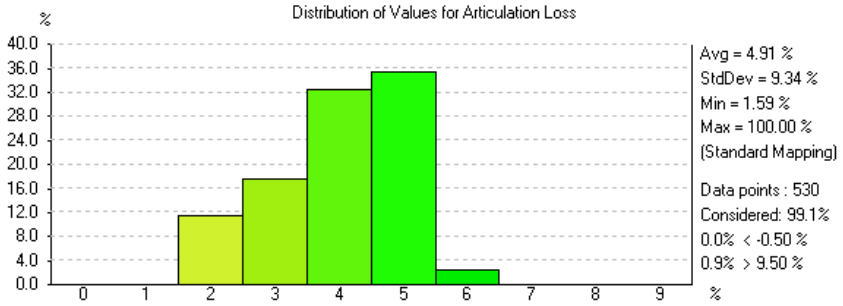
(c)


ALCon...
100
Maximum
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1


Distribution of Values for Articulation Loss (M)
%
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
0
1
2
3
4
5
6
7
%
Avg = 5.09 %
StdDev = 9.34 %
Min = 1.44 %
Max = 100.00 %
(Standard Mapping)
Data points : 530
Considered: 99.1%
0.0% < -0.25 %
0.9% > 7.25 %

(d)




(e)

**Gambar 4. 4** Peta Persebaran Nilai %Alcons (a) Kondisi Awal (b) Penggantian Material Variasi 1 (c) Penggantian Material Variasi 2 (d) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 1) (e) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 2)

Berdasarkan Gambar 4.4 (a), ruangan ini pada area depan dapat dikategorikan *good* namun semakin kebelakang nilainya semakin besar yang menandakan *satisfactory* bahkan pada lantai 2 dikategorikan sebagai *poor intelligibility* dan terdapat area sekitar tiang yang nilainya sangat tinggi hingga mencapai 100%.

Nilai %Alcons mengalami peningkatan kualitas setelah diberikan perlakuan penggantian material variasi 1. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4 (b) Keseluruhan nilai %Alcons dibawah 8% yang menandakan bahwa ruangan ini dapat dikategorikan sebagai dominan *good* bahkan ada yang dikategorikan sebagai *ideal* kecuali area sekitar tiang.

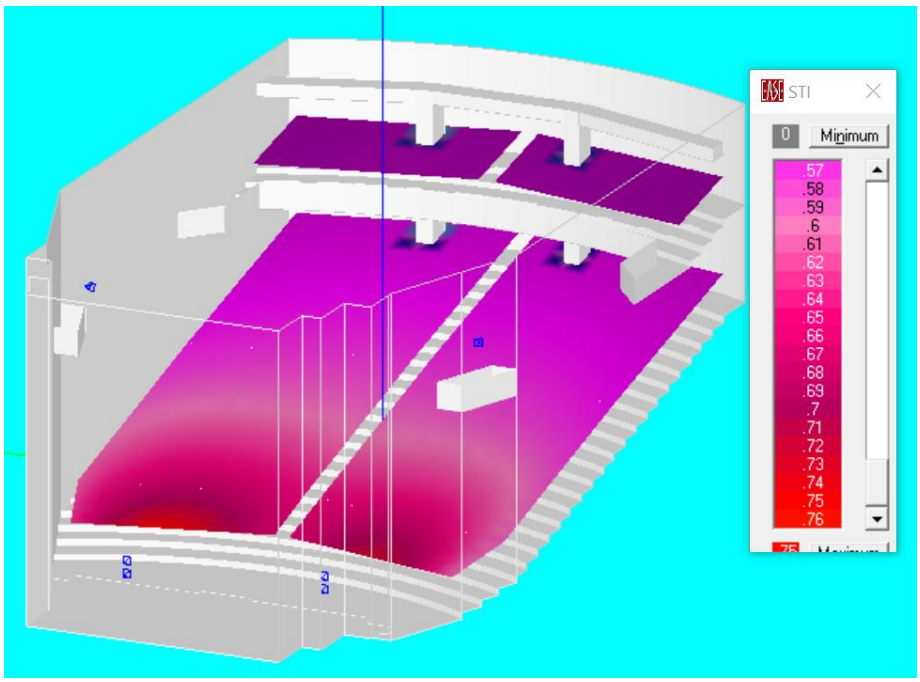
Penggantian material variasi 2 juga membawa dampak positif pada nilai %Alcons. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4 (c). Keseluruhan nilai %Alcons dibawah 8% dengan rata-rata 5.17% yang menandakan bahwa ruangan ini dapat dikategorikan sebagai dominan *good* dan untuk area depan dapat dikategorikan sebagai *ideal* kecuali pada area sekitar tiang.

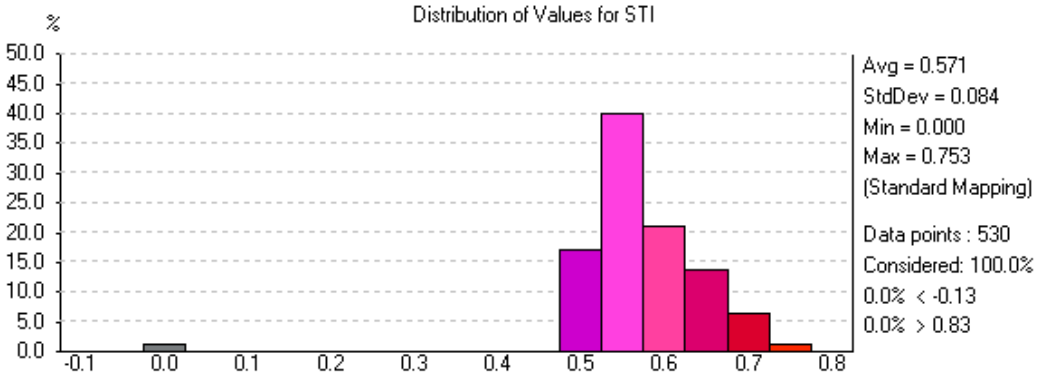
Penambahan *speaker* juga memberikan dampak positif pada nilai %Alcons. Dapat dilihat pada Gambar 4.4 (d), nilai %Alcons berkisar antara 1.44%-6.5% dengan rata-rata 5.09% yang berarti keseluruhan area dapat dikategorikan menjadi *good* dan *ideal* pada sisi depan lantai 1 auditorium. Namun terdapat area yang bernilai 100% yaitu pada area sekitar tiang.

Pada parameter %Alcons, penambahan *speaker* dengan penggantian material variasi 2 menunjukkan nilai yang sama dengan hanya penggantian material variasi 2. Nilainya sama-sama menunjukkan dibawah 8% yang dapat dikategorikan sebagai *good* bahkan pada area depan lantai 1 dikategorikan sebagai *ideal* kecuali pada area sekitar tiang.

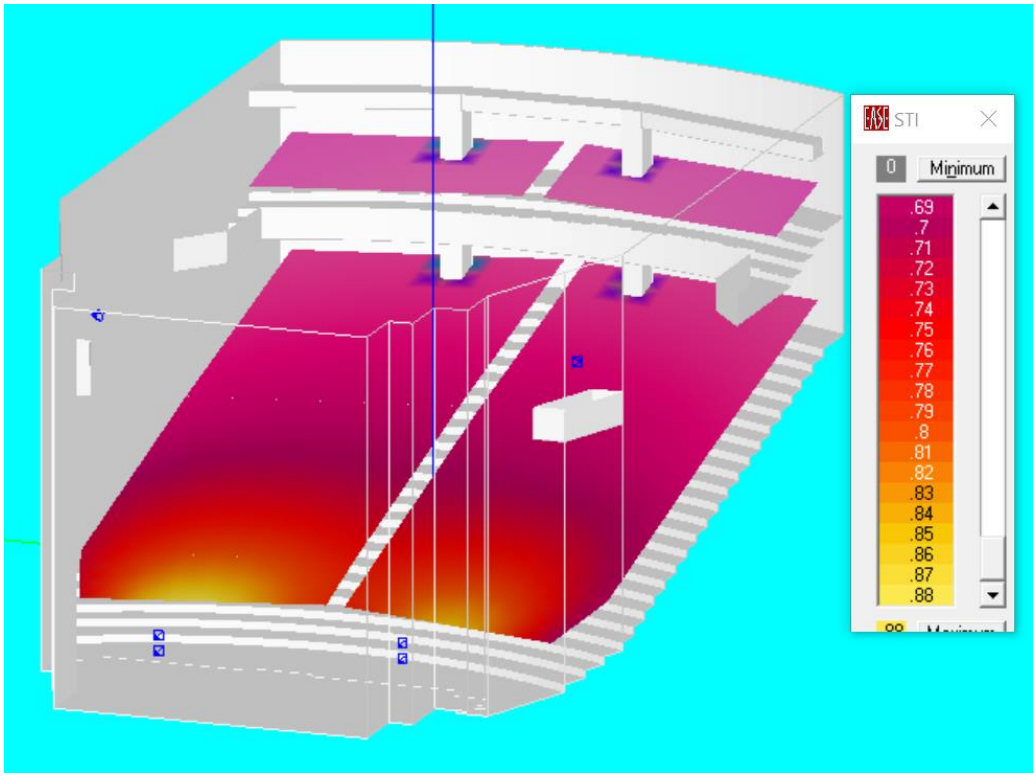
### 4.1.4 *Speech Transmission Index* (STI)

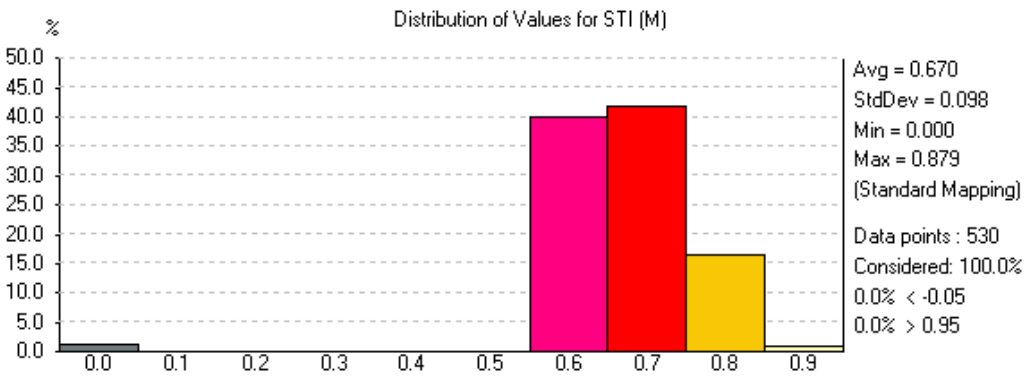
Berikut merupakan peta persebaran *Speech Transmission Index* (STI) pada auditorium:



