



TUGAS AKHIR - SF 141501

**EVALUASI PARAMETER AKUSTIK GEDUNG GRAHA
SEPULUH NOPEMBER ITS**

Befie Kurnia Abdi Sumadyo
NRP 1113 100 113

Dosen Pembimbing
Dr. Suyatno, M.Si
Gontjang Prajitno, M.Si

Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - SF 141501

**EVALUASI PARAMETER AKUSTIK GEDUNG GRAHA
SEPULUH NOPEMBER ITS**

Befie Kurnia Abdi Sumadyo
NRP 1113 100 113

Dosen Pembimbing
Dr. Suyatno, M.Si
Gontjang Prajitno, M.Si

Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017



FINAL PROJECT - SF 141501

**ACOUSTIC PARAMETER EVALUATION OF GRAHA
SEPULUH NOPEMBER ITS**

Befie Kurnia Abdi Sumadyo
NRP 1113 100 113

Advisor
Dr. Suyatno, M.Si
Gontjang Prajitno, M.Si

Department of Physics
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017

EVALUASI PARAMETER AKUSTIK GEDUNG GRAHA SEPULUH NOPEMBER ITS

TUGAS AKHIR

Disusun untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Tugas
Akhir Program Strata 1
Departemen Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

BEFIE KURNIA ABDI SUMADYO

NRP. 1113100113

Disetujui oleh tim pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing I

Dr. Suyatno, M.Si

NIP. 19760620 200212.1.004




(.....)

Dosen Pembimbing II:

Gontjang Prajitno, M.Si

NIP. 119660102 199003.1.001



(.....)



EVALUASI PARAMETER AKUSTIK GEDUNG GRAHA SEPULUH NOPEMBER ITS

Nama : Befie Kurnia Abdi Sumadyo
NRP : 1113100113
Departemen : Fisika, FMIPA-ITS
Pembimbing I : Dr. Suyatno, M.Si
Pembimbing II : Gontjang Prajitno, M.Si

Abstrak

Standar akustik dalam sebuah auditorium dapat berdampak pada kenyamanan dan tujuan setiap acara yang dilaksanakan. Dalam upaya pemenuhan standar sebuah auditorium serbaguna penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi nilai parameter akustik di dalam gedung khususnya pada bagian penonton di lantai satu. Parameter yang di evaluasi meliputi persebaran tingkat tekanan bunyi, persebaran waktu dengung, persebaran tingkat kejelasan suara vokal dan suara musik, serta persebaran perbandingan sinyal antara telinga kanan dan telinga kiri. Dalam penelitian tugas akhir ini, pengujian dilakukan di GSN ITS. Pengukuran dilakukan pada lantai satu sebagai representasi dari posisi penonton yang duduk dibagian paling depan, tengah, belakang, paling dekat dengan tembok, dan audiens yang berada di tengah ruangan. Dari hasil pengukuran dan analisa didapat bahwa gedung GSN memiliki nilai NC 44.8 – 51.2. Sementara nilai waktu dengung tertinggi pada bagian tengah gedung yaitu 2.73 detik, nilai C80 adalah -4.23 dB hingga 3.30 dB, nilai D50 sebesar 48.95-52.03% dan nilai IACC berkisar antara 0.95-0.98. Berdasarkan nilai tersebut maka gedung GSN belum memenuhi standar nilai yang direkomendasikan dan perlu dilakukan perbaikan.

Kata kunci : *Kenyamanan, Waktu Dengung, Definition, Clarity, IACC*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ACOUSTIC PARAMETER EVALUATION OF GRAHA SEPULUH NOPEMBER BUILDING IN ITS

Name : Befie Kurnia Abdi Sumadyo
NRP : 1113100113
Major : Physics, FMIPA-ITS
Advisor I : Dr. Suyatno, M.Si
Advisor II : Gontjang Prajitno, M.Si

Abstract

An acoustic standard in an auditorium can impact on the convenience and purpose of each event. In an effort to fulfill the standard of a multifunctional auditorium this study aims to find out the distribution of acoustic parameter values in the building, especially on the part of the audience on the first floor. The evaluation parameters include the spread of sound pressure level, the dispersion of the reverberation time, the distribution of the vocal sound clarity and the sound of music, and the spread of the signal ratio between the right ear and the left ear. In this thesis research, testing is done in GSN ITS. Measurements are made on the first floor as a representation of the viewer's position that sits at the front, center, back, closest to the wall, and the audience in the center of the room. From result of measurement and analysis got that GSN building have value of NC 44.8 - 51.2. While the highest buzzing time in the center of the building is 2.73 seconds, the value of C80 is -4.23 dB to 3.30 dB, the D50 value of 48.95-52.03% and the IACC value ranges from 0.95-0.98. Based on these values, the GSN building has not met the recommended value standard.

Keywords : Comfortableness, Reveberation time, Definition, Clarity, IACC

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, penulis panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul:

“Evaluasi Parameter Akustik Gedung Graha Sepuluh Nopember ITS”.

Laporan tugas akhir ini penulis persembahkan kepada masyarakat Indonesia sebagai implementai kebermanfaatan bagi bangsa Indoneia dalam bidang yang penulis alami, yaitu fisika akustika dan bangunan. Penulisan laporan tugas akhir ini telah penulis susun dengan maksimal dan mendapat bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar pembuatan laporan tugas akhir ini. Untuk itu penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik dukungan moril, materiil dan pengertiannya dalam pembuatan laporan tugas akhir ini:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Joni Suparman dan Ibu Khoiriyah yang telah memberikan segala yang terbaik bagi penulis.
2. Adikku Hidayah Mimtsa Alfaini (Apin) dan Cadestri Brilliant (Ica), yang telah memberikan banyak semangat.
3. Bapak Dr. Suyatno, M.Si (Pak Yatno), dan Bapak Gontjang Prajitno, M.Si (Pak Gontjang) sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membagi pengalaman, wawasan, dan memberikan bimbingan terbaiknya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

4. Ibu Susilo Indrawati sebagai dosen bidang Akustik yang juga telah banyak memberikan saran dalam proses belajar penulis di kampus ini.
5. Bapak Dr. Yono Hadi P, M. Eng. dan Bapak Eko Minarto selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA ITS yang telah memberikan kemudahan sarana kepada penulis selama kuliah sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan Akustik 116 yang selalu menemani dan berjuang bersama di Laboratorium Akustik.
7. Penghuni Kosan U-64, terimakasih telah menemani perjuangan menuju 116
8. Kepada keluarga Fisika ITS 2013 (SUPERNOVA 2013) yang telah menjadi angkatan terbaik dan keluarga penulis selama di Fisika FMIPA ITS, sukses adalah keharusan bagi kita.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kesalahan. Mohon kritik dan saran pembaca guna menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak, baik pihak terkait penelitian, maupun khalayak umum khususnya masyarakat Indonesia. Amiin, Aamiin Ya Rabbal Alamiin.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

kurniabefie@gmail.com

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
COVER PAGE.....	iii
Abstrak.....	vii
Abstract.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2
1.6 Manfaat Hasil Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Bunyi.....	5
2.2 Tingkat Tekanan Bunyi (SPL).....	6
2.3 Tingkat Pendengaran (LL).....	6
2.4 Noise Criteria.....	7
2.5 Parameter Akustik Ruang.....	11

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1	Tahap-tahap Penelitian	17
3.2	Tahap Observasi Awal.....	18
3.3	Tahap Persiapan.....	20
3.4	Tahap Pengambilan Data	21
3.5	Tahap Pengolahan Data	23
3.6	Tahap Analisa Data	23
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1	Background Noise (BN) dan Noise Criteria (NC) ..	25
4.2	Analisis Persebaran Tingkat Tekanan Bunyi (SPL)	29
4.3	Analisis Waktu Dengung Tiap Titik Pengamatan (RT)	31
4.4	Analisis Nilai Kejelasan Suara Musik atau Clarity (C80)	34
4.5	Analisis Nilai Kejelasan Suara Vokal atau Definition (D50)	38
4.6	Analisis Korelasi Sinyal antar Kedua Telinga atau IACC	41
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN A PERSEBARAN BISING LATAR BELAKANG	47

LAMPIRAN B PERSEBARAN TINGKAT TEKANAN BUNYI	51
LAMPIRAN C PERSEBARAN WAKTU DENGUNG.....	47
LAMPIRAN D PERSEBARAN PARAMETER D50.....	51
LAMPIRAN E PERSEBARAN PARAMETER C80.....	55
LAMPIRAN F PERSEBARAN PARAMETER IACC	63
BIOGRAFI PENULIS.....	67

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rekomendasi nilai Noise Criteria (NC) untuk fungsi tertentu(Keputusan Menteri Tenaga Kerja, 1999)	10
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran BN pada frekuensi 1000 Hz, All frekuensi dan nilai NC tiap titik	26
Tabel 4. 2 Data hasil pengukuran persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 1000 Hz dan all frekuensi'	29
Tabel 4. 3 Perbedaan tingkat tekanan bunyi pada titik pengamatan dan jaraknya	31
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran waktu dengung di dalam gedung ..	32
Tabel 4. 5 Hasil pengukuran parameter C80	35
Tabel 4. 6 Hasil pengukuran parameter D50 dalam gedung	39
Tabel 4. 7 Persebaran Parameter IACC	42

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Karakteristik respon pembobotan oleh Sound Level Meter (Everest, 2001).....	7
Gambar 2. 2 Kurva Noise Criteria (Beranek L. L., 1957).....	9
Gambar 2. 3 Bunyi yang diterima oleh pendengar yang berasal dari bunyi langsung dan bunyi pantul (Beranek 1996)	12
Gambar 2. 4 Standart waktu dengung sebuah ruangan sesuai dengan volume ruangan (Ahnert & Schmidt, 2006)	13
Gambar 2. 5 Sinyal Respon Impuls	14
Gambar 2. 6 Perbedaan LL dalam proses IACC (Suyatno, 2016)	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3. 2 Tampilan sisi Gedung Graha Sepuluh Nopember ..	18
Gambar 3. 3 Denah Lantai Satu.....	19
Gambar 3. 4 Jarak antara speaker dengan titik pengamatan dengan skala 1:100.....	20
Gambar 3. 5 Proses perekaman sumber bunyi impuls	21
Gambar 3. 6 Posisi speaker yang digunakan sebagai sumber bunyi	22
Gambar 4. 1 Denah area gedung	25
Gambar 4. 2 Persebaran bunyi latar belakang di dalam gedung .	27
Gambar 4. 3 Tampilan samping bagian barat laut gedung yang menunjukkan adanya bagian yang mengarah langsung ke luar pada lantai 2 dan 3.....	28
Gambar 4. 4 Persebaran SPL dalam ruangan untuk all frekuensi	30
Gambar 4. 5 Sebaran parameter waktu dengung di dalam gedung.	33
Gambar 4. 6 Waktu dengung hasil pengukuran berdasarkan volume gedung	34
Gambar 4. 7 Persebaran nilai C80 di dalam ruangan.....	36
Gambar 4. 8 Nilai C80 yang memenuhi standar yang direkomendasikan untuk all frekuensi	37

Gambar 4. 9 Distribusi nilai parameter C80.....	38
Gambar 4. 10 Sebaran parameter D50 di dalam gedung.....	40
Gambar 4. 11 Grafik perbandingan nilai D50 pada gedung terhadap nilai minimum D50 yang disarankan	41
Gambar 4. 12 Persebaran parameter IACC dalam gedung	43
Gambar A. 1 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 63 Hz.....	47
Gambar A. 2 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 125 Hz.....	47
Gambar A. 3 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 250 Hz.....	48
Gambar A. 4 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 500 Hz.....	48
Gambar A. 5 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 1000 Hz.....	49
Gambar A. 6 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 2000 Hz.....	49
Gambar A. 7 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 4000 Hz.....	50
Gambar A. 8 Persebaran bising latar belakang pada all frekuensi	50
Gambar B. 1 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 63 Hz.....	51
Gambar B. 2 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 125 Hz.....	51
Gambar B. 3 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 250 Hz.....	52
Gambar B. 4 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 500 Hz.....	52
Gambar B. 5 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 1000 Hz.....	53
Gambar B. 6 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 2000 Hz.....	53
Gambar B. 7 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 4000 Hz.....	54