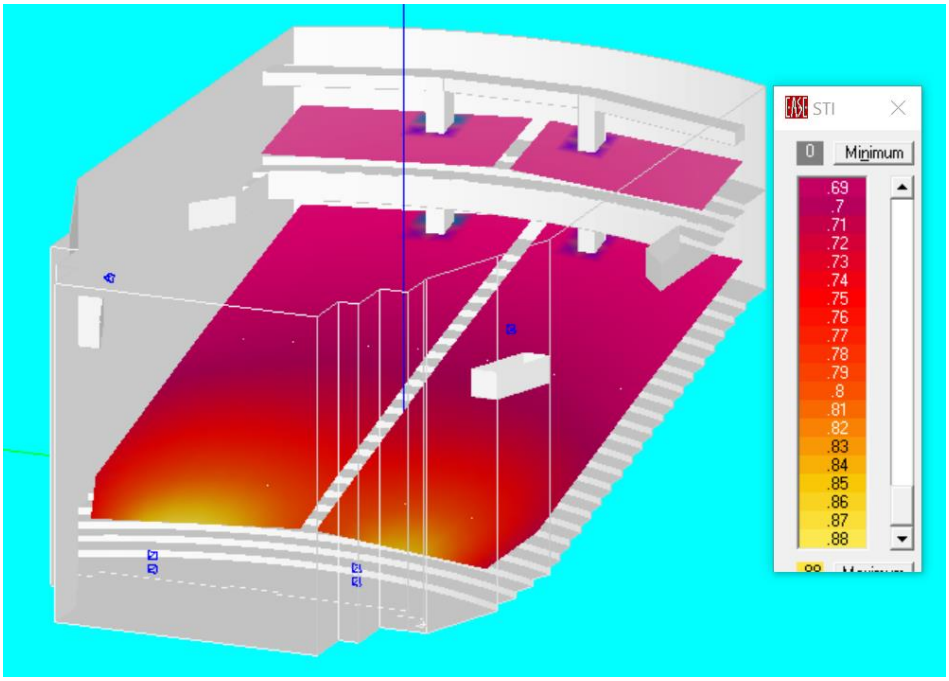

Distribution of Values for STI
%
50.0
45.0
40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
-0.1
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
Avg = 0.571
StdDev = 0.084
Min = 0.000
Max = 0.753
(Standard Mapping)
Data points : 530
Considered: 100.0%
0.0% < -0.13
0.0% > 0.83

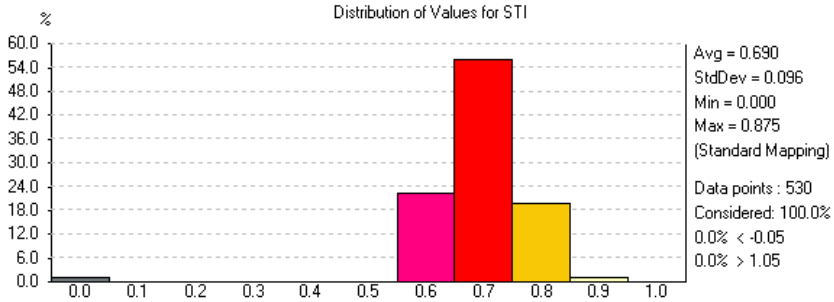
(a)


STI
0
Minimum
.69
.7
.71
.72
.73
.74
.75
.76
.77
.78
.79
.8
.81
.82
.83
.84
.85
.86
.87
.88

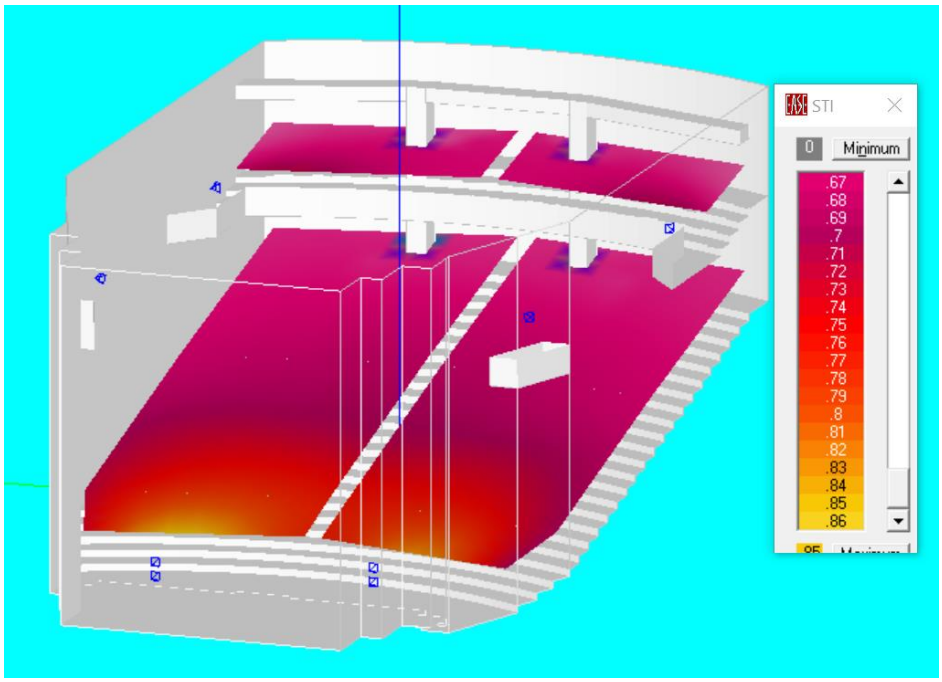

Distribution of Values for STI (M)
%
50.0
45.0
40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
Avg = 0.670
StdDev = 0.098
Min = 0.000
Max = 0.879
(Standard Mapping)
Data points : 530
Considered: 100.0%
0.0% < -0.05
0.0% > 0.95

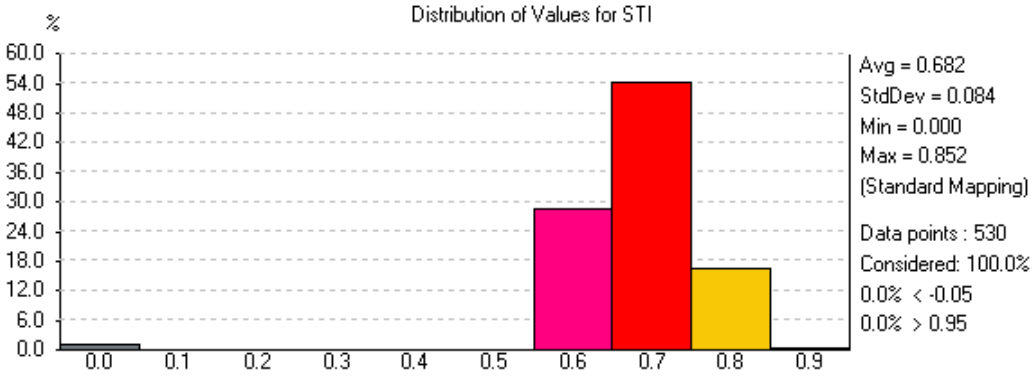
(b)


STI
0
Minimum
.69
.7
.71
.72
.73
.74
.75
.76
.77
.78
.79
.8
.81
.82
.83
.84
.85
.86
.87
.88

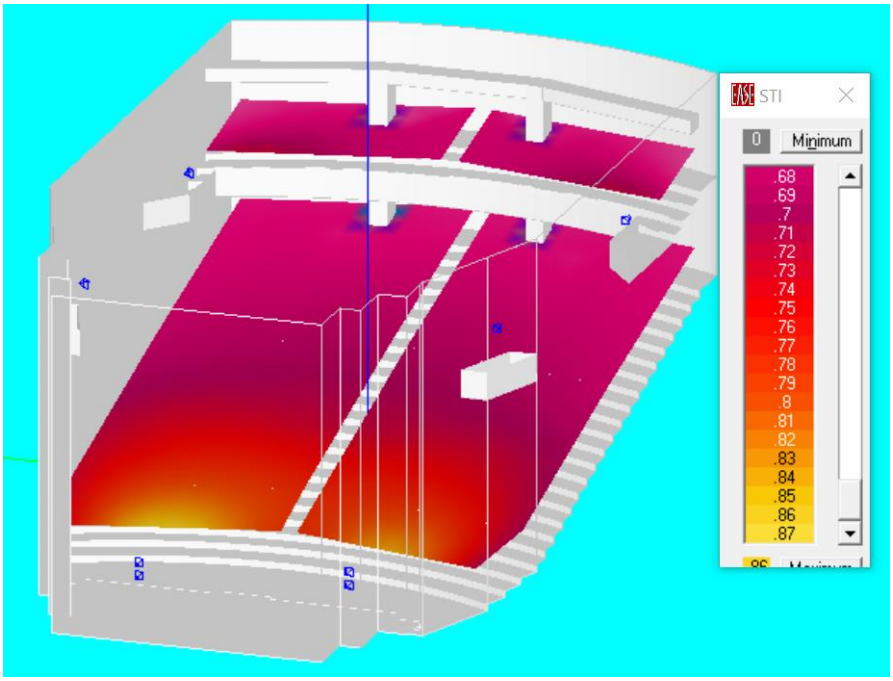

Distribution of Values for STI
%
60.0
54.0
48.0
42.0
36.0
30.0
24.0
18.0
12.0
6.0
0.0
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
Avg = 0.690
StdDev = 0.096
Min = 0.000
Max = 0.875
(Standard Mapping)
Data points : 530
Considered: 100.0%
0.0% < -0.05
0.0% > 1.05

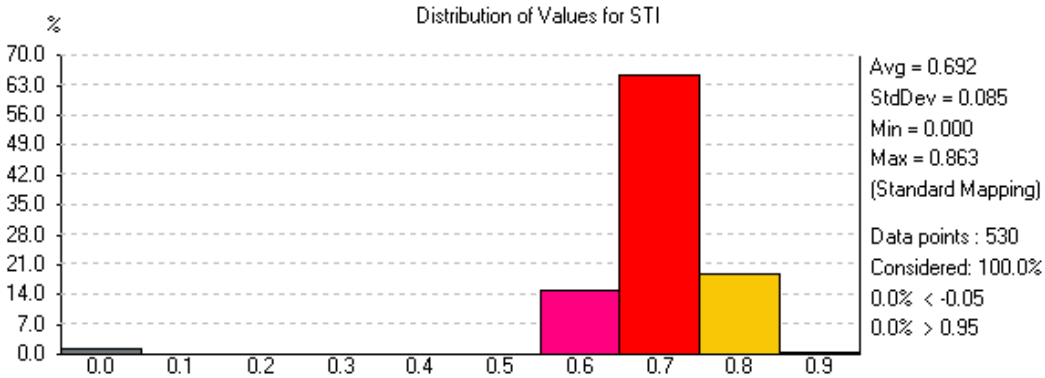
(c)


STI
0
Minimum
.67
.68
.69
.7
.71
.72
.73
.74
.75
.76
.77
.78
.79
.8
.81
.82
.83
.84
.85
.86




(d)




(e)

**Gambar 4. 5** Peta Persebaran Nilai STI (a) Kondisi Awal (b) Penggantian Material Variasi 1 (c) Penggantian Material Variasi 2 (d) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 1) (e) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 2)

Berdasarkan nilai dan peta persebaran *Speech Transmission Index* (STI) pada Gambar 4.5 (a), ruangan ini dominan pada kategori *satisfactory* pada sebagian besar area lantai 1 dan lantai 2 kecuali pada bagian depan dapat dikategorikan sebagai *good*.

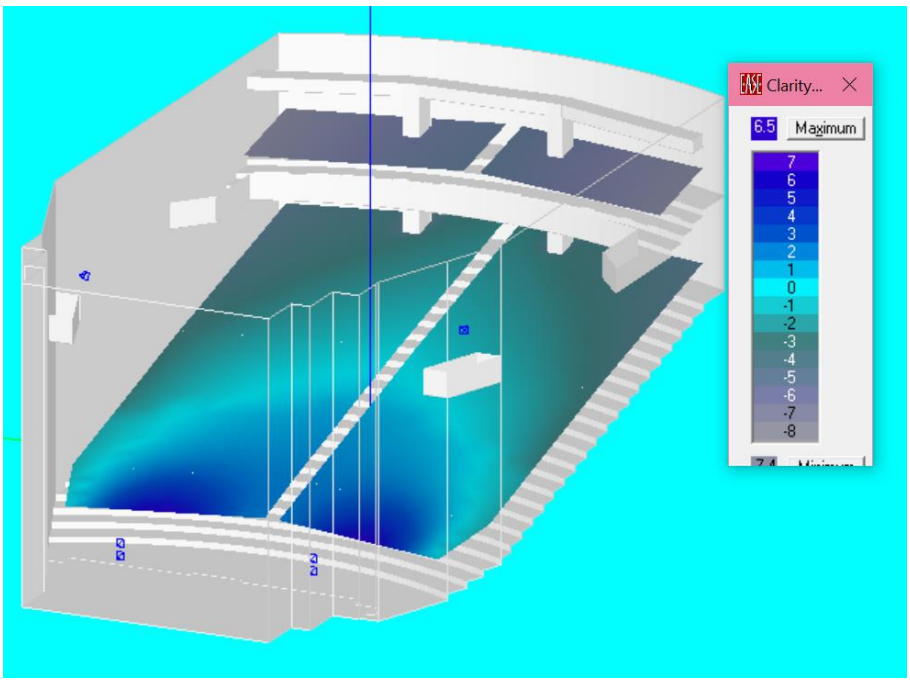
Nilai STI setelah penggantian material variasi 1 dapat dilihat pada Gambar 4.5 (b). Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai STI mengalami peningkatan setelah dilakukan penggantian material dinding yaitu nilainya meningkat yang dapat interepretasikan sebagai *good* dan posisi depan lantai 1 *excellent*.

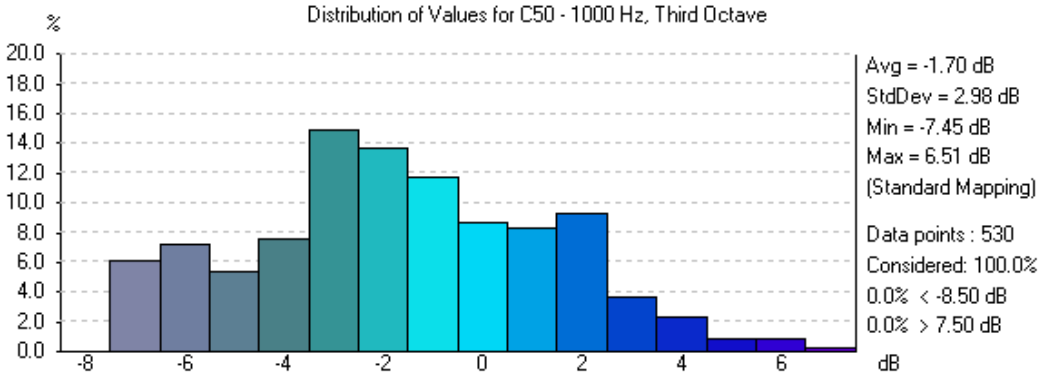
Nilai STI juga terlihat mengalami perubahan setelah diberi perlakuan penggantian material variasi 2. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.5 (c). Nilainya yang berkisar antara 0.6-0.9 menandakan bahwa ruangan ini dikategorikan sebagai *good* dan area depan dikategorikan *ideal*.

Nilai STI setelah penambahan *speaker* dapat dilihat pada Gambar 4.5 (d) dan (e) yang menunjukkan bahwa auditorium ini memiliki nilai yang berkisar antara 0.6-0.8 yang dapat dikategorikan sebagai *good* dan *ideal* kecuali pada area sekitar tiang.

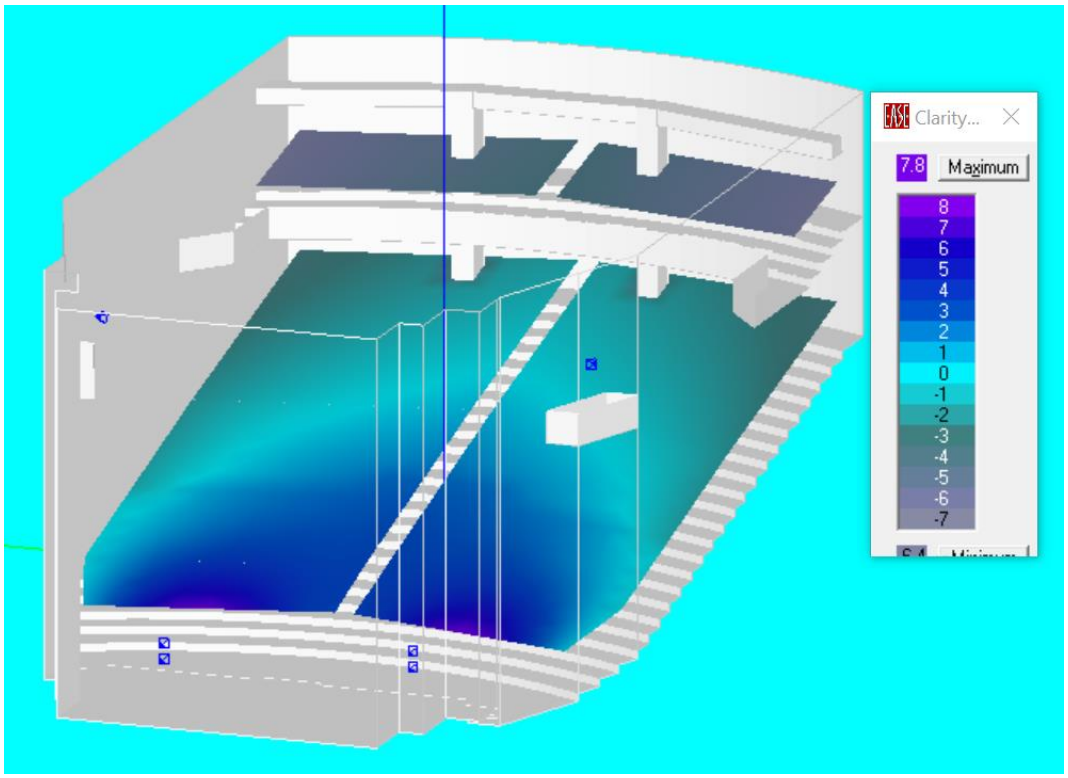
### 4.1.5 C50

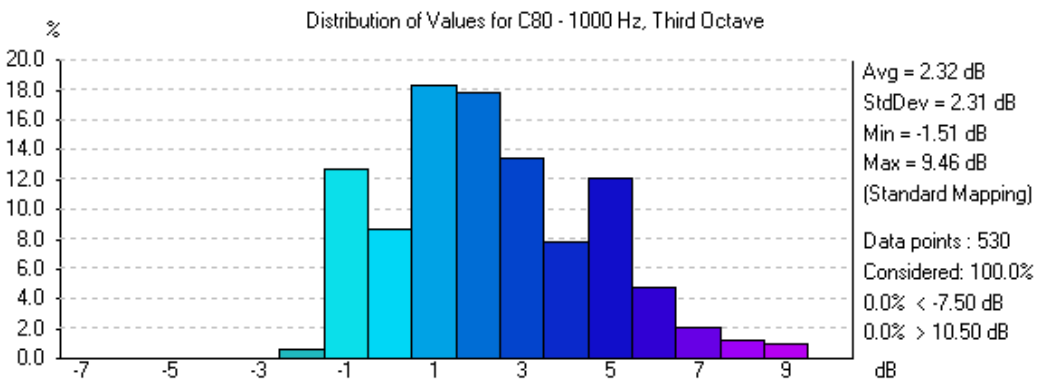
Berikut merupakan peta persebaran nilai C50 pada auditorium:



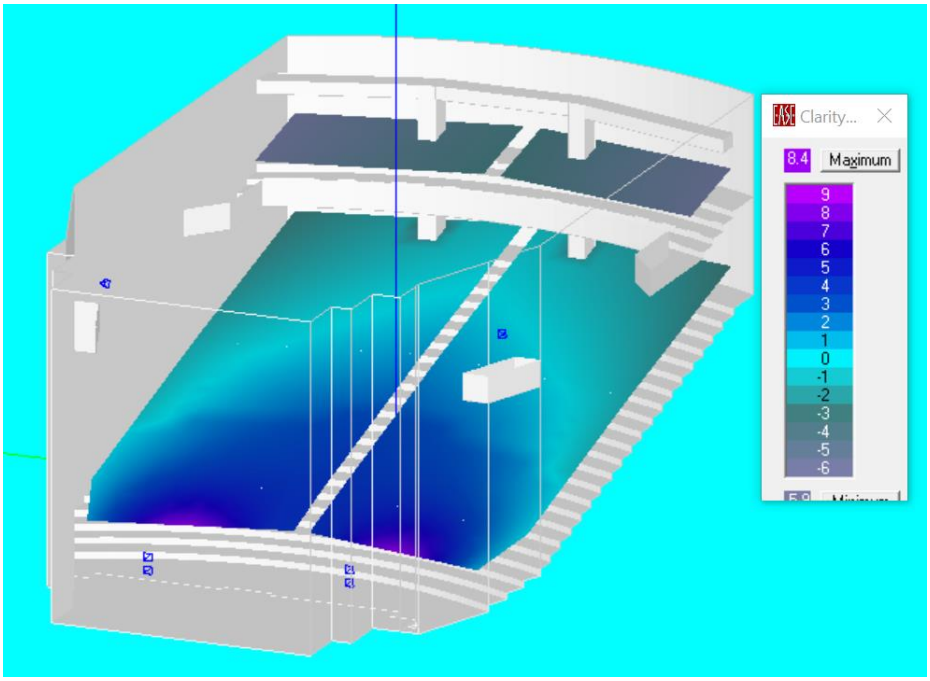

Distribution of Values for C50 - 1000 Hz, Third Octave
%
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
-8
-6
-4
-2
0
2
4
6
dB
Avg = -1.70 dB
StdDev = 2.98 dB
Min = -7.45 dB
Max = 6.51 dB
(Standard Mapping)
Data points : 530
Considered: 100.0%
0.0% < -8.50 dB
0.0% > 7.50 dB

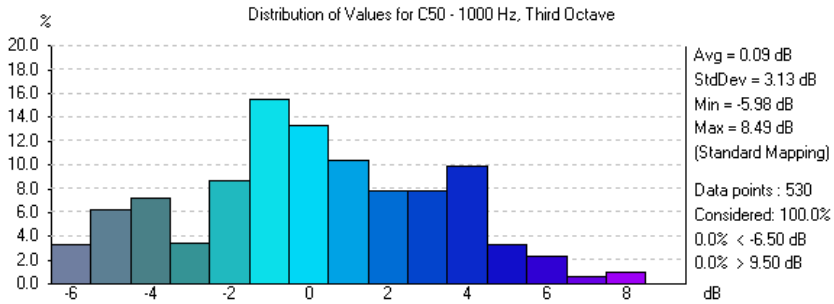
(a)