Gambar B. 8 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada all frekuensi	54
Gambar C. 1 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 63 Hz.....	47
Gambar C. 2 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 125 Hz.....	47
Gambar C. 3 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 250 Hz.....	48
Gambar C. 4 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 500 Hz.....	48
Gambar C. 5 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 1000 Hz.....	49
Gambar C. 6 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 2000 Hz.....	49
Gambar C. 7 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 4000 Hz.....	50
Gambar C. 8 Persebaran parameter waktu dengung pada all frekuensi.....	50
Gambar D. 1 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 63 Hz.	51
Gambar D. 2 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 125 Hz	51
Gambar D. 3 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 250 Hz	52
Gambar D. 4 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 500 Hz	52
Gambar D. 5 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 1000 Hz	53
Gambar D. 6 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 2000 Hz	53
Gambar D. 7 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 4000 Hz	54
Gambar D. 8 Persebaran parameter D50 pada all frekuensi	54
Gambar E. 1 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 63 Hz	55
Gambar E. 2 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 125 Hz	56
Gambar E. 3 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 250 Hz	57
Gambar E. 4 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 500 Hz	58
Gambar E. 5 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 1000 Hz	59

Gambar E. 6 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 2000 Hz	60
Gambar E. 7 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 4000 Hz	61
Gambar E. 8 Persebaran parameter C80 pada all frekuensi	62
Gambar F. 1 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 63 Hz	63
Gambar F. 2 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 125 Hz	63
Gambar F. 3 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 250 Hz	64
Gambar F. 4 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 500 Hz	64
Gambar F. 5 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 1000 Hz.....	65
Gambar F. 6 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 2000 Hz.....	65
Gambar F. 7 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 4000 Hz.....	66
Gambar F. 8 Persebaran parameter IACC pada all frekuensi	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Institut Teknologi Sepuluh Nopember adalah salah satu Perguruan Tinggi di Indonesia yang cukup berpengaruh dalam kemajuan teknologi Negara Indonesia. Konsekuensinya adalah ITS sering dikunjungi oleh Menteri, Walikota, hingga Presiden. Kunjungan yang dilakukan bukan hanya untuk mengamati keadaan kampus dan berbincang dengan civitas akademik, melainkan sering kali diadakan kuliah umum untuk mahasiswa. Kuliah umum sering dilakukan dengan tema teknologi dan pembangunan bangsa. Dengan tema yang menarik, banyak mahasiswa yang ingin mendatangi kuliah umum. Karena banyaknya yang mengikuti kuliah umum, maka ruangan yang cukup untuk menampung banyak audiens di ITS adalah Gedung Graha Sepuluh Nopember (GSN). Namun sayangnya, menurut beberapa audiens kondisi akustik di ruang tersebut kurang nyaman, terutama kurang jelasnya suara yang didengar.

Selain sebagai ruang untuk kuliah umum (pidato), sering kali pula saat GSN digunakan sebagai ruang untuk kegiatan mahasiswa seperti pentas paduan suara, pagelaran teater, seni tari dan karawitan. Sepertihalnya pada kegiatan kuliah umum, pada pagelaran musik, ketidakjelasan suara musik juga menjadi kendala (kurang dapat didengar dengan jelas). Maka dari itu, perlu dianalisa dan dievaluasi parameter akustik gedung GSN ini agar dapat dilakukan perbaikan kualitas audionya.

Identifikasi terhadap parameter akustik yang diinginkan oleh pendengar dapat dilakukan melalui pendekatan terhadap parameter akustik objektif medan suara. Berdasarkan (Ando, 1998), dan (Beranek L. L., 1957) terdapat beberapa parameter akustik yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap parameter akustik sebuah ruang, terutama ruang auditorium. Parameter objektif tersebut diantaranya adalah waktu dengung, C80 dan D50. Yang sangat penting dari suatu gedung (ruang)

adalah dengung ruang. Melalui dengung tersebut dapat dikorelasikan kedalam besaran akustik yang diantaranya adalah tingkat kejelasan suara.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana nilai parameter akustik meliputi waktu dengung, C80, D50, dan IACC pada gedung Graha Sepuluh Nopember yang diteliti dan kesesuaiannya dengan standart gedung sesuai fungsi dan volume gedung.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini untuk mengetahui nilai parameter akustik meliputi persebaran tingkat tekanan bunyi, waktu dengung, C80, D50, dan IACC pada gedung Graha Sepuluh Nopember yang diteliti dan kesesuaiannya dengan standart gedung sesuai fungsi dan volume gedung.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagian gedung yang akan diteliti adalah pada lantai 1.
2. Rentang frekuensi yang digunakan dalam pengamatan adalah satu oktaf meliputi 63Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz.
3. Parameter akustik yang diamati adalah persebaran SPL, waktu dengung, D50, C80, dan IACC.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini, tersusun dalam lima bab yaitu: Bab 1: Pendahuluan, berisi latar belakang masalah, maksud dan tujuan, perumusan masalah dan manfaat tugas akhir. Bab 2: Tinjauan Pustaka, berisi mengenai kajian pustaka yang digunakan pada tugas akhir. Bab 3: Metodologi Penelitian, berisi tentang metode dan tahap pengambilan data. Bab 4: Analisa Data

dan Pembahasan, berupa hasil data yang diperoleh, serta analisa yang dilakukan. Bab 5: Kesimpulan, berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

1.6 Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu dapat mempelajari dan mengetahui parameter akustik dan standart yang baik untuk ruang sesuai dengan fungsi ruangan. Selain itu, dari hasil penelitian yang berupa nilai parameter akustik gedung GSN ini dapat digunakan sebagai refrensi untuk perbaikan gedung GSN terutama mengenai tingkat kejelasan suaranya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bunyi

Secara fisis, bunyi adalah penyimpangan tekanan atau pergeseran partikel dalam medium elastik seperti udara. Secara fisiologis, bunyi adalah sensasi pendengaran yang disebabkan penyimpangan fisis (Doelle, 1972).

Cepat atau lambatnya getaran ini dihubungkan dengan besaran frekuensi yang didefinisikan sebagai jumlah getaran yang terjadi dalam satu satuan waktu. Getaran yang terlalu cepat ataupun terlalu lambat tidak dapat dideteksi oleh manusia. Bila jumlah getaran dihitung perdetik, maka frekuensi dinyatakan dalam Hz. Secara teoritis, bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia biasanya berkisar pada rentang frekuensi 20 Hz-20 kHz. Bunyi pada rentang <20 Hz disebut dengan bunyi infra (*infrasound*) yang muncul sebagai getaran struktur yang dapat merangsang ketidaknyamanan pada pendengarnya. Bunyi dengan frekuensi >20 Hz disebut sebagai bunyi ultra (*ultrasound*) yang sering dijumpai di dunia industri dan kedokteran. Pada terapan akustik yang berhubungan dengan kebisingan, setidaknya kecepatan rambat gelombang bunyi di udara v diambil sebesar 340 m/s, dengan menggunakan formulasi panjang gelombang adalah:

$$\lambda = \frac{v}{f} \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan:

v = kecepatan rambat bunyi m/s

f = frekuensi bunyi Hz.

Berdasarkan persamaan 2.1, maka selang panjang gelombang bunyi yang dapat didengar (audible sound) adalah antara 17 mm hingga 17 meter. Sementara tekanan bunyi berfrekuensi 1000 Hz terlemah yang menyebabkan bunyi masih dapat didengar manusia

disebut ambang kemampuan didengar (*threshold of audibility*) yaitu tekanan bunyi sebesar 20 μPa (Prasetyo, 2003).

2.2 Tingkat Tekanan Bunyi (SPL)

Tingkat tekanan bunyi atau *sound pressure level* adalah skala logaritmik dari tekanan bunyi yang diukur relatif terhadap tekanan bunyi referensinya. Skala ini bernilai logaritmik karena respon telinga terhadap rangsangan tekanan tidaklah linier. Menurut (Howard & Angus, 2009), secara matematis dirumuskan sebagai berikut

$$SPL = 20 \log \frac{P}{P_{ref}} \text{ dB} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan

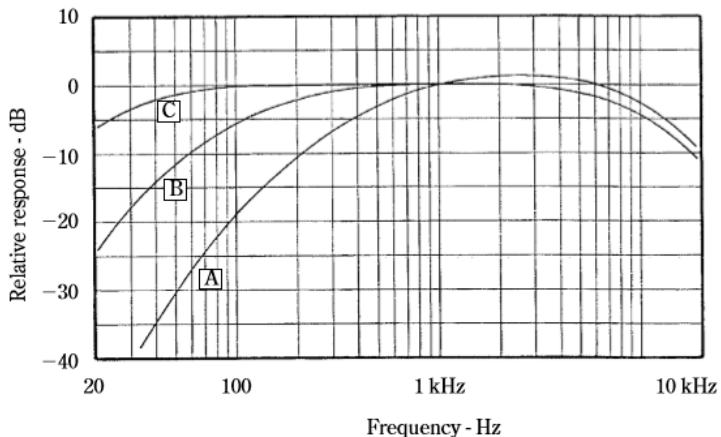
SPL: tingkat tekanan bunyi

P : tekanan suara

Pref: tekanan suara referensi ($2 \times 10^{-12}\text{pa}$)

2.3 Tingkat Pendengaran (LL)

Tingkat pendengaran adalah suatu besaran yang menyatakan suara yang dihasilkan oleh sebuah sumber yang sampai pada penerima. Tingkat pendengaran atau *listening level* ini dinyatakan dalam besaran dBA. Besaran dBA ini menyatakan suatu penilaian kepekaan telinga manusia. Nilai tingkat pendengaran ini disesuaikan sesuai keperluan suara (Everest, 2001).



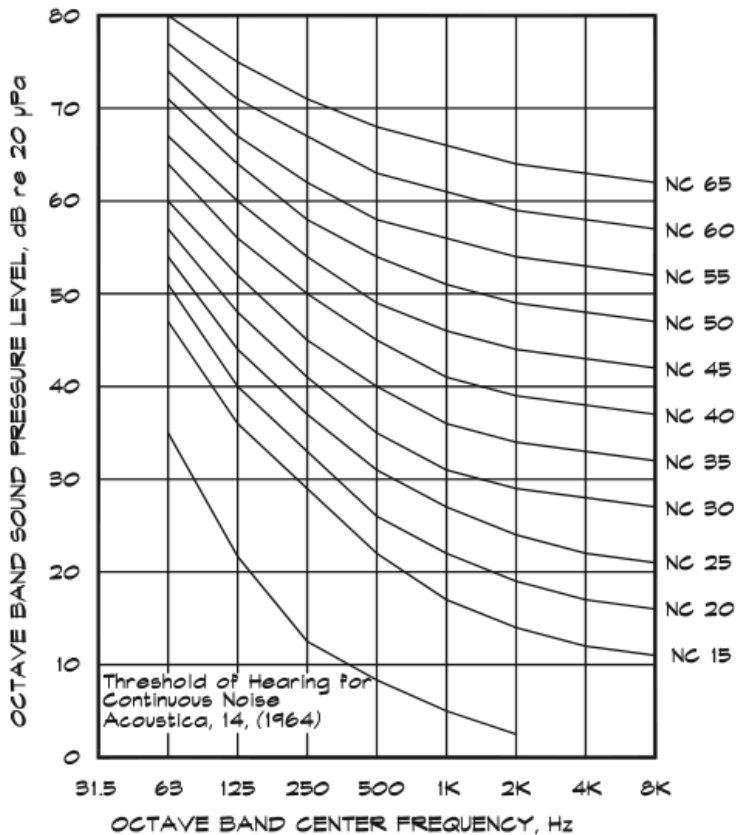
Gambar 2. 1 Karakteristik respon pembobotan oleh Sound Level Meter (Everest, 2001)

Gambar 2.1 menyatakan grafik pembobotan pada alat ukur sound level meter. Telah diketahui bahwa respon telinga manusia pada berbagai frekuensi dan intensitas bunyi tidak linier. Rangkaian pembobot A disesuaikan dengan kontur 40 phon, sedangkan rangkaian pembobot B disesuaikan dengan kontur 70 phon. Rangkaian pembobot C hampir *flat*. Hanya dibawah frekuensi 100 Hz dan diatas 5000 Hz terjadi pembelokan dari garis datar. Penelitian-penelitian yang dilakukan kemudian menunjukkan bahwa rangkaian pembobot A paling menyerupai respon telinga manusia pada berbagai intensitas, karena itu pengukuran dalam dBA paling sering dilakukan. Dalam banyak hal, respon linier dilakukan lewat pembacaan dBC, sedangkan dBB sudah hampir tidak pernah lagi digunakan.

2.4 Noise Criteria

Noise latar belakang (*Background Noise*) adalah bunyi di sekitar kita yang muncul secara tetap dan stabil pada tingkat tertentu, tanpa adanya sumber *noise* yang muncul secara

menonjol. Selain ditentukan oleh tingkat kebisingan (dB), tingkat gangguan *noise* latar belakang juga ditentukan oleh frekuensi bunyi yang muncul. Oleh karenanya, kedua faktor itu kemudian dipertimbangkan bersama dalam sebuah pengukuran yang disebut *Noise Criteria* (NC). **Gambar 2.2** menunjukkan tingkat ketenggangan telinga manusia pada bunyi multi frekuensi yang menjadi *noise* latar belakang. Selain itu, dari gambar tersebut dapat dipelajari bahwa meski setiap kurva mewakili nilai NC tertentu, namun pada frekuensi tinggi secara umum nilai SPL-nya rendah atau menurun. Hal ini menunjukkan bahwa telinga manusia lebih nyaman (tidak merasa sakit) mendengar bunyi berfrekuensi rendah daripada bunyi berfrekuensi tinggi. Spektrum bunyi yang dikeluarkan oleh objek yang menghasilkan *noise* latar belakang idealnya persis seperti tergambar, untuk mencegah ketidaknyamanan. Pergeseran bentuk kurva dimungkinkan pada posisi sebanyak-banyaknya lebih tinggi 3 dB pada salah satu atau dua frekuensi seperti tercantum asalkan dua sampai empat frekuensi yang lain lebih rendah 3 dB dari kurva tergambar pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2. 2 Kurva Noise Criteria (Beranek L. L., 1957)

Berdasarkan keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51 Tahun 1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja, nilai NC dan SPL yang dianjurkan untuk suatu bangunan atau ruang adalah seperti pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2. 1 Rekomendasi nilai Noise Criteria (NC) untuk fungsi tertentu (Keputusan Menteri Tenaga Kerja, 1999)

Fungsi Bangunan/Ruang	Nilai NC yang disarankan	Identik dengan tingkat kebisingan (dBA)
Ruang konser, opera, studio rekam, dan ruang lain dengan tingkat akustik sangat kecil	NC 15 – NC 20	25 s.d 30
Rumah sakit, dan ruang tidur/istirahat pada rumah tinggal, apartemen, motel, hotel, dan ruang lain untuk istirahat/tidur	NC 20 – NC 30	30 s.d 40
Auditorium multi fungsi, studio radio/televisi, ruang konferensi, dan ruang lain dengan tingkat akustik yang sangat baik	NC 20 – NC 30	30 s.d 40
Kantor, kelas, ruang baca, perpustakaan, dan ruang lain dengan tingkat akustik yang baik	NC 30 – NC 35	40 s.d 45
Kantor dengan penggunaan ruang bersama, cafetaria, tempat olahraga, dan ruang lain dengan tingkat akustik cukup	NC 35 – NC 40	45 s.d 50
Lobi, koridor, ruang bengkel kerja, dan ruang lain yang tidak memerlukan tingkat akustik yang cermat	NC 40 – NC 45	50 s.d 55
Dapur, ruang cuci, garasi pabrik, pertokoan	NC 45 – NC 55	55 s.d 65

2.5 Parameter Akustik Ruang

Untuk mengevaluasi kualitas akustik dari sebuah gedung, diperlukan standar dan parameter yang dapat menunjukkan sebuah kualitas dari bangunan. Parameter akustik ruang dapat didapatkan dari faktor objektif dan subjektif. Parameter subjektif adalah parameter yang diperoleh melalui penilaian tidak didasarkan pada alat ukur dan bersifat kualitatif. Sedangkan parameter objektif adalah parameter akustik yang diperoleh berdasarkan perhitungan dan pengukuran atau nilai dengan bantuan alat ukur. Berikut ini adalah parameter subjektif objektif yang di analisa pada penelitian kali ini (Suyatno, 2016).

2.5.1 Waktu Dengung (RT)

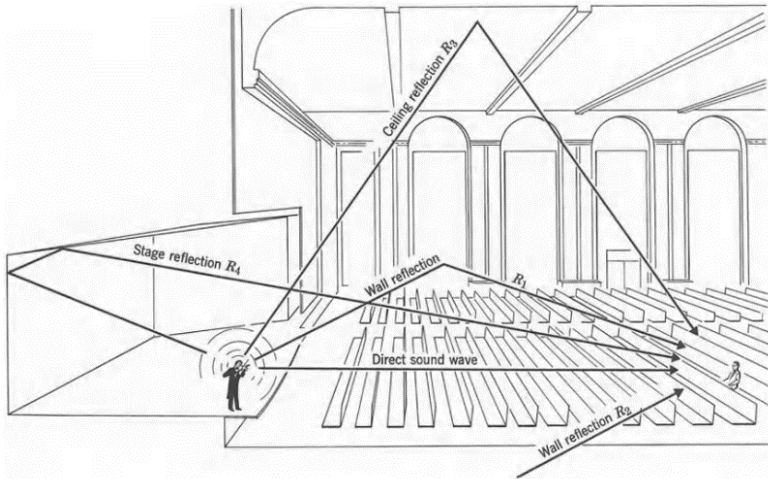
Salah satu parameter akustik yang paling penting dari sebuah ruangan adalah waktu dengung. Dari waktu dengung, didapatkan informasi lain mengenai kualitas akustik dari gedung yang sedang dianalisa. Waktu Dengung atau Reverberation Time (RT) yang diciptakan oleh W.C. Sabine ini adalah waktu yang dibutuhkan bagi suara untuk melemah sampai saat melewati batas 60 dB setelah sebuah sumber bunyi dimatikan. Menurut Sabine, waktu dengung dirumuskan dengan :

$$RT_{60} = \frac{0.161 V}{A} \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan V adalah volume ruangan dengan satuan m³. Sedangkan A adalah total absorpsi ruangan dengan satuan meter sabine (Everest, 2001).

Menurut Ando (1988) waktu degung yang efektif untuk medan suara dalam suatu ruang dan didasarkan oleh impuls respon adalah waktu dengung sub-sekuen (Tsub). Nilai waktu dengung sub-sekuen akan berbeda tiap titik. Hal ini dikarenakan Tsub dipengaruhi oleh jumlah energi pantulan yang terjadi akibat bentuk dan sifat material yang berada di sekitar posisi pengukuran.

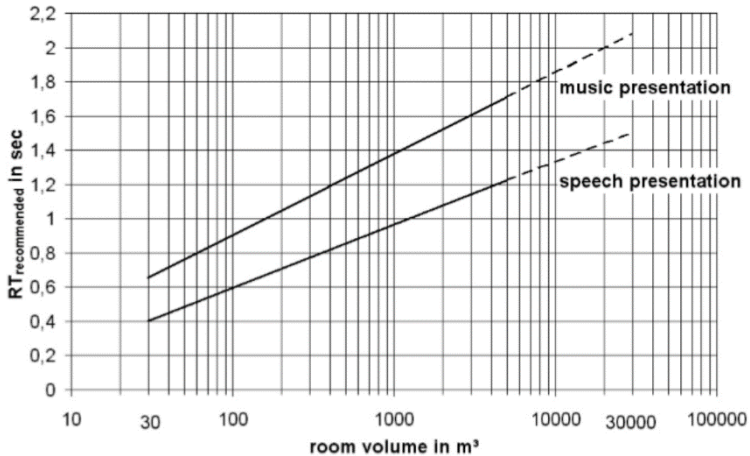
Selain hal-hal tersebut diatas, aspek yang mempengaruhi waktu dengung antara lain adalah volume ruang dan banyaknya bahan-bahan yang memiliki sifat menyerap atau meredam suara dan bahan-bahan yang memantulkan suara (Rossing, 2007).



Gambar 2. 3 Bunyi yang diterima oleh pendengar yang berasal dari bunyi langsung dan bunyi pantul (Beranek 1996)

Berdasarkan pada **Gambar 2.3**, suara dapat kehilangan energinya pada setiap pantulan yang terjadi. Bahan-bahan yang bersifat menyerap suara akan sangat membantu untuk menghabiskan energi suara lebih cepat, material-material penyerap suara tersebut bisa meredam sampai batas tertentu. Kayu keras, tembok, dan kaca bukanlah bahan yang cukup bagus untuk menyerap suara. Material yang berserat dan berpori jauh lebih bagus dalam hal penyerapan suara. Juga kain gorden, karpet dan material lunak lainnya bersifat membantu penyerapan suara, meskipun belum tentu semua material tersebut adalah cukup untuk meredam suara sesuai yang dibutuhkan oleh sebuah ruangan (Asmoro, 2007).

Waktu dengung yang disarankan untuk masing-masing ruangan berbeda-beda tergantung fungsi dan kegunaan dari ruangan tersebut. **Gambar 2.4** menunjukkan grafik waktu dengung ideal yang dapat dimiliki oleh gedung sesuai dengan volume ruangan (Ahnert & Schmidt, 2006).

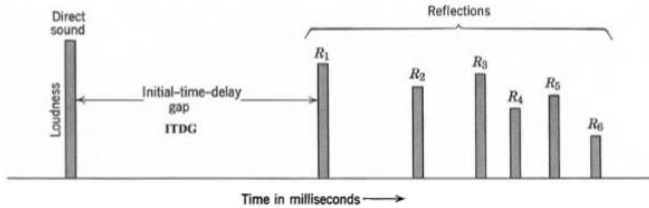


Gambar 2. 4 Standart waktu dengung sebuah ruangan sesuai dengan volume ruangan (Ahnert & Schmidt, 2006)

Berdasarkan pada **Gambar 2.4**, maka ada hubungan antara waktu dengung dan volume dimana waktu dengung sebuah ruangan yang memiliki volume ruangan yang besar akan bernilai lebih besar dari pada volume ruangan yang kecil. Maka semakin besar sebuah ruangan, baiknya waktu dengung yang dimiliki juga lebih besar. Hal ini dikarenakan waktu dengung yang rendah pada suatu ruangan menyatakan energi dari bunyi pada ruangan cepat habis, maka agar bunyi dapat menyebar di ruangan yang besar, diperlukan material-material yang dapat memperbesar waktu dengung suatu ruangan.

2.5.2 Definition (D50)

D50 atau kejelasan suara vokal menyatakan suatu tingkat kejelasan suara saat suatu bangunan yang difungsikan untuk pidato. Dapat dilihat dari **Gambar 2.5** yang menggambarkan respon impuls pada suatu titik.



Gambar 2.5 Sinyal Respon Impuls

D50 merupakan rasio antara energi yang diterima pada 50 ms pertama dengan total energi yang diterima. Menurut (Gjers, 2014) tingkat kejelasan suara dapat dirumuskan sebagai berikut,

$$D_{50} = \frac{\int_0^{50} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} \dots\dots\dots (2.4).$$

Untuk suatu gedung dengan fungsi pidato, maka nilai D50 minimum yang baik adalah $D50 \geq 65\%$ agar informasi yang disampaikan oleh sumber dapat diterima dengan baik oleh pendengar (Ribeirio, 2002).

2.5.3 Clarity (C80)

Perbandingan energi yang diterima dalam waktu 80 ms pertama dengan energi yang datang setelahnya dapat menggambarkan tingkat kejelasan suara musik pada suatu tempat. **Gambar 2.5** menunjukkan respon impuls yang diterima dalam waktu 80ms.

C80 atau tingkat kejelasan suara musik merupakan fungsi logaritmik dari rasio antara energi yang diterima pada 80 ms pertama yang diterima dan energi yang diterima sesudahnya.