Clarity...
7.8
Maximum
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7

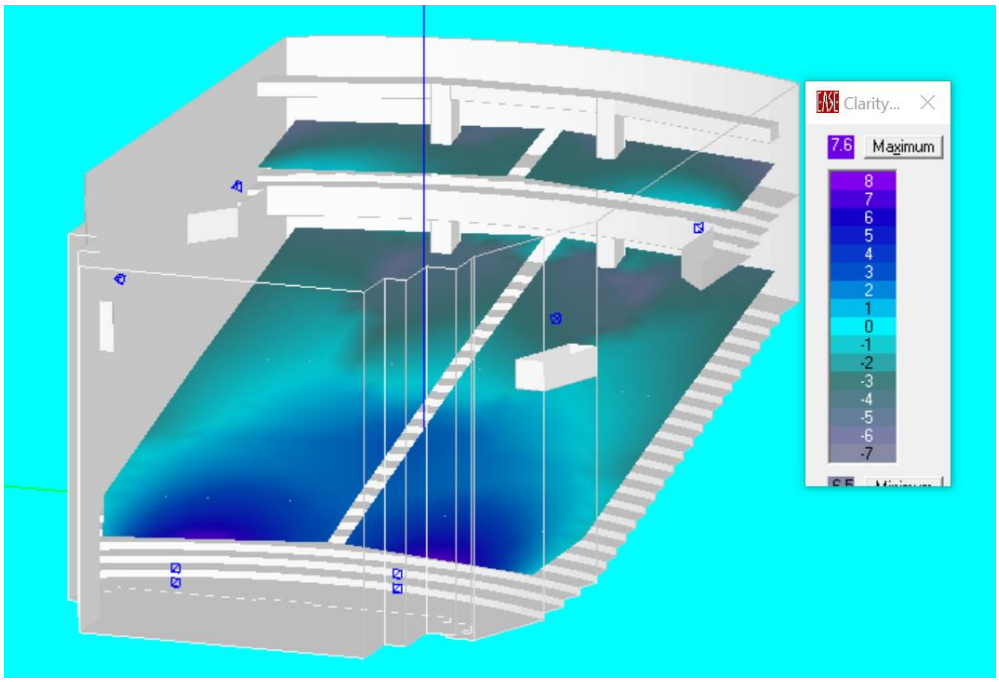

Distribution of Values for C80 - 1000 Hz, Third Octave
%
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
-7
-5
-3
-1
1
3
5
7
9
dB
Avg = 2.32 dB
StdDev = 2.31 dB
Min = -1.51 dB
Max = 9.46 dB
(Standard Mapping)
Data points : 530
Considered: 100.0%
0.0% < -7.50 dB
0.0% > 10.50 dB

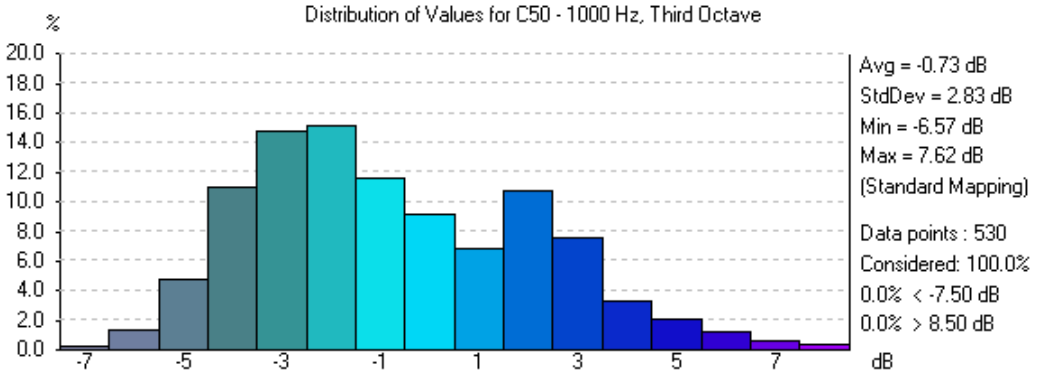
(b)


Clarity...
8.4
Maximum
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6

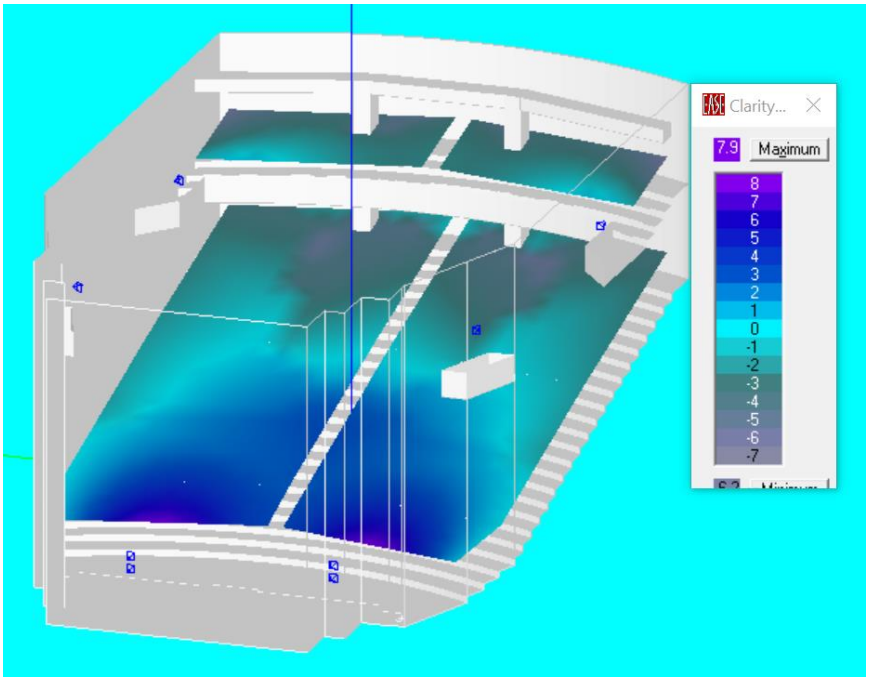

Distribution of Values for C50 - 1000 Hz, Third Octave
%
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
-6
-4
-2
0
2
4
6
8
dB
Avg = 0.09 dB
StdDev = 3.13 dB
Min = -5.98 dB
Max = 8.49 dB
(Standard Mapping)
Data points : 530
Considered: 100.0%
0.0% < -6.50 dB
0.0% > 9.50 dB

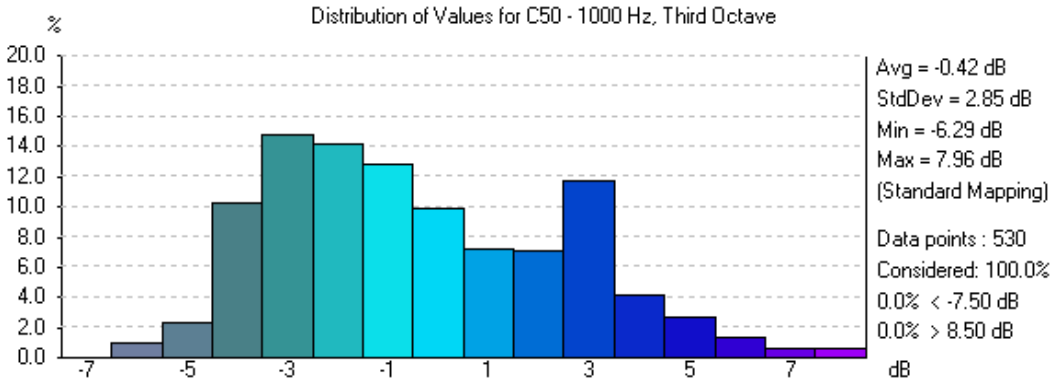
(c)


Clarity...
7.6
Maximum
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7




(d)




(e)

**Gambar 4. 6** Peta Persebaran Nilai C50 untuk Frekuensi 1000Hz (a) Kondisi Awal (b) Penggantian Material Variasi 1 (c) Penggantian Material Variasi 2 (d) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 1) (e) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 2)

Apabila dilihat pola persebaran nilai C50 pada Gambar 4.6 (a), kejelasan suara pada ruangan ini dinilai bagus pada sebagian besar lantai 1 dengan nilai lebih dari -5 dB. Namun, semakin ke belakang nilainya semakin memburuk bahkan di lantai 2 nilainya mencapai -7.45 dB. Nilai C50 dipengaruhi oleh energi suara pada daerah *early reflection* 50ms dan energi suara seluruhnya. Pada kondisi awal, energi suara pada daerah *early reflection* terlalu besar sehingga mengakibatkan nilai C50 mencapai -7.45 dB.

Setelah penggantian material variasi 1, rata-rata nilai C50 pada auditorium dapat dilihat pada Gambar 4.6 (b). Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa ruangan ini dominan memiliki nilai C50 diatas -5 dB yang dapat dikategorikan sebagai baik. Namun memang ada area balkon lantai 2 yang masih memiliki nilai -6 dB tetapi nilai tersebut berkurang dari kondisi awal yang mencapai nilai -7 dB. Nilai C50 dipengaruhi oleh energi suara pada daerah *early reflection* 50ms dan energi suara seluruhnya. Pada kondisi ini, energi suara pada daerah *early reflection* yang diterima area balkon masih terlalu besar sehingga mengakibatkan nilai C50 mencapai -6 dB.

Setelah penggantian material variasi 2, nilai C50 pada auditorium ditunjukkan pada Gambar 4.6 (c). Terlihat pada seluruh area dapat dikategorikan baik dan kecuali pada bagian kanan-kiri lantai 2 nilainya nilainya -5.98 dB namun masih dalam batas toleransi. Pada kondisi ini, energi suara pada daerah *early reflection* yang diterima area balkon bagian kanan-kiri masih terlalu besar sehingga mengakibatkan nilai C50 mencapai -5.98 dB.

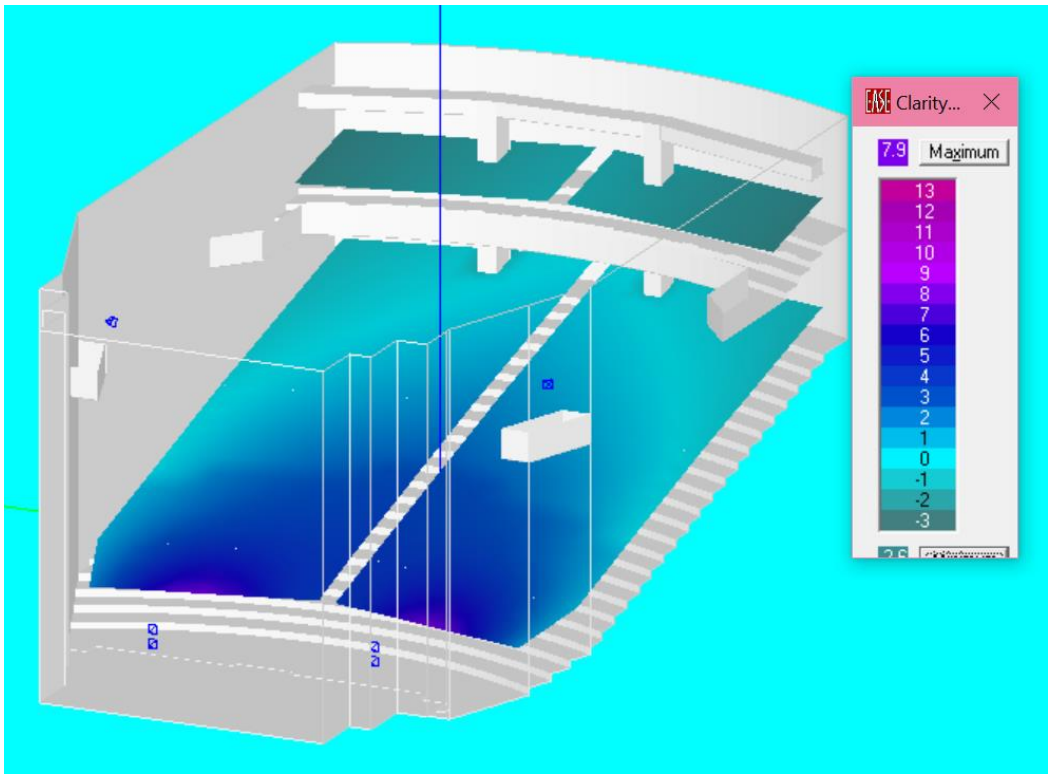
Nilai C50 pada auditorium dengan penambahan speaker serta penggantian variasi 1 terlihat pada Gambar 4.6 (d). Rata-rata nilai C50 sebesar -0.73 dB atau diatas -5 dB yang dapat dikategorikan sebagai baik. Namun, penambahan *speaker* menjadikan beberapa area lantai 1 nilainya mencapai -6. Pada kondisi ini, energi suara pada daerah *early reflection* yang diterima area balkon dan sebagian kecil lantai 1 masih terlalu besar sehingga mengakibatkan nilai C50 mencapai -6.57.