Menurut (Gjers, 2014) nilai tingkat kejelasan suara musik dapat dinyatakan dengan :

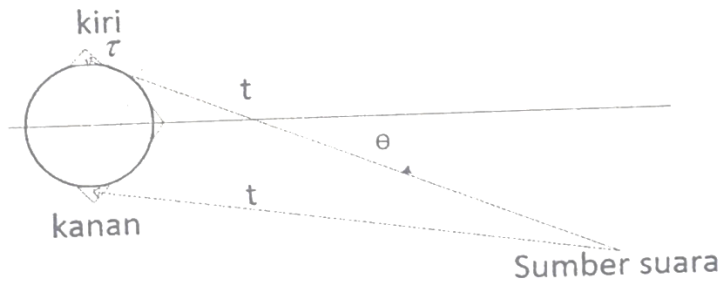
$$C_{80} = 10 \log \frac{\int_0^{80} p^2(t) dt}{\int_{80}^{\infty} p^2(t) dt} \dots\dots\dots (2.5)$$

Nilai C80 adalah nilai parameter yang terukur lebih dari 80 ms, semakin tinggi nilai C80 maka suara akan semakin tidak bagus dengan mengacu pada asumsi bahwa suara yang ditangkap pendengar dalam percakapan adalah antara 50-80 ms dan suara yang datang sesudahnya dianggap suara yang merusak. Batas ini ditujukan untuk kejelasan pada musik (Asmoro, 2007).

Nilai *Clarity* yang direkomendasikan untuk sebuah ruangan dengan fungsi musik, nilainya berkisar antara -2 dB -4 dB. (Ribeirio, 2002)

2.5.4 Korelasi Sinyal antar Kedua Telinga (Inter-Aural Cross Relation)

IACC merupakan besaran korelasi selang dari respon akustik yang diterima telinga kiri dan kanan. Parameter akustik ini menggambarkan perbedaan antara sinyal akustik yang diterima oleh telinga kiri dan kanan. IACC juga dapat menggambarkan keterarahan sebuah sumber bunyi. IACC bernilai antara -1 hingga +1. Nilai -1 menyatakan bahwa kedua sinyal identik dan memiliki perbedaan fasa 90°. Sedangkan nilai +1 menyatakan kedua sinyal identik. Dan nilai 0 menyatakan kedua sinyal berbeda. **Gambar 2.6** dibawah ini menyatakan pengaruh IACC terhadap posisi sumber suara.



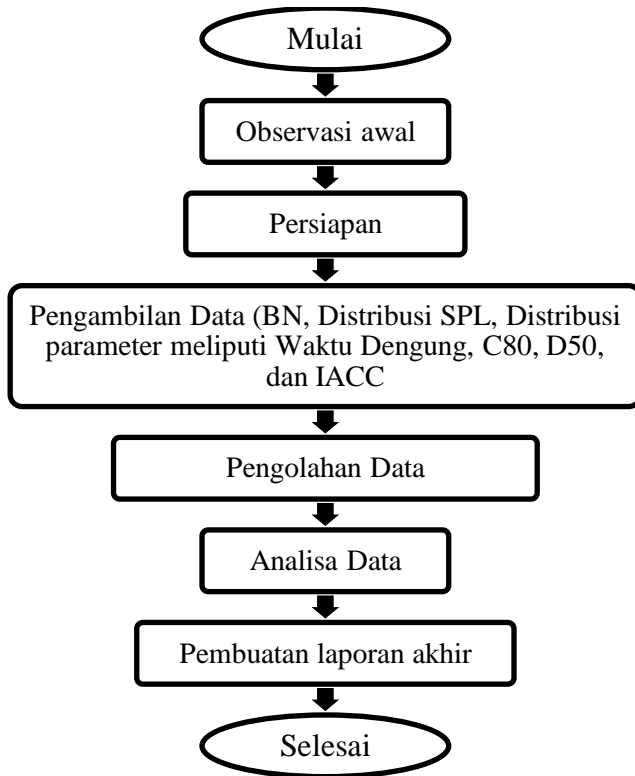
Gambar 2. 6 Perbedaan LL dalam proses IACC (Suyatno, 2016)

Besarnya nilai IACC ini juga menyatakan kesan ruang. Semakin kecil nilai IACC maka kesan ruang akan semakin besar. Maka semakin besar nilai IACC efek stereo ruangan semakin jelek (Suyatno, 2016).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahap-tahap Penelitian

Seperti yang telah disampaikan pada sub-bab 1.3, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai parameter akustik di gedung GSN. Dalam pelaksanaannya, untuk mencari nilai bising latar belakang, persebaran tingkat tekanan bunyi di dalam ruangan, waktu dengung, C80, D50, dan IACC mengikuti tahapan-tahapan seperti pada diagram alir berikut ini.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

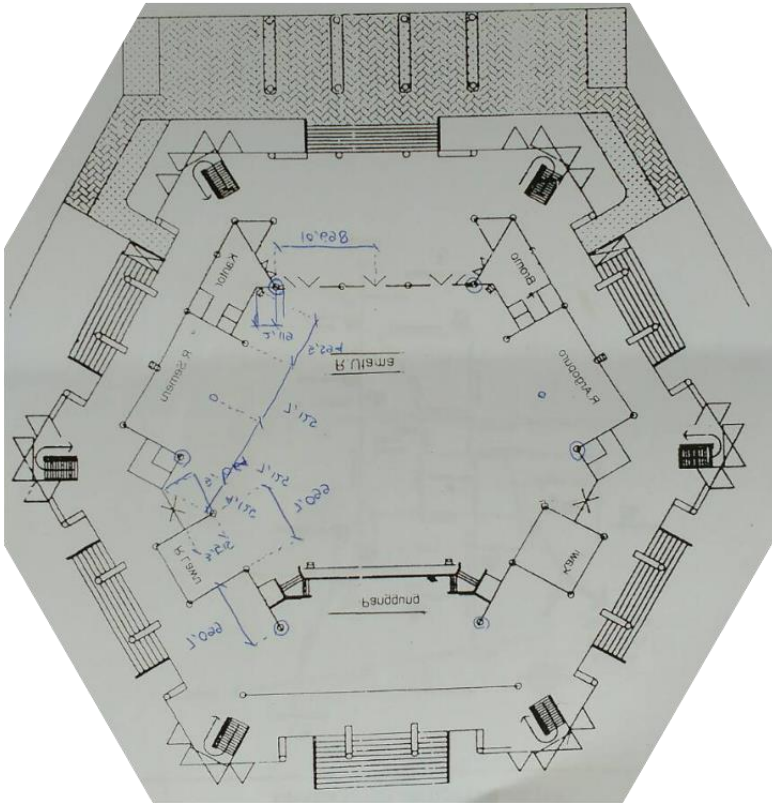
3.2 Tahap Observasi Awal

Pada tahap ini dilakukan pengukuran dimensi dari Graha Sepuluh Nopember, pengukuran meliputi luas wilayah bawah, panjang sisi-sisi, dan tinggi atap. Dilakukan pula observasi posisi duduk *audiens* sehingga untuk pengambilan data selanjutnya dapat ditentukan berapa titik yang perlu diamati sebagai perwakilan posisi duduk audiens.

Gedung GSN adalah gedung dengan tiga lantai dengan dasar yang berbentuk segienam dan atas membentuk limas. Dengan lantai satu yang terdiri dari dua ruangan besar dan empat ruangan kecil serta ruang utama dengan atap langsung mengarah ke atas. Lantai dua hanya memiliki 5 ruang dengan beberapa bagian belakang langsung mengarah ke luar. Dan lantai tiga yang hanya berisi kursi audiens. Lebih jelasnya seperti **Gambar 3.2** dibawah ini.

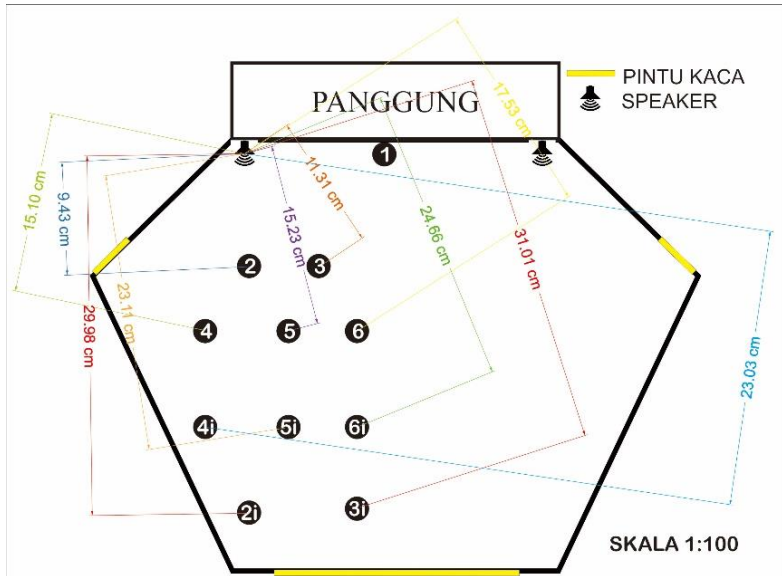


Gambar 3. 2 Tampilan sisi Gedung Graha Sepuluh Nopember



Gambar 3.3 Denah Lantai Satu

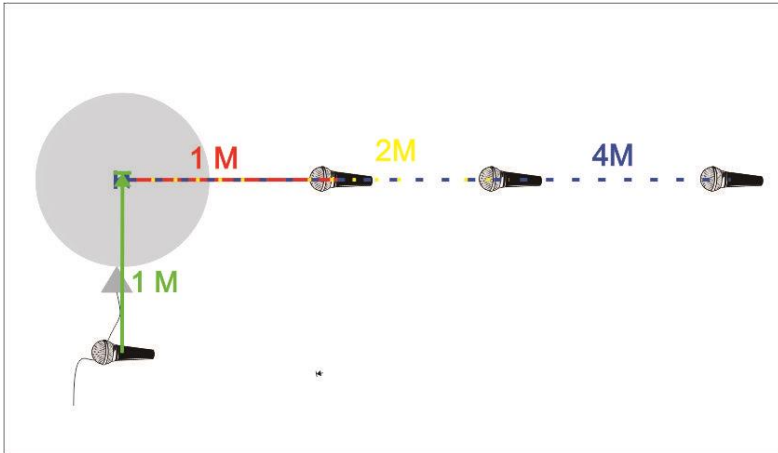
Dari **Gambar 3.3** diatas, dapat dilihat bahwa bangunan simetris antara kanan dan kiri. Dengan keadaan simetris, maka disumsikan keadaan kanan akan sama dengan keadaan kiri. Hal ini berakibat pada posisi pengukuran yang dilakukan pada salah satu sisi, seperti pada **Gambar 3.4**. Dalam **Gambar 3.4** dapat dilihat pula jarak antara titik pengamatan dengan titik acuan.



Gambar 3. 4 Jarak antara speaker dengan titik pengamatan dengan skala 1:100

3.3 Tahap Persiapan

Pada tahap ini, dilakukan penggambaran dimensi gedung. Dilakukan pula perekaman bunyi impuls yang akan digunakan saat pengambilan data. Sumber bunyi impuls yang digunakan adalah bunyi yang memiliki rentang frekuensi yang lebar dengan spektrum yang kurang lebih rata untuk setiap frekuensinya. Dalam penelitian kali ini digunakan balon yang diledakkan. Diameter balon yang diledakkan kurang lebih sebesar 100 cm. **Gambar 3.5** dibawah ini menggambarkan titik perekaman dan pengukuran tingkat tekanan bunyi oleh sumber balon yang diledakkan untuk diamati spektrum tiap frekuensinya.