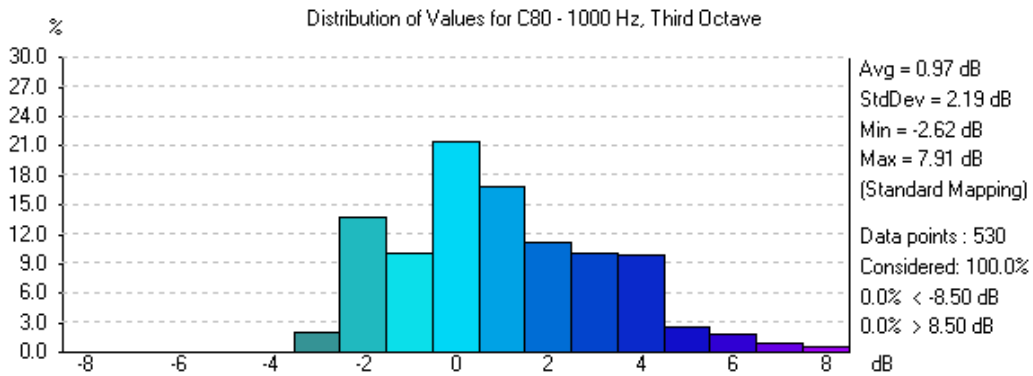
Penambahan *speaker* dengan penggantian material variasi 2 ternyata mengubah parameter C50 menjadi tidak lebih baik dibandingkan dengan hanya mengganti material dengan variasi 2. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6 (e). Terdapat sebagian kecil area dengan nilai dibawah -5 dB yang ditunjukkan oleh

warna abu-abu keunguan. Pada kondisi ini, energi suara pada daerah *early reflection* yang diterima area balkon dan sebagian kecil lantai 1 masih terlalu besar sehingga mengakibatkan nilai C50 mencapai -6 dB.

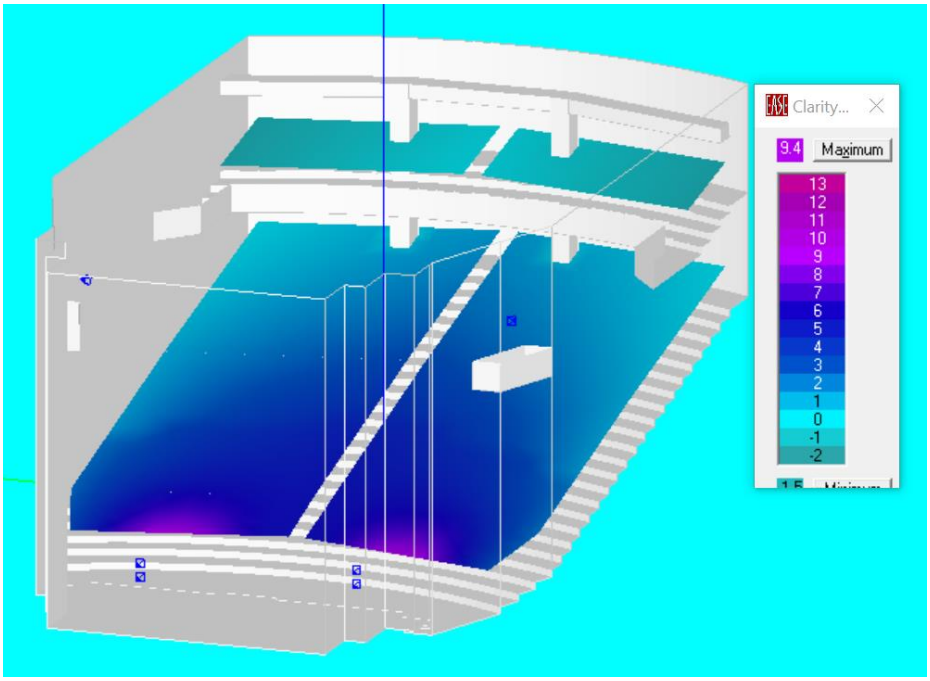
### 4.1.6 C80

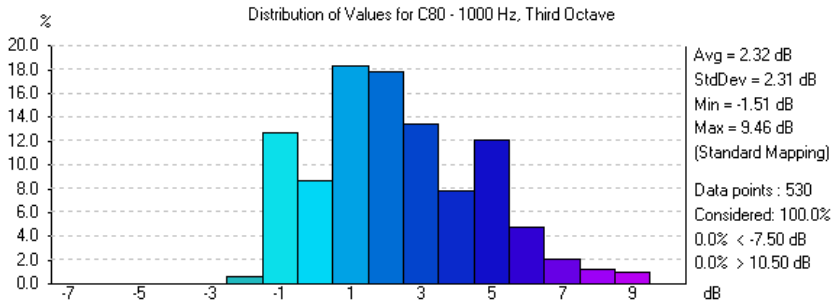
Berikut merupakan peta persebaran nilai C80 pada auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung:



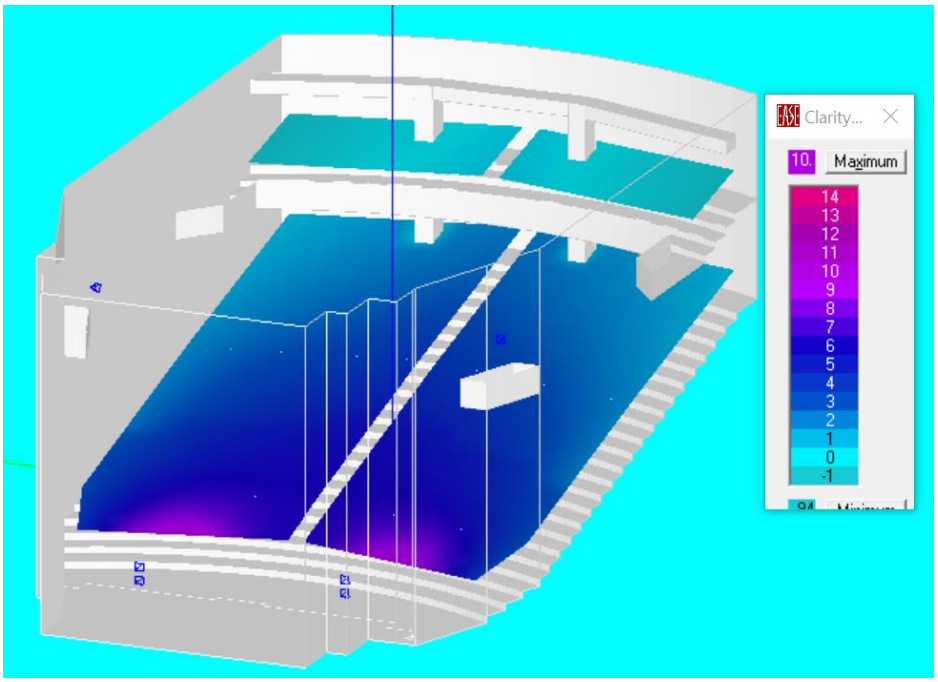



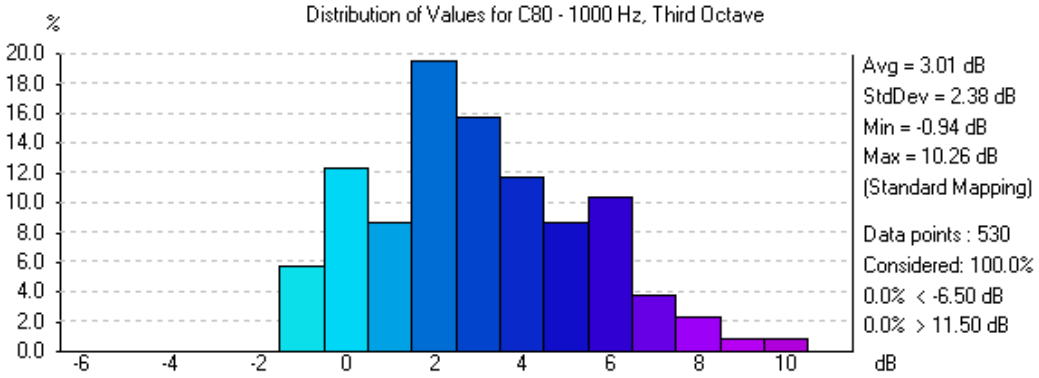

(a)


Clarity...
9.4
Maximum
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2

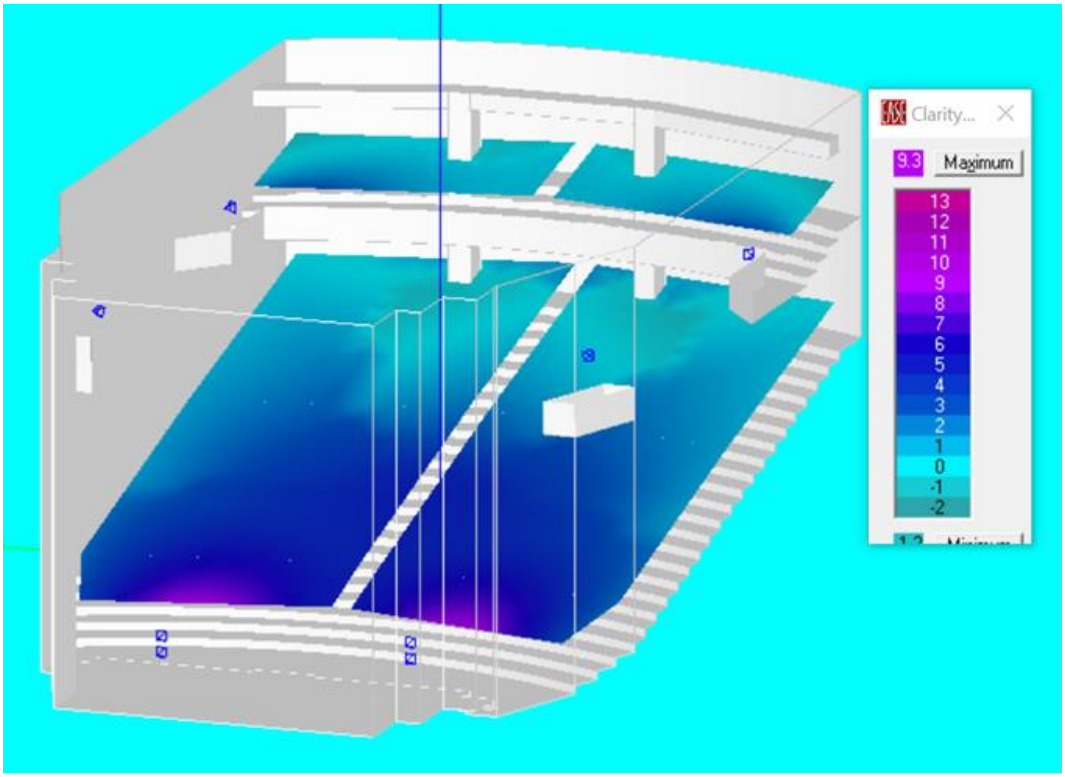

Distribution of Values for C80 - 1000 Hz, Third Octave
%
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
-7
-5
-3
-1
1
3
5
7
9
dB
Avg = 2.32 dB
StdDev = 2.31 dB
Min = -1.51 dB
Max = 9.46 dB
(Standard Mapping)
Data points : 530
Considered: 100.0%
0.0% < -7.50 dB
0.0% > 10.50 dB