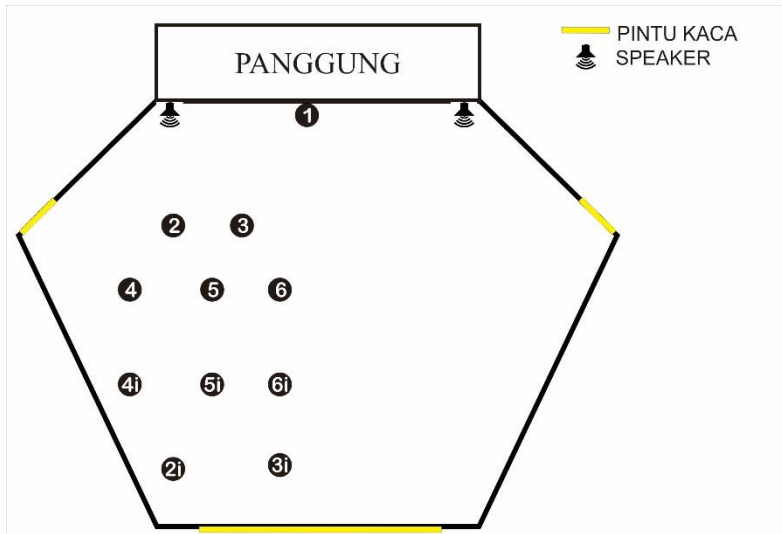
Gambar 3. 5 Proses perekaman sumber bunyi impuls

3.4 Tahap Pengambilan Data

3.4.1 Pengukuran Bunyi Latar Belakang dan Persebaran SPL Dalam Ruangan

Bunyi Latar Belakang diukur untuk menentukan nilai NC gedung. Bunyi latar belakang diukur dengan menggunakan *mirophone* yang dihubungkan dengan soundcard. Dengan menggunakan *software* YMEC yang ada di laptop, maka didapatkan nilai bunyi latar belakang atau *Background Noise* (BN). Selain mengukur bagian dalam gedung, diukur pula nilai BN pada bagian luar gedung dengan jarak 3m dari pintu samping. Diambil titik luar dekat pintu samping dikarenakan pintu samping adalah pintu yang paling dekat dengan jalan raya.

Pada pengukuran persebaran SPL, dilakukan dengan peralatan yang sama seperti pengambilan data BN, namun diberikan bunyi white noise. Dengan sumber yang diberikan menggunakan speaker inventaris gedung dengan posisi seperti **Gambar 3.6** dibawah ini. Dalam proses pengambilan data, saat memindah posisi microphone bunyi tidak boleh dimatikan.



Gambar 3. 6 Posisi speaker yang digunakan sebagai sumber bunyi

Perlu diperhatikan saat pengambilan data BN dan SPL, pembobotan yang digunakan pada *software* adalah pembobotan A atau satuan bunyi yang digunakan adalah dB A. Hal ini dikarenakan yang dianalisa adalah bunyi dengan level pendengaran manusia.

3.4.2 Pengukuran Waktu Dengung, C80, dan D50

Untuk mendapatkan data Waktu dengung, C80 dan D50, diperlukan bunyi impuls yang sudah direkam. Dengan menggunakan *software Adobe Audition*, dilakukan perekaman untuk setiap titik mulai dari bunyi diberikan hingga bunyi habis. Dengan masing-masing titik diletakkan *microphone* setinggi 1.2 m.

3.4.3 Pengukuran IACC

Tahap pengukuran IACC dilakukan seperti halnya tahap pengambilan data waktu dengung dll. Perbedaannya adalah pada setiap titik diperlukan dua *microphone* yang berdekatan seperti halnya telinga manusia. Perlu dipastikan pula pada *software* bahwa satu titik

pengamatan, *microphone* satu dan dua berada pada *chanel* yang sama dengan pengaturan *stereo*.

3.5 Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan pertama adalah merata-rata data BN dan SPL untuk setiap pengulangannya. Dengan diubah menjadi besaran tekanan bunyi, kemudian besaran tersebut dirata-rata dan kemudian diubah lagi menjadi besaran dBA. Kemudian, dilakukan *mapping* pada software surfer untuk memudahkan pengamatan.

Untuk hasil rekaman pada *Adobe Audition*, dilakukan pengolahan dan kalkulasi data menggunakan software YMEC. Setelah dilakukan kalkulasi, maka akan muncul data hasil pengolahan dalam *Sound Analyzer*.

Setelah semua data telah diolah, dibuat *mapping* dengan menggunakan software Surfer per frekuensi untuk memudahkan pengamatan.

3.6 Tahap Analisa Data

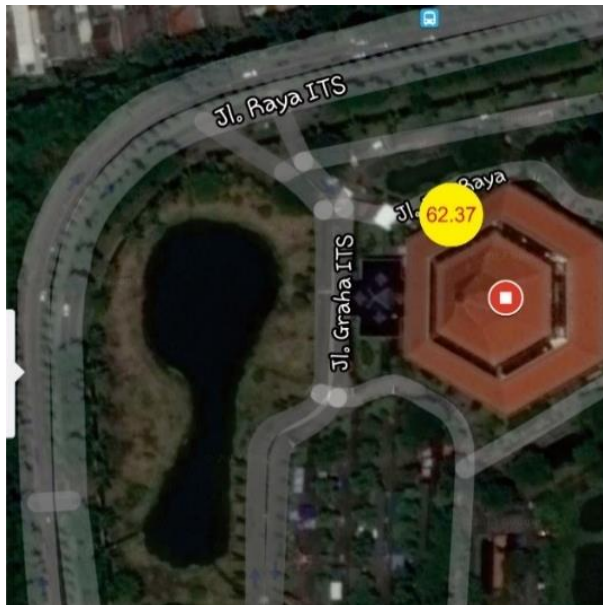
Tahap analisa data dilakukan dengan mengamati nilai tiap parameter per titik pengamatan. Analisis per parameter dilakukan tiap frekuensi. Analisa yang dilakukan meliputi analisa penyebab nilai parameter di titik pengamatan. Hal-hal yang dapat mempengaruhi nilai parameter tiap titiknya. Kemudian dibandingkan dengan standar yang ada. Apakah nilai dari tiap parameter telah memenuhi standart menurut fungsi, misal fungsi *speech* dan fungsi musik.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 *Background Noise (BN) dan Noise Criteria (NC)*

Gedung GSN adalah sebuah gedung serbaguna yang terletak di kawasan Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember, tepatnya di Jl. Raya ITS. Gedung ini menghadap kearah barat dengan di bagian depan gedung terdapat danau yang memisahkan gedung dengan jalan raya. Sedangkan bagian utara gedung adalah bagian yang paling dekat dengan jalan raya. Posisi dari GSN yang berada di sekitar jalan raya berakibat pada bunyi latar belakang gedung. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui kebisingan latar atau suara alami yang terdengar di gedung yang diamati. **Gambar 4.1** menunjukkan sketsa posisi dari GSN serta nilai BN di luar gedung.



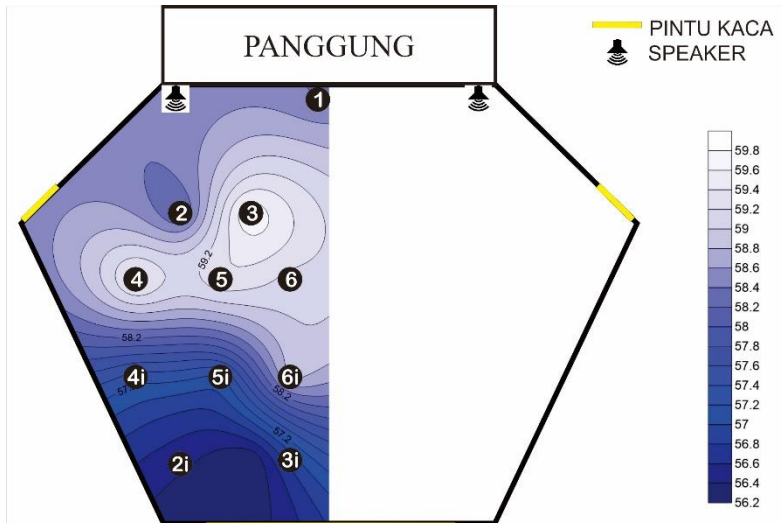
Gambar 4. 1 Denah area gedung

Selain melakukan pengukuran di luar gedung, pengukuran BN juga dilakukan di dalam gedung. Tujuannya adalah untuk mendapatkan nilai bunyi latar belakang dalam gedung dan untuk menentukan kekerasan bunyi yang harus dikeluarkan dalam pengukuran (evaluasi parameter akustik). Dari pengukuran yang dilakukan pada pukul 20.00 WIB, didapatkan data pada **Tabel 4.1** untuk frekuensi 100 Hz dan all frekuensi, serta frekuensi pengamatan lainnya pada lampiran A

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran BN pada frekuensi 1000 Hz, All frekuensi dan nilai NC tiap titik

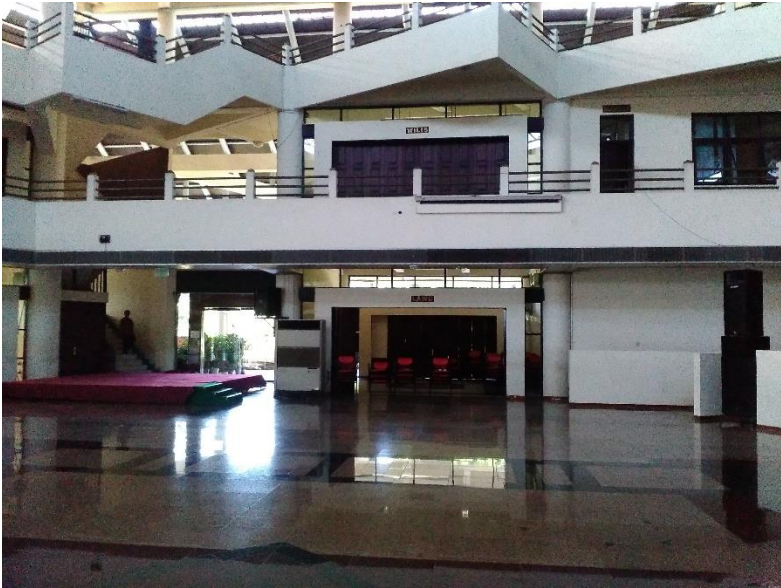
Titik	BN (dBA)	BN (dBA)	NC
	All	1000	
1	58.39	47.29	46.4
2	58.13	47.21	49.1
3	59.79	48.01	51.2
4	59.07	47.29	45.5
5	59.66	47.61	45.4
6	59.11	47.13	46.8
2i	56.49	45.19	46.4
3i	56.21	45.18	48.5
4i	57.28	46.86	45.5
5i	57.13	46.26	44.8
6i	58.88	47.21	46.3

Berdasarkan pada **Tabel 4.1** diatas, dapat dilakukan pemetaan nilai bunyi latar belakang untuk semua frekuensi didalam gedung seperti pada **Gambar 4.2** dibawah ini.



Gambar 4. 2 Persebaran bunyi latar belakang di dalam gedung

Dari **Gambar 4.2**, dapat diamati bahwa nilai bunyi latar belakang yang paling tinggi didapatkan pada titik 3. Sedangkan, titik 4 yang berada paling dekat dengan pintu, memiliki bunyi latar belakang yang satu decibel lebih rendah daripada titik 3. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya bagian terbuka di lantai dua dan lantai 3, sehingga bunyi dari luar bisa masuk ke dalam ruangan. Seperti pada **Gambar 4.3** dibawah ini.



Gambar 4.3 Tampilan samping bagian barat laut gedung yang menunjukkan adanya bagian yang mengarah langsung ke luar pada lantai 2 dan 3.

Berdasarkan **Gambar 4.3**, terlihat bahwa dominasi bunyi yang masuk berasal dari bagian terbuka pada lantai dua dan lantai tiga. Dari data yang didapatkan, dapat pula diamati dengan memetakan nilai tingkat tekanan bunyinya sehingga didapatkan nilai NC di dalam gedung.

Berdasarkan pada **Tabel 4.1** terlihat bahwa nilai NC untuk tiap titik pengamatan berkisar antara NC 44.8 – 51.2. Maka dari itu, sesuai dengan sub-bab II.3, menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja NC yang disarankan untuk sebuah auditorium multifungsi adalah NC 20- NC 30. Maka nilai kebisingan gedung GSN ini tidak memenuhi *standart* NC yang disarankan.