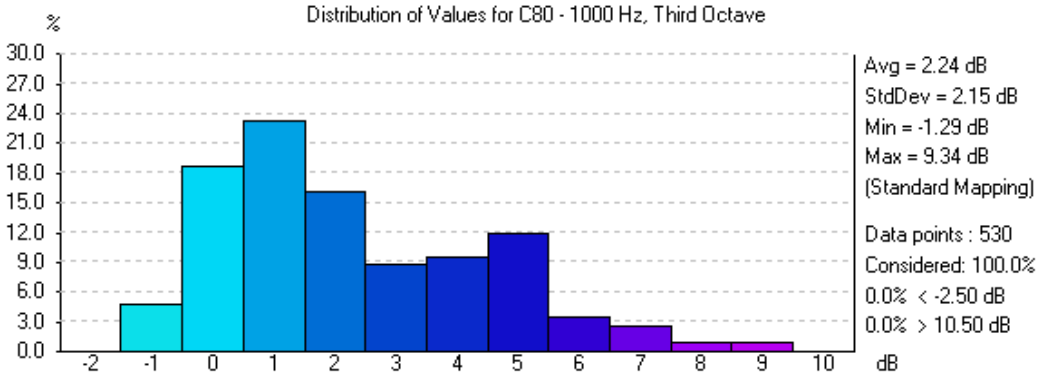
(b)


Clarity...
10.
Maximum
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1

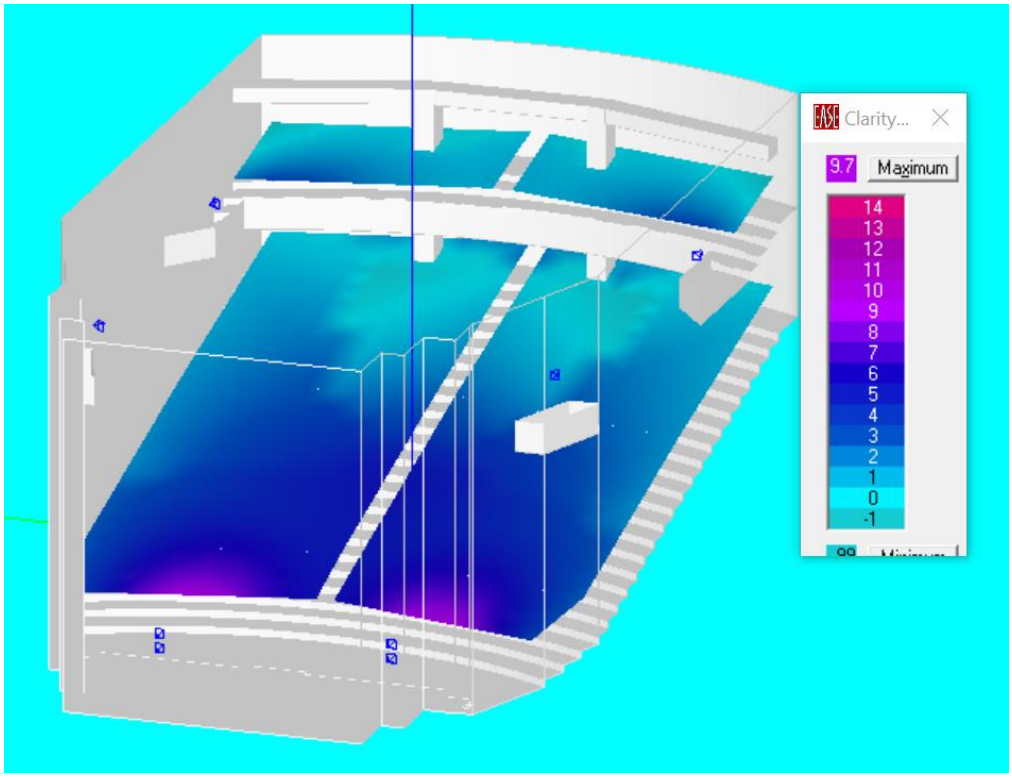

Distribution of Values for C80 - 1000 Hz, Third Octave
%
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
-6
-4
-2
0
2
4
6
8
10
dB
Avg = 3.01 dB
StdDev = 2.38 dB
Min = -0.94 dB
Max = 10.26 dB
(Standard Mapping)
Data points : 530
Considered: 100.0%
0.0% < -6.50 dB
0.0% > 11.50 dB

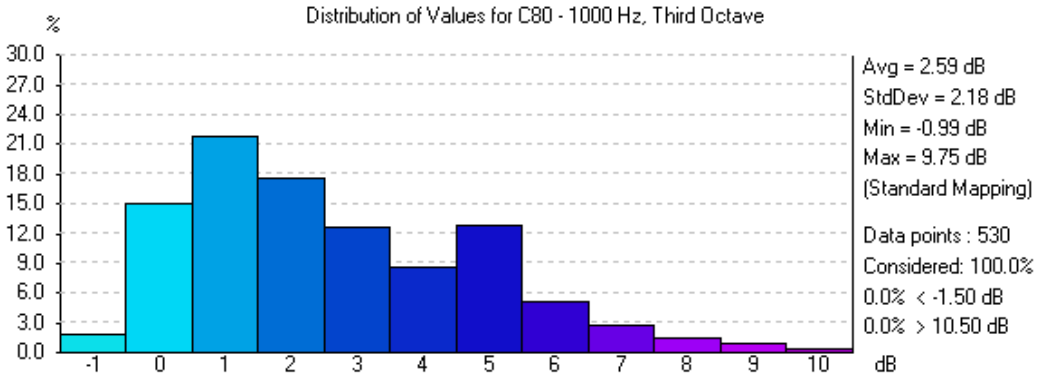
(c)


Clarity...
9.3
Maximum
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2


Distribution of Values for C80 - 1000 Hz, Third Octave
%
30.0
27.0
24.0
21.0
18.0
15.0
12.0
9.0
6.0
3.0
0.0
-2
-1
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
dB
Avg = 2.24 dB
StdDev = 2.15 dB
Min = -1.29 dB
Max = 9.34 dB
(Standard Mapping)
Data points : 530
Considered: 100.0%
0.0% < -2.50 dB
0.0% > 10.50 dB

(d)




(e)

**Gambar 4. 7** Peta Persebaran Nilai C80 untuk Frekuensi 1000Hz (a) Kondisi Awal (b) Penggantian Material Variasi 1 (c) Penggantian Material Variasi 2 (d) Penambahan *Speaker* (dengan Penggantian Material Variasi 1) (e) Penambahan *Speaker* dengan Penggantian Material Variasi 2)

Nilai C80 yang dihasilkan oleh ruangan ini dapat dikatakan baik karena nilainya memenuhi standar yaitu di bawah 8 dB. Namun, berdasarkan sumber yang ada, nilai C80 dikatakan baik jika nilainya dalam rentang -2 dB sampai 2 dB (Alibaba & Ozdeniz, 2019). Berdasarkan gambar 4.7 (a), nilai C80 cenderung tidak bagus pada area depan auditorium. Nilai C80 dipengaruhi oleh energi pada daerah *early reflection* 80ms dan energi seluruhnya. Pada kondisi awal, nilai *early*

*reflection* 80ms sudah sesuai sehingga nilai C80 memenuhi kriteria desain yang ditetapkan.

Parameter C80 dengan penggantian material variasi 1 dapat ditunjukkan pada Gambar 4.7 (b). Pada gambar tersebut menunjukkan rata-rata 2.32 dB yang dapat dikategorikan menjadi baik karena nilainya tidak diatas 8 dB. Namun ada sedikit area lantai 1 pada auditorium yang bernilai di atas 8. Hal tersebut dikarenakan posisinya yang berhadapan langsung dengan 2 *speaker* pada tiap sisi kanan dan kiri. Pada kondisi ini nilai *early reflection* 80ms terlalu kecil sehingga mengakibatkan sedikit area lantai 1 pada auditorium bernilai di atas 8.

Setelah penggantian material variasi 2, nilai C80 pada auditorium ditunjukkan pada Gambar 4.7 (c). Terlihat pada seluruh area dapat dikategorikan baik kecuali pada bagian depan lantai 1. Pada kondisi ini nilai *early reflection* 80ms terlalu kecil sehingga mengakibatkan bagian depan lantai 1 bernilai di atas 8 dB.

Penambahan *speaker* pada auditorium juga memberikan dampak positif pada nilai C80. Dapat dilihat pada Gambar 4.7 (d) bahwa rata-rata nilai C80 yaitu sebesar 2.24 dB. Nilai tersebut dapat dikategorikan sebagai baik karena nilainya dibawah 8 dB. Namun, lagi-lagi area depan lantai 1 auditorium memiliki nilai C80 hingga 9 dB dikarenakan posisinya yang berhadapan langsung dengan masing-masing dua *speaker* pada sisi kanan dan kiri. Pada kondisi ini nilai *early reflection* 80ms terlalu kecil sehingga mengakibatkan sedikit area lantai 1 pada auditorium bernilai di atas 8 dB.

Penambahan *speaker* dengan penggantian material variasi 2 hasilnya serupa dengan penambahan *speaker* dengan penggantian material variasi 1. Sebagian besar area bernilai kurang dari 8 dB kecuali area depan lantai 1 auditorium memiliki nilai C80 hingga 9 dB dikarenakan posisinya yang berhadapan langsung dengan masing-masing dua *speaker* pada sisi kanan dan kiri. Pada kondisi ini nilai *early reflection* 80ms terlalu kecil sehingga mengakibatkan area depan pada auditorium bernilai di atas 8 dB.

## 4.2 Pembahasan

Penelitian ini dilakukan dalam rangka mengevaluasi kualitas akustik ruang di Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung dengan menggunakan

bantuan perangkat lunak EASE. Penelitian dimulai dengan studi literatur kemudian pengumpulan data yang didapat dari arsitek pembuat auditorium ini, tanpa pengambilan data lapangan. Berdasarkan bentuk ruangan yang bervolume sekitar 6000 $m^3$ dan dengan mengaplikasikan material-material awal yang terdapat pada auditorium tersebut didapatkan beberapa parameter akustik yang nantinya dapat dievaluasi kemudian diberikan perlakuan sesuai dengan kendala yang terdapat pada ruangan tersebut dan dicocokkan dengan kriteria desain yang diinginkan. Kriteria desain yang ditetapkan dalam penelitian ini mengacu pada standar-standar parameter akustik yang ada untuk sebuah ruangan yang difungsikan sebagai auditorium multifungsi dengan volume 6000 $m^3$.