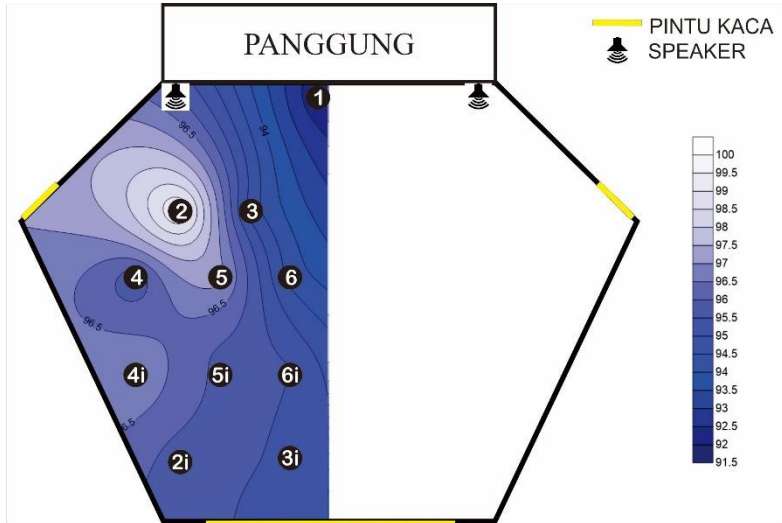
4.2 Analisis Persebaran Tingkat Tekanan Bunyi (SPL)

Distribusi parameter SPL yang merata menggambarkan persebaran bunyi yang merata dalam ruangan. Sebuah ruangan yang baik, hendaknya memiliki distribusi tingkat tekanan yang bunyi yang merata dengan perbedaan tingkat tekanan bunyi antara jarak terjauh dan terdekat tidak lebih dari 3 dB. Untuk dapat melakukan evaluasi terhadap distribusi SPL, maka diperlukan sumber suara yang memiliki tingkat tekanan bunyi minimal memiliki perbedaan 10 dB dengan bunyi latar belakang. Dalam penelitian ini, pengukuran distribusi dilakukan dengan memberikan bunyi *white noise* dari *speaker* yang diletakkan pada sisi kanan dan kiri panggung dihasilkan bunyi yang besarnya ± 100 dB. **Tabel 4.2** menunjukkan nilai distribusi tingkat tekanan bunyi di dalam ruangan.

Tabel 4. 2 Data hasil pengukuran persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 1000 Hz dan all frekuensi'

Titik	SPL (dBA)	
	All	1000
1	58.39	47.29
2	58.13	47.21
3	59.79	48.01
4	59.07	47.29
5	59.66	47.61
6	59.11	47.13
2i	56.49	45.19
3i	56.21	45.18
4i	57.28	46.86
5i	57.13	46.26
6i	58.88	47.21

Dari hasil pengukuran seperti tampak pada **Tabel 4.2** diatas, dapat dilakukan pemetaan distribusi SPL sehingga di dalam gedung. **Gambar 4.4** menunjukkan persebaran tingkat tekanan bunyi didalam gedung.



Gambar 4. 4 Persebaran SPL dalam ruangan untuk all frekuensi

Dari **Gambar 4.4** diatas, dapat diamati pada titik 2 titik memiliki tingkat tekanan bunyi tertinggi. Kondisi ini diakibatkan oleh jarak dari titik 2 dengan sumber dekat. Selain itu, titik 2 juga mendapat bunyi dari bunyi yang terpantul oleh dinding sisi kiri. Sedangkan titik 3i memiliki tingkat tekanan bunyi yang paling rendah. Hal ini dapat dikarenakan karena pada ini (titik 3i) terjadi atenuasi bunyi akibat jarak yang ada.

Berdasarkan data hasil pengukuran, dapat dibuat perbedaan SPL antara sumber dengan penerima, seperti terlihat pada **Tabel 4.3**

Tabel 4. 3 Perbedaan tingkat tekanan bunyi pada titik pengamatan dan jaraknya

Titik	Jarak dengan Speaker	Δ SPL
1	11.75	8.96
2	9.43	1.31
3	11.31	6.14
4	15.01	5.42
5	15.23	3.82
6	17.53	6.71
2i	29.98	5.28
3i	31.01	5.44
4i	23.03	3.96
5i	23.11	5.15
6i	24.66	5.49

Berdasarkan pada **Tabel 4.3** pada jarak terjauh, nilai Δ SPLnya masih 5.28 dBA. Hal ini menyatakan bahwa bentuk ruangan dan bidang pantul pada ruangan sudah dapat menyebarkan tekanan bunyi dengan baik. Dapat dilihat pula pada **Tabel 4.3** titik 1 dengan jarak 11.75 m memiliki perbedaan tingkat tekanan bunyi dengan sumber sebesar 8.96 dBA. Hal ini dapat terjadi karena faktor keterarahan *speaker*. Dimana *speaker* menghadap ke arah *audiens* dan titik 1 sebagai titik acuan atau dapat pula mewakili posisi pemateri biasanya berada. .

4.3 Analisis Waktu Dengung Tiap Titik Pengamatan (RT)

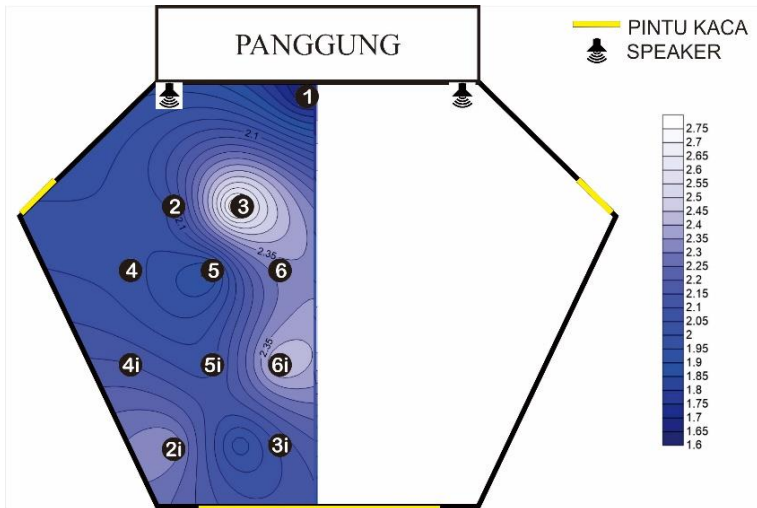
Geometri dari gedung GSN dengan volume ruang yang sebesar $\pm 45.000 \text{ m}^3$, berakibat pada nilai waktu dengung yang besar ditambah dengan nilai penyerapan ruang yang kecil (persamaan 2.3). Namun, kondisi ini juga berakibat pada nilai waktu dengung sub-sekuen yang berbeda untuk setiap posisi.

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh nilai waktu dengung seperti pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4. 4 Hasil pengukuran waktu dengung di dalam gedung

Titik	RT (detik)	
	All	1000
1	1.972	4.997
2	2.06	3.90
3	2.73	3.34
4	2.03	3.55
5	1.88	3.15
6	2.32	3.62
2i	2.36	2.91
3i	1.96	2.83
4i	2.16	2.96
5i	2.07	3.30
6i	2.47	3.57

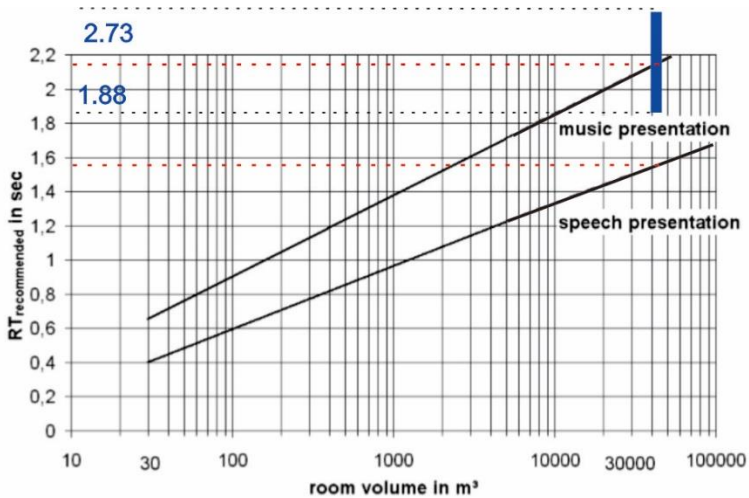
Dari hasil pengukuran seperti pada **Tabel 4.4** diatas, dapat dilakukan juga pemetaan distribusi parameter RT sehingga dapat diketahui lebih jelas persebaran waktu dengung di dalam gedung. **Gambar 4.5** menunjukkan persebaran nilai waktu dengung di dalam gedung.



Gambar 4. 5 Sebaran parameter waktu dengung di dalam gedung.

Dari **Gambar 4.5**, dapat diamati bahwa nilai waktu dengung paling tinggi berada di titik 3 dengan waktu dengung sebesar 2.73 detik. Selain titik 3 yang berada di bagian depan waktu dengung pada titik pengamatan yang berada di tengah ruangan lebih besar dari pada yang berada di samping, hal ini bisa dikarenakan bentuk gedung yang simetris. Dari pantulan-pantulan dinding sekitar, pantulan balkon lantai 2 juga dapat menyebabkan bunyi memantul dan berkumpul di ditengah, namun, untuk titik posisi paling belakang, nilai waktu dengung titik 2i yang berada disamping lebih tinggi dari pada titik 3i karena titik 2i dekat dengan sisi-sisi yang dapat memantulkan bunyi. Sedangkan pantulan bunyi dari balkon lantai dua tidak sampai mengenai titik pengamatan 3i.

Mengacu pada sub-bab 2.5, maka nilai waktu dengung gedung ini apabila dibandingkan dengan *standart* yang direkomendasikan dapat dilihat pada **Gambar 4.6** dibawah ini.



■ Waktu dengung hasil pengukuran

Gambar 4. 6 Waktu dengung hasil pengukuran berdasarkan volume gedung

Dari **Gambar 4.6**, dapat diketahui bahwa waktu dengung pada gedung berkisar antara 1.88-2.73 detik. Untuk fungsi pidato, nilai waktu dengung 2.73 terlalu tinggi, sehingga dapat menurunkan tingkat kejelasan suara vocal yang seharusnya bernilai 1.6 untuk gedung dengan volume 45.000m³. Untuk fungsi musik, nilai 1.88 juga belum memenuhi standart untuk sebuah auditorium dengan fungsi musik yang seharusnya memiliki waktu dengung 2.2 detik.

4.4 Analisis Nilai Kejelasan Suara Musik atau *Clarity* (C80)

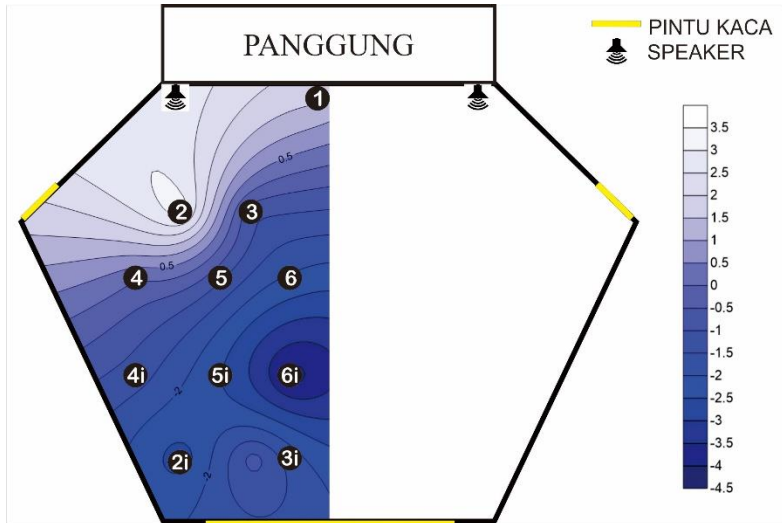
Sebagai ruang auditorium yang salah satu fungsinya untuk kegiatan musik, maka nilai kejelasan suara musik menjadi parameter yang harus dipenuhi. *Clarity* didapatkan dari perbandingan antara energi suara yang datang pada selang waktu 0-80 mili detik terhadap energi yang datang setelahnya. Dengan memberikan impuls dari speaker, direkam respon pada titik-titik

pengamatan sehingga didapatkan data pada **Tabel IV.4** di bawah ini.

Tabel 4. 5 Hasil pengukuran parameter C80

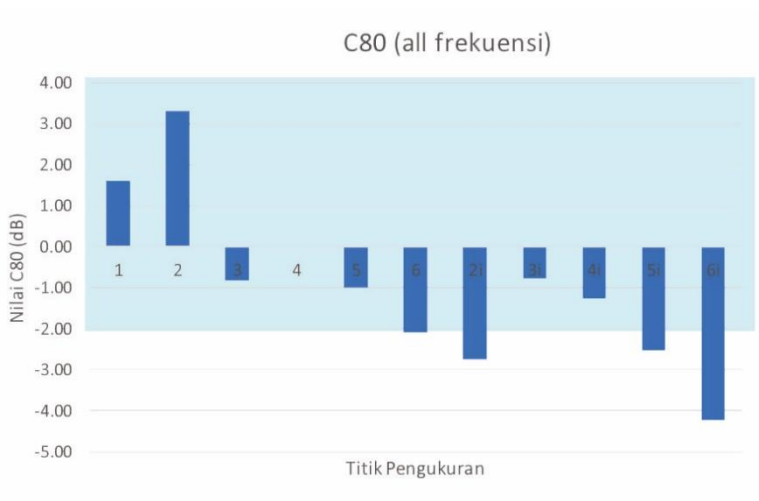
Titik	C80 (dB)	
	ALL	1000
1	1.61	-8.05
2	3.30	1.87
3	-0.82	1.28
4	0.02	-1.07
5	-0.99	2.96
6	-2.09	3.04
2i	-2.75	-1.45
3i	-0.77	-0.31
4i	-1.26	-3.72
5i	-2.52	-1.42
6i	-4.23	0.96

Berdasarkan **Tabel 4.5**, distribusi tingkat kejelasan suara musik di ruang GSN dapat dilihat pada **Gambar 4.7**.



Gambar 4. 7 Persebaran nilai C80 di dalam ruangan

Menurut sub-bab 2.8, selang nilai C80 yang baik untuk sebuah ruangan yang difungsikan sebagai ruang musik adalah sekitar lebih dari -2 dB dan tidak lebih dari 4 dB. Karena bunyi yang datang setelahnya dianggap merusak. Berdasarkan data tabel IV.5 dapat dihitung persebaran nilai parameter C80 seperti pada **Gambar 4.8**.

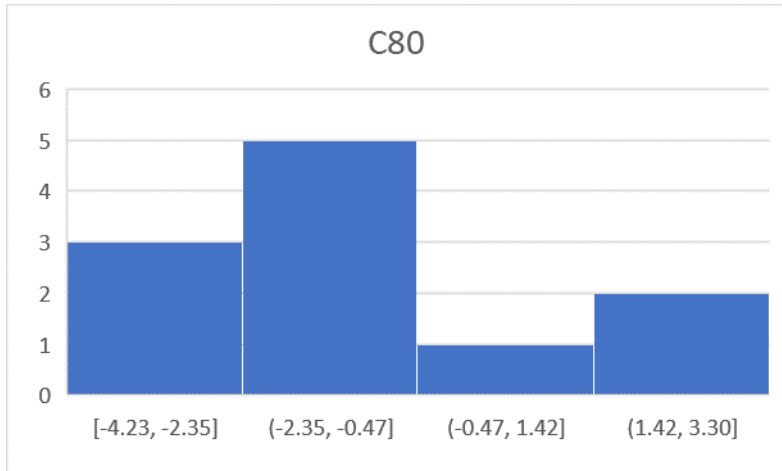


Gambar 4. 8 Nilai C80 yang memenuhi standar yang direkomendasikan untuk all frekuensi

Pada **Gambar 4.8** dapat dilihat bahwa pada beberapa titik, nilai C80 telah memenuhi standar rekomendasi nilai parameter C80 sebuah auditorium multifungsi. Dengan nilai parameter yang tertera pada **Tabel 4. 5**, maka titik pengamatan yang memenuhi nilai standar rekomendasi pada all frekuensi adalah titik 2,3,4,5,6,3*i*, dan 4*i*. Titik pengamatan yang belum memenuhi standar rekomendasi adalah titik 2*i*, 5*i*, dan 6*i*.

Dapat dilihat pada **Gambar 4. 8**, titik-titik yang belum memenuhi nilai standar yang direkomendasikan bisa dikarenakan banyak hal, seperti yang telah dibahas pada sub-bab 4.3, waktu dengung yang berada diposisi titik pengamatan yang berada dekat dengan tengah gedung lebih tinggi dari yang berada di samping geung kecuali untuk titik 2*i* dan 3*i*. dari waktu dengung ini mempengaruhi kejelasan suara musik yang ada pula.

Secara keseluruhan, persebaran nilai parameter C80 ini dapat dilihat pada **Gambar 4.9**.



Gambar 4. 9 Distribusi nilai parameter C80

Dari **Gambar 4.9** dapat disimpulkan bahwa parameter C80 di dalam ruang didominasi di nilai -2.35 hingga -0.47. Dengan nilai rata-rata -1.07 ± 2.43 , hal ini menunjukkan bahwa, ruangan dapat dikatakan memiliki tingkat kejelasan suara musik yang kurang bagus untuk itu perlu dilakukan perbaikan.

4.5 Analisis Nilai Kejelasan Suara Vokal atau *Definition* (D50)

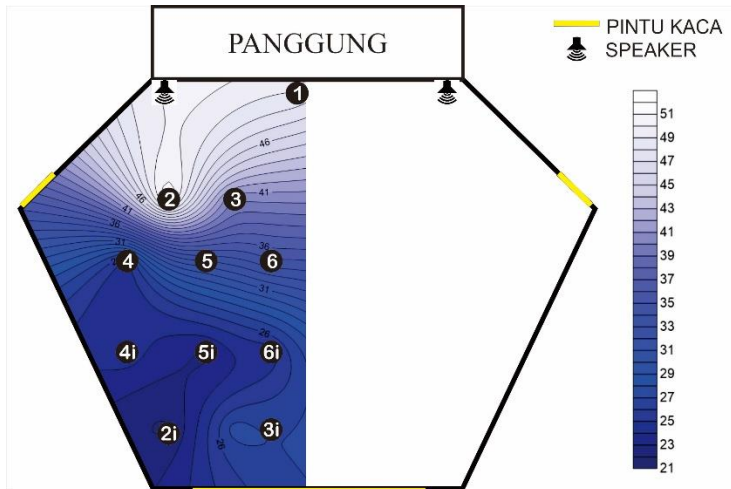
Saat gedung difungsikan untuk ruang *speech* maka parameter yang harus diperhatikan adalah D50. Distribusi parameter tingkat kejelasan suara vokal yang merata menggambarkan bahwa kejelasan di setiap titik tempat duduk audiens, audiens akan mendapatkan informasi yang jelas dari pembicara. Kejelasan suara ini didapatkan dengan membandingkan energi suara yang datang pada waktu 50 mili detik pertama terhadap energi keseluruhan, sehingga berupa prosentase. Semakin tinggi nilai D50 ini maka semakin bagus pula kualitas kejelasan suara vokal di dalam suatu ruangan. Hal ini dikarenakan seluruh energi suara yang termanfaatkan.

Berdasarkan hasil pengukuran melalui respon impuls ruang, diperoleh nilai D50 seperti pada **Tabel 4.6** dibawah ini.

Tabel 4. 6 Hasil pengukuran parameter D50 dalam gedung

Titik	D50 (%)	
	ALL	1000
1	48.95	12.75
2	52.03	58.87
3	40.27	56.85
4	24.65	41.38
5	32.84	65.63
6	34.85	66.27
2i	21.81	27.00
3i	27.47	34.74
4i	24.76	25.58
5i	22.88	34.50
6i	24.46	47.17

Merujuk pada **tabel 4.6**, dapat disajikan dalam bentuk pemetaan nilai D50 seperti pada **Gambar 4.10**.

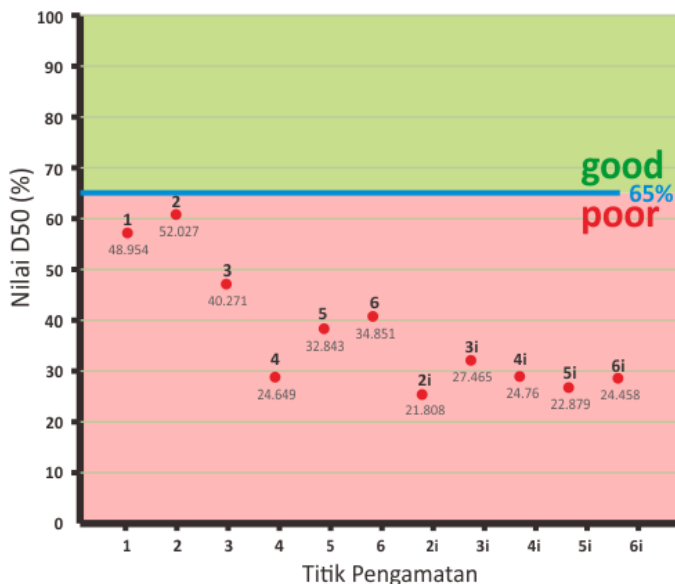


Gambar 4. 10 Sebaran parameter D50 di dalam gedung

Dari **Gambar 4.10** diatas dapat diamati bahwa nilai kejelasan suara vocal paling tinggi berada pada titik pengamatan 2 yang berada di depan sumber bunyi. Sedangkan nilai D50 yang paling rendah berada pada titik pengamatan 2i. Hal ini dapat disebabkan karena banyak hal, misalnya jarak antar sumber dengan titik pengamatan 2i yang lebih jauh dari titik 2. Walaupun begitu, titik 3i yang jaraknya lebih jauh dari titik 2i memiliki nilai tingkat kejelasan suara vokal yang lebih tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh geometris dari gedung yang pada titik pengamatan 2i terdapat bidang pantul yaitu tembok disisi kiri dan belakang yang mengakibatkan banyaknya bunyi yang terpantul sehingga mengakibatkan gangguan dan bunyi semakin tidak terdengar dengan jelas, mengingat nilai waktu dengung dititik 2i memang lebih tinggi daripada titik 3i.

Dengan hasil yang telah disampaikan pada **Tabel 4.6**, sesuai dengan sub-bab 2.6 yang menyatakan bahwa nilai D50 yang direkomendasikan adalah lebih dari 65% untuk fungsi pidato.

Dengan membandingkan nilai rekomendasi dan nilai hasil pengukuran, didapatkan grafik pada **Gambar 4.11**.



Gambar 4. 11 Grafik perbandingan nilai D50 pada gedung terhadap nilai minimum D50 yang disarankan

Gambar 4.11 menyatakan bahwa nilai tingkat kejelasan suara vokal pada setiap titik pengamatan tidak ada yang mendekati nilai minimum yang direkomendasikan. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kejelasan suara vokal gedung GSN rendah dalam artian audiens tidak dapat menerima informasi dengan jelas.

4.6 Analisis Korelasi Sinyal antar Kedua Telinga atau IACC

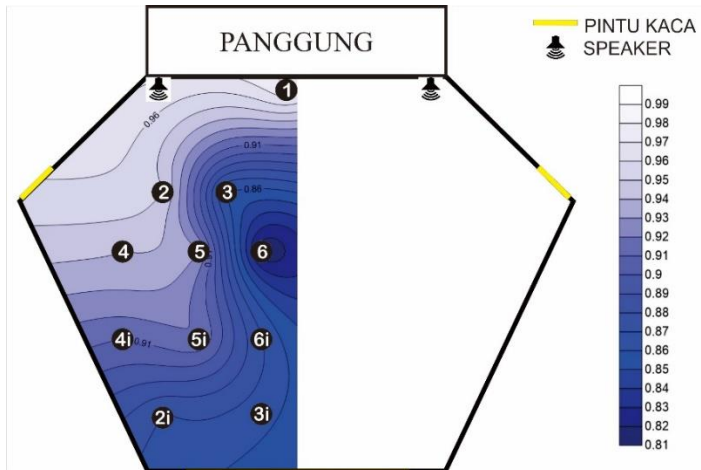
Distribusi nilai korelasi sinyal yang diterima oleh telinga kanan dan kiri akan menggambarkan kesan stereo dari bunyi yang didapatkan pada, sehingga penoton dapat mengidentifikasi arah

sumber suara. Dengan menggunakan dua microphone pada setiap titiknya, didapatkan data seperti pada **Tabel 4.7** berikut ini.