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, auditorium ini memiliki parameter RT yang tinggi pada frekuensi rendah dan frekuensi tengah. Kemudian, tingkat tekanan bunyi belum merata di tiap posisi pendegar. Selanjutnya, untuk parameter %Alcons nilainya memiliki interpretasi *satisfactory* dan *poor intelligibility*; untuk parameter STI, nilainya memiliki interpretasi *satisfactory* dan *good* pada sebagian kecil area auditorium. Sedangkan parameter kejelasan yaitu C50 untuk kejelasan *speech* nilainya masih di bawah -5 dB pada area belakang auditorium dan lantai 2; dan C80 untuk kejelasan musik sudah sesuai dengan kriteria desain yang diinginkan.

Kondisi awal auditorium dirasa membutuhkan perbaikan dikarenakan hasil dari simulasi kondisi awal yang menunjukkan bahwa sebagian besar parameter objektif belum sesuai dengan kriteria desain yang ditetapkan. Dalam penelitian ini, diberikan 4 variasi perbaikan yaitu penggantian material variasi 1, penggantian material variasi 2, penambahan *speaker* dengan penggantian material variasi 1, dan penambahan *speaker* dengan penggantian material variasi 2.

Perbaikan variasi pertama yaitu penggantian material variasi 1. Perbaikan ini menawarkan untuk pemberian lapisan dinding pada panggung dengan menggunakan *perforated panel* (perfpanel 0.79% on 8" *cavity* w/4"fg) dan pemberian lapisan dinding pada dinding utama serta dinding belakang dengan menggunakan *perforated panel* (perfpanel 0.18% on 4" *cavity* w/2"fg). Pemilihan kedua bahan tersebut didasarkan pada koefisien absorpsinya yang tinggi pada frekuensi rendah untuk mereduksi nilai RT pada frekuensi rendah. Dari

penggantian material tersebut diperoleh parameter objektif yang sudah sesuai dengan kriteria desain kecuali *direct* SPL yang masih belum merata untuk lantai 2, nilai C50 yang masih terdapat area bernilai -5 dB namun nilainya berkurang dari kondisi awal, kemudian parameter C80 yang memiliki nilai di atas 8 dB pada area depan auditorium.

Perbaikan variasi kedua yaitu dengan penggantian material variasi 2. Perbaikan ini menawarkan penambahan lapisan *plywood* 1/4 pada dinding panggung (kecuali pada layar) kemudian menambahan *perforated panel* (perfpanel 1.4% on 8" *cavity* w/4"fg) pada dinding utama dan dinding belakang. Tujuan dari penggantian material tersebut juga untuk mereduksi nilai RT pada frekuensi rendah. Serupa dengan perbaikan material variasi 1, perbaikan variasi 2 menghasilkan parameter-parameter objektif yang tidak jauh beda dengan perbaikan material variasi 1. Hanya saja, nilai C50 dalam variasi perbaikan ini nilainya lebih baik dikarenakan nilai terendahnya -5.8 dB.

Kedua variasi perbaikan menemui kendala *direct* SPL yang tidak merata pada lantai 2 auditorium. Oleh karena itu, perbaikan variasi 3 dan 4 dibuat. Perbaikan variasi ketiga dan keempat yaitu menambahkan 2 *speaker* pada ujung lantai 2 dengan masing-masing mengganti material seperti yang sudah ditawarkan pada perbaikan variasi pertama dan kedua. Hasilnya yaitu kedua variasi menunjukkan *direct* SPL yang sudah merata di tiap titik, nilai %Alcons dan STI yang diinterpretasi *good* serta *ideal*. Namun, penambahan *speaker* membawa dampak negatif untuk parameter C50. Nilai C50 yang dihasilkan dari penambahan *speaker* yaitu menjadikan area lantai 1 bagian atas nilainya di bawah -5 dB. Untuk parameter C80 yang dihasilkan dari penambahan *speaker* tidak membawa dampak yang signifikan karena masih ada area yang bernilai di atas 8 dB.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB V
# KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Hasil simulasi kondisi awal pada Auditorium Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung yaitu nilai RT *overall* sebesar 4.25s. Kemudian beberapa parameter objektif seperti *direct SPL*, %Alcons, *Speech Transmission Index* (STI), dan C50 belum memenuhi kriteria desain. Lalu permasalahan pada lantai 2 yang tidak terkena persebaran suara secara langsung.
- Perbaikan lingkungan akustik yang dilakukan pada penggantian material lapisan dinding pada panggung dengan menggunakan *perforated panel* (perfpanel 0.79% on 8" *cavity* w/4"fg) dan mengganti lapisan dinding pada dinding utama serta dinding belakang dengan menggunakan *perforated panel* (perfpanel 0.18% on 4" *cavity* w/2"fg) menghasilkan kualitas akustik rerata *good* dengan perolehan RT sebesar 1.2s. Penggantian material juga dapat dilakukan dengan penggantian lapisan *plywood* 1/4 pada dinding panggung (kecuali pada layar) kemudian menambahan *perforated panel* (perfpanel 1.4% on 8" *cavity* w/4"fg) pada dinding utama dan dinding belakang menghasilkan kualitas akustik rerata *good* dengan perolehan RT sebesar 0.9s. Parameter objektif lain hasil perbaikan lingkungan akustik 2 variasi menghasilkan *direct* SPL belum merata untuk lantai 2. Nilai %Alcons yang semula *satisfactory* dan *intelligibility* menjadi *ideal* dan *good*. Selanjutnya nilai STI mengalami peningkatan yang semula *good* dan *satisfactory* menjadi *ideal* dan *good*. Kemudian untuk C50 sebagian besar area yang semula nilainya dominan di bawah -5dB menjadi dominan di atas -5dB. dengan sedikit area masih -5dB. Dan C80 mengalami kenaikan hingga 10dB.
- Perbaikan dengan penambahan *speaker* jenis *all around* pada area lantai 2. Penambahan *speaker* ini tetap diikuti dengan penggantian material dikarenakan penambahan material berguna untuk mereduksi nilai RT. Penambahan *speaker*

menghasilkan kualitas akustik rerata *good* dengan perolehan *direct SPL* yang merata hampir di setiap area yang mana sebelumnya pada lantai 2 auditorium tidak terkena penyebaran suara langsung. Selanjutnya untuk parameter objektif %Alcons dan STI hasilnya *good* dan *ideal*. Untuk parameter C50, penambahan *speaker* mengakibatkan area lantai 1 bernilai di bawah -5dB dan parameter C80 mengalami peningkatan dibandingkan dengan tanpa *speaker* dengan nilai tertinggi 9dB.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah:

- Perlu adanya inovasi mengenai validasi nilai RT tanpa melakukan pengukuran lapangan.

# DAFTAR PUSTAKA


Ahnert, W. D., Tennhardt, & Hans-Peter. (2008). *Acoustics for Auditoriums and Concert Halls.*

Ahnert, W., & Schmidt, W. (n.d.). *Fundamentals to Perform Acoustical Measurements.* EASERA Manual-Appendix.

Alibaba, H. Z., & Ozdeniz, M. B. (2019). Acoustical Renovation of University Multipurpose Halls: The Case of Lala Mustafa Pas¸a Hall. *Sustainibility*.

Doelle, L. L. (1972). *Environmental Acoustics.* New York: McGraw-Hill.

Everest, F. A., & Pohlmann, K. C. (2009). *Master Handbook of Acoustics.* New York: Mc-Graw Hill.

Indriani, H. C., Ekasiwi, S. N., & Asmoro, W. A. (2007). Analisis Kinerja Akustik pada Ruang Auditorium Multifungsi Studi Kasus: Auditorium Universitas Kristen Petra, Surabaya. *Dimensi Interior, 5*(1), 1-11.

Kruger, E. L., & Zannin, P. H. (2004). Acoustic, thermal and lominuos comfort in classrooms. *Building and Environtment*, 1055-1063.

Kuttruf, H. (2000). *Room Acoustics.* London: Spon Press.

Long, M. (2006). *Architectural Acoustics.* London: Elsevier.

PLC, C. R. (2011). *www.cirrusresearch.co.uk.* Retrieved Desember 23, 2019, from https://www.cirrusresearch.co.uk/library/documents/technical_papers/TN31_Calculcation_of_NR_and_NC_Curves_in_the_optimus_sound_level_meter_and_NoiseTools_perangkat lunak.pdf

Skålevik, M. (n.d.). Music Room Acoustics – Critical Parameters. Skoyen, Norwey. Retrieved from www.akutek.info.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# LAMPIRAN

## A. Speaker yang digunakan:

- **Subwoofer ( JBL ASB6112)**

Frequency Response (± 3 dB): 43 Hz – 1 kHz

Power:1000watt

Specifications:

| System: | |
|---|---|
| Frequency Range (-10 dB): | 35 Hz – 1 kHz |
| Frequency Response (± 3 dB): | 43 Hz – 1 kHz |
| Transducer Power Rating[1]: | 1000 W (4000 W peak), 2 hrs. |
| Long-Term System Power Rating[2]: | 700 W (2800 W peak), 100 hrs. |
| Maximum SPL (1m)[3]: | 40 Hz - 300 Hz: 126 dB-SPL cont avg (132 dB peak) |
| System Sensitivity[4]: | 40 Hz - 300 Hz: 96 dB-SPL, 1W (2.83V) @ 1m |
| Nominal Impedance: | 8 ohms |

- **Middle+twetter (JBL AM7200/95)**

Frequency Response (±3 dB): 330 Hz – 18 kHz

Power: 200watt

## Specifications:

| System: | |
|---|---|
| Frequency Range[1] (-10 dB): | 260 Hz – 20 kHz |
| Frequency Response[1] (±3 dB): | 330 Hz – 18 kHz |
| Coverage Pattern: | 90° x 50°, rotatable waveguide |
| Directivity Factor (Q): | 11 |
| Directivity Index (DI): | 10.5 dB |
| Crossover Modes: | Bi-amp/Passive switchable |
| Crossover Frequency[2]: | 2.2 kHz |
| Transducer Power Rating (AES)[3]: | MF: 350 W (1400 W peak), 2 hrs<br>HF: 100 W (400 W peak), 2 hrs |
| Long-Term System Power Rating (IEC)[4]: | MF/HF: 200 W (800 W peak), 100 hrs |
| Maximum SPL[5]: | Bi-amp mode:<br>MF: 133 dB-SPL cont avg (139 dB peak)<br>HF: 133 dB-SPL cont avg (139 dB peak)<br>Passive mode:<br>MF/HF: 133 dB-SPL cont avg (139 dB peak) |
| System Sensitivity (1W @ 1m): | Passive mode: 108 dB SPL |

- **Monitor All Around (JBL MRX512M)**

Frequency Response (±3 dB): 90 Hz - 20 kHz

Power: 400W

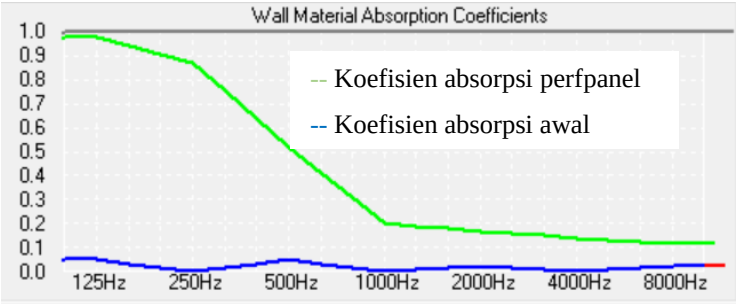
## Specifications:

| | |
|---|---|
| Frequency Range (-10 dB): | 60 Hz - 20 kHz |
| Frequency Response (±3 dB): | 90 Hz - 20 kHz |
| Coverage Pattern: | 70° x 70° nominal |
| Crossover Mode: | Passive |
| Crossover Frequency: | 1.7 kHz |
| Power Rating (Continuous/Program/Peak): | 400 W/ 800 W/ 1600 W, 2 hrs[1]<br>350 W/ 700 W/ 1400 W, 100 hrs[1] |
| Maximum SPL: | 123 dB SPL continuous (129 dB SPL peak)[2] |
| System Sensitivity (1w @ 1m): | 97 dB SPL |
| LF Driver: | 1 x JBL 262H 305 mm (12 in) Differential Drive® woofer |
| HF Driver: | 1 x JBL 2408H 37.5 mm (1.5 in) annular polymer diaphragm, neodymium compression driver |
| Nominal Impedance: | 8 ohms |
| Enclosure: | Symmetrical stage monitor, 15/18 mm, plywood. |
| Suspension / Mounting: | Dual angle, 35 mm pole socket |
| Transport: | Integrated handle / input cup |
| Finish: | Black DuraFlex™ finish |
| Grille: | Powder coated, black, 16 gauge perforated steel with acoustically transparent black screen backing. |
| Input Connectors: | Neutrik® Speakon® NL-4 (x2), one on each end |
| Dimensions (H x W x D): | 645 mm x 380 mm x 345 mm<br>(25.25 in x 15.0 in x 13.5 in) |
| Net Weight: | 14.9 kg (33.0 lbs) |
| Optional Accessories: | SS2-BK: Tripod speaker stand<br>SS3-BK: Satellite speaker pole |

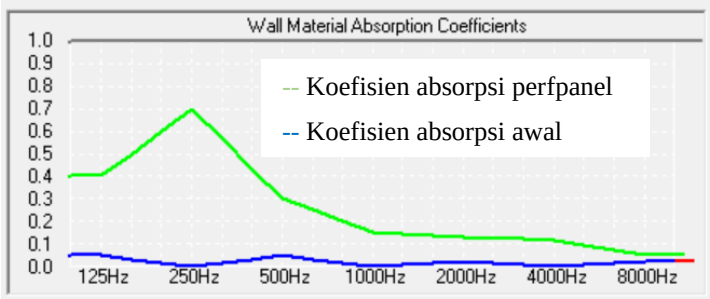
## B. Perbandingan Koefisien Absorpsi

- **Rekomendasi material variasi 1**

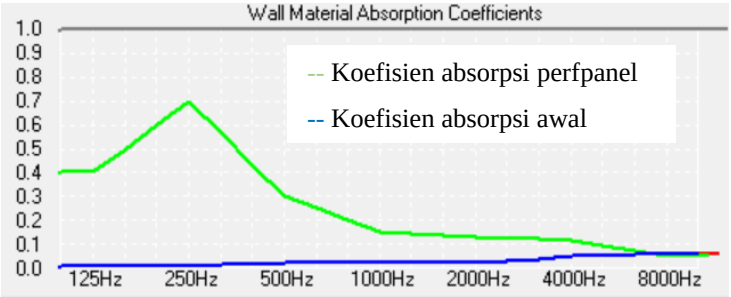
Berikut merupakan perbandingan koefisien absorpsi antara *plywood* (bahan dinding sebelumnya pada panggung dan dinding utama) dan *concrete smooth* (bahan pada dinding belakang) dengan bahan yang disarankan:




(a)




(b)

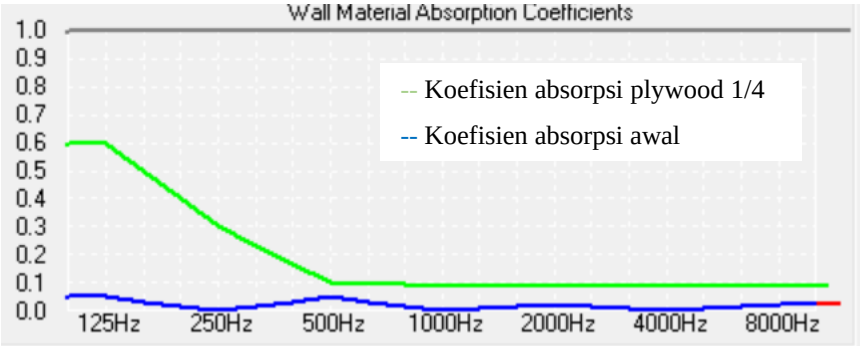



(c)

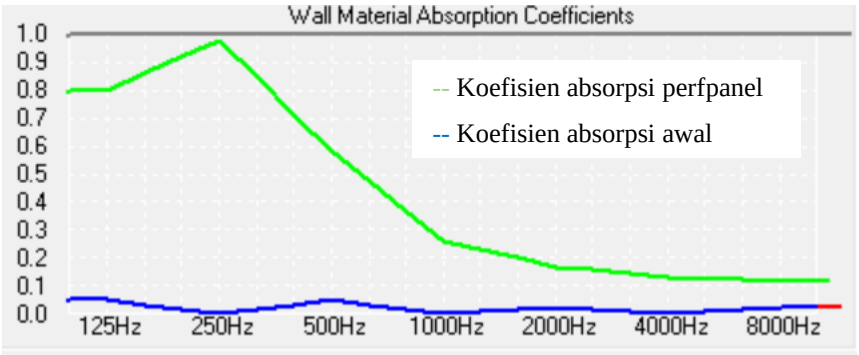
Perbandingan Koefisien Absorpsi Material (a) *plywood* dengan perfpanel 0.79% on 8" *cavity* w/4"fg (b) *plywood* dengan perfpanel 0.18% on 4" *cavity* w/2"fg (c) *concrete smooth* dengan perfpanel 0.18% on 4" *cavity* w/2"fg

- **Rekomendasi material variasi 2**

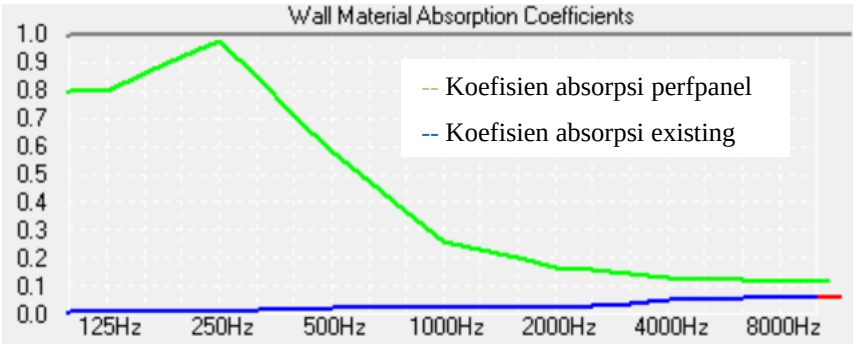
Berikut merupakan perbandingan koefisien absorpsi antara *plywood* (bahan dinding sebelumnya pada panggung dan dinding utama) dan *concrete smooth* (bahan pada dinding belakang) dengan bahan yang disarankan:




(a)




(b)




(c)

Perbandingan Koefisien Absorpsi Material (a) *plywood* 2” dengan *plywood* 1/4 (b) *plywood* 2” dengan *perfpanel* 1.4% on 8" *cavity* w/4"fg (c) *concrete smooth* dengan *perfpanel* 1.4% on 8" *cavity* w/4"fg

## C. Perhitungan RT *overall*

Perhitungan RT *overall* dilakukan dengan menggunakan rumus:

=10*LOG(1/16*jumlah total RT tiap frekuensi)

- RT kondisi existing

| Frekuensi (Hz) | RT (s) | Frekuensi (Hz) | RT (s) |
|---|---|---|---|
| 100 | 3.88 | 1250 | 1.37 |
| 125 | 3.88 | 1600 | 1.29 |
| 160 | 3.91 | 2000 | 1.2 |
| 200 | 3.82 | 2500 | 1.13 |
| 250 | 3.84 | 3150 | 1.04 |
| 315 | 3.13 | 4000 | 1.04 |
| 400 | 2.54 | 5000 | 0.91 |
| 500 | 2.19 | 6300 | 0.86 |
| 630 | 1.9 | 8000 | 0.8 |
| 800 | 1.67 | 10000 | 0.8 |
| 1000 | 1.43 | RT *overall* | 4.25 |

- RT setelah penggantian material variasi 1

| Frekuensi (Hz) | RT (s) | Frekuensi (Hz) | RT (s) |
|---|---|---|---|
| 100 | 1.29 | 1250 | 1.14 |
| 125 | 1.29 | 1600 | 1.09 |
| 160 | 1.14 | 2000 | 1.03 |
| 200 | 1.01 | 2500 | 0.96 |
| 250 | 0.91 | 3150 | 0.89 |
| 315 | 1 | 4000 | 0.82 |
| 400 | 1.12 | 5000 | 0.76 |
| 500 | 1.27 | 6300 | 0.69 |
| 630 | 1.24 | 8000 | 0.6 |
| 800 | 1.22 | 10000 | 0.52 |
| 1000 | 1.19 | RT *overall* | 1.2 |

- RT setelah penggantian material variasi 2

| Frekuensi (Hz) | RT (s) | Frekuensi (Hz) | RT (s) |
|---|---|---|---|
| 100 | 1.04 | 1250 | 1.1 |
| 125 | 1.04 | 1600 | 1.07 |
| 160 | 0.99 | 2000 | 1.04 |
| 200 | 0.95 | 2500 | 0.97 |
| 250 | 0.91 | 3150 | 0.91 |
| 315 | 0.98 | 4000 | 0.84 |
| 400 | 1.05 | 5000 | 0.76 |
| 500 | 1.14 | 6300 | 0.67 |
| 630 | 1.14 | 8000 | 0.58 |
| 800 | 1.14 | 1000 | 0.51 |
| 1000 | 1.13 | RT *overall* | 0.9 |

# BIODATA PENULIS

Penulis memiliki nama lengkap Hasnaa Brilian Muslimah yang lahir di Pemalang, 26 Juli 1998 dari pasangan Bapak Djadono dan Ibu Fenny Widyaningrum. Jenjang pendidikan yang telah ditempuh penulis adalah Taman Kanak-Kanak Islam Terpadu Darul Hikmah pada tahun 2003-2004, Sekolah Dasar Islam Terpadu pada tahun 2004-2010, MTs Islamic Girls Boarding School pada tahun 2010-2013 dan Sekolah Menengah Atas Islam Nurul Fikri Boarding School Anyer pada tahun 2013-2016. Kemudian penulis melanjutkan kuliah di Departemen Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) untuk jenjang Strata 1. Selama menempuh pendidikan di ITS, penulis aktif dalam keanggotan Lab Vibrasi dan Akustik. Selain itu penulis juga sempat aktif sebagai staff Sosial Masyarakat BEM FTI ITS periode 2017/2018.

Adapun saran dan kritik yang membangun untuk penulis dapat dikirim melalui email hasnaabrilian98@gmail.com