Tabel 4. 7 Persebaran Parameter IACC

Titik	IACC	
	ALL	1000
1	0.98	0.10
2	0.95	0.50
3	0.86	0.34
4	0.94	0.25
5	0.93	0.52
6	0.81	0.20
2i	0.87	0.28
3i	0.87	0.15
4i	0.91	0.13
5i	0.92	0.09
6i	0.87	0.12

Berdasarkan pada **Tabel 4.7** diatas, dapat dilakukan pemetaan nilai IACC di dalam ruangan seperti pada **Gambar 4.12** dibawah ini.



Gambar 4. 12 Persebaran parameter IACC dalam gedung

Dari **Gambar 4.12** diatas, didapatkan nilai tertinggi berada di titik pengamatan 2. Dimana titik berada didepan sumber. Maka nilai IACC yang didapatkan sangat mendekati 1. Hal ini menyatakan bahwa bunyi terdengar mono dan efek stereo ruangan menjadi tidak bagus.

Sedangkan nilai terendah berada di titik 6 dimana titik pengamatan ini terletak di bagian tengah gedung. Namun, nilai yang didapatkan juga masih jauh dari nilai 0. Sehingga masih jauh dari nilai IACC yang bagus untuk gedung auditorium multi fungsi.

Secara keseluruhan, nilai parameter akustik di GSN belum memenuhi standar nilai parameter yang direkomendasikan dan perlu dilakukan perbaikan.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran, pengamatan, dan analisa, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Nilai NC hasil pengukuran di NC 44.8 – 51.2. nilai ini menunjukkan bahwa bunyi yang harus dikeluarkan sumber untuk pengukuran adalah minimal 62 dBA
2. Nilai Parameter waktu dengung dengan waktu dengung berkisar antara 1.88-2.73 detik. Maka secara keseluruhan belum memenuhi standar waktu dengung baik untuk fungsi pidato maupun fungsi musik.
3. Nilai C80 berkisar antara -4.23 dB hingga 3.30 dB. Secara keseluruhan, masih memenuhi standar C80 untuk fungsi musik.
4. Nilai D50 yang menyatakan kejelasan suara vocal bernilai antara 48.95 % hingga 52.03 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ruangan tidak memenuhi standar D50 sebagai fungsi pidato
5. Nilai IACC berkisar antar 0.95-0.98 menyatakan bahwa nilai IACC masih jauh dari nilai 0 yang mengakibatkan bunyi terdengar mono.
6. Sebagai auditorium multifungsi, gedung GSN belum memenuhi standar untuk fungsi pidato maupun fungsi musik.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian ini yaitu perlu dilakukan studi lebih lanjut dan pengamatan lebih rinci mengenai parameter akustik pada gedung missal pada bahan bahan pembentuk gedung sehingga dapat dilakukan perbaikan kualitas akustik pada gedung.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

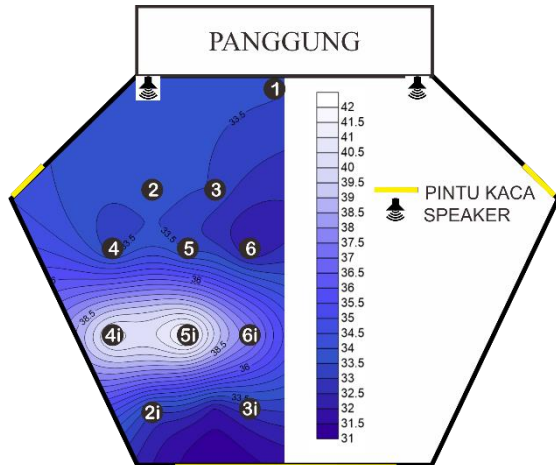
DAFTAR PUSTAKA

- Ahnert, W., & Schmidt, W. (2006). *Fundamentals to Perform Acoustical Measurements*.
- Ando, Y. (1998). *Architectural Acoustics: Blending sound source, sound fields, and listener*. Springer.
- Asmoro, W. (2007). The Determination of Acoustical Absorbing Materials in The Al-Marwah Room of Al Akbar Mosque in Surabaya using Objective Parameters Approximation. *Majalah IPTEK*, 41-48.
- Barron, M. (2009). *Auditorium Acoustics and Architectural Design*. USA: Spon Press.
- Beranek, L. L. (1957). *Revised criteria for noise in buildings*. New York: John Wiley & Sons.
- Beranek, L. L. (1960). *Noise Reduction*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Cabreara, D. (2007). Acoustic Clarity and Auditory Room Perception. *14th International Congress on Sound and Vibration*, -.
- Doelle, L. L. (1972). *Environmental Acoustic*. New York: McGraw-Hill.
- Everest, F. A. (2001). *The Master Handbook of Acoustics*. New York: McGraw Hill.
- Gjers, E. L. (2014). *Stage Acoustics in Concert Halls : a study of musician acoustical environment*. Sweden: Chalmers University of Technology.

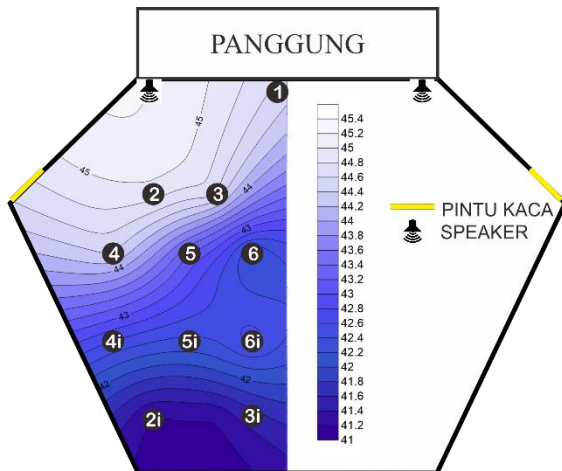
- Howard, D., & Angus, J. (2009). *Acoustics and Psychoacoustics*. USA: Elsevier Ltd.
- Indrani, H. C., Ekasiswi, S. N., & Asmoro, W. (2007). Analisis Kinerja Akustik pada Ruang Auditorium Multifungsi. *Dimensi Interior Vol. 5* , 1-11.
- Kerja, M. T. (1999). *Keputusan No. 51 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja*.
- Kondo, K. (2013). Estimation of Speech Intelligibility using Objective Measure. *Applied Acoustics* , 63-70.
- Kuttruff, H. (2000). *Room Acoustics*. USA: Spon Press.
- Prasetio, L. (2003). *Elektro Akustik*. Surabaya: Jurusan Fisika FMIPA ITS.
- Ribeirio, M. R. (2002). *Room Acoustic Quality of A Multipurpose Hall : A Case Study*. International Conference : Architectural Acoustic and Sound Reinforcement.
- Rossing, (2007). *Handbook of Acoustics*. Springer.
- Suyatno. (2016). *Pengembangan Parameter Desain Akustik Ruang Pagelaran Gamelan Jawa*. Bandung: ITB.
- Wardhana, D., & Asmoro, W. (2013). Desain Ulang Meeting Room P3AI ITS untuk Perbaikan Kuliatas Akustik Video Conference. *Jurnal Teknik POMITS*, 144-149.

LAMPIRAN A

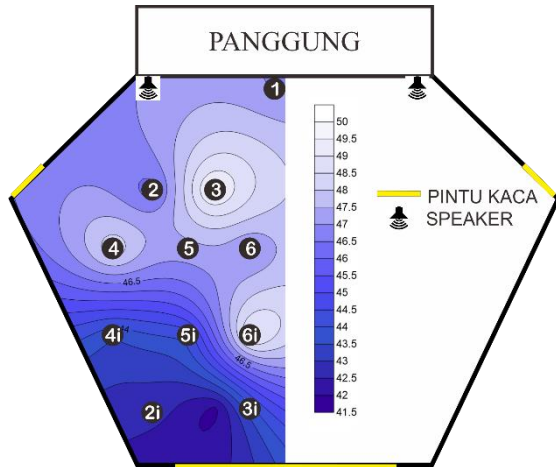
PERSEBARAN BISING LATAR BELAKANG



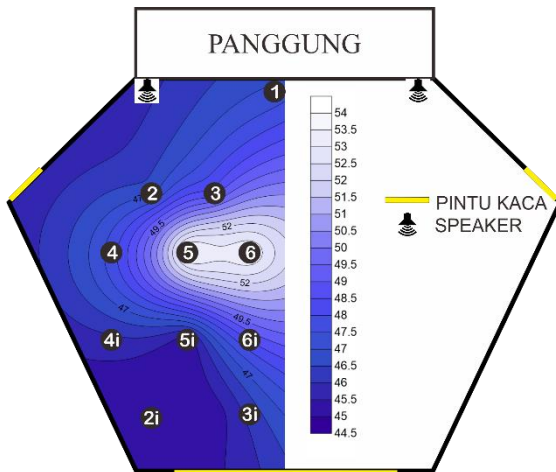
Gambar A. 1 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 63 Hz



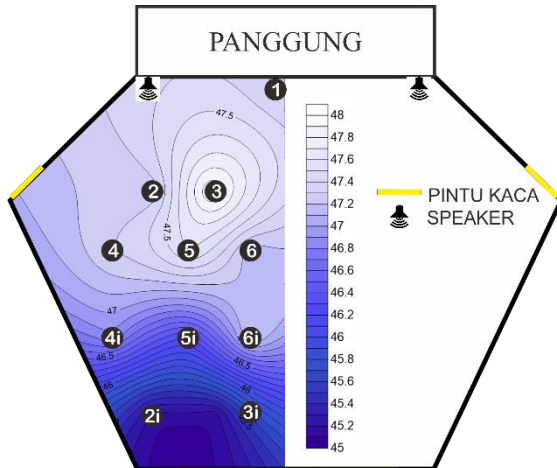
Gambar A. 2 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 125 Hz



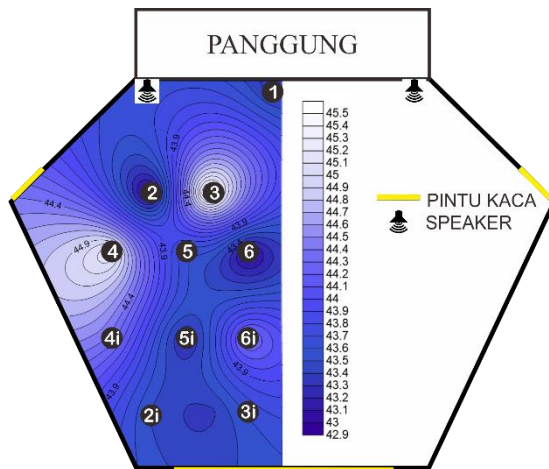
Gambar A. 3 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 250 Hz



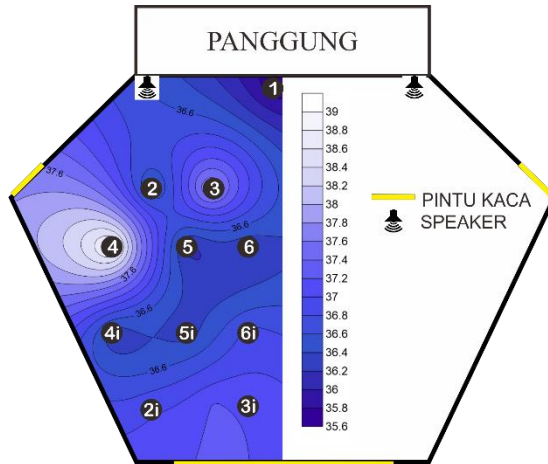
Gambar A. 4 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 500 Hz



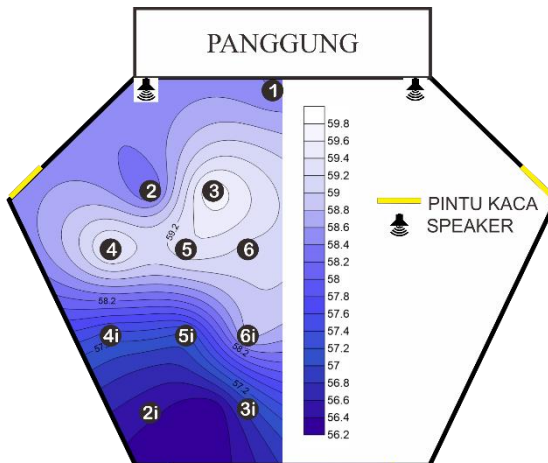
Gambar A. 5 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 1000 Hz



Gambar A. 6 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 2000 Hz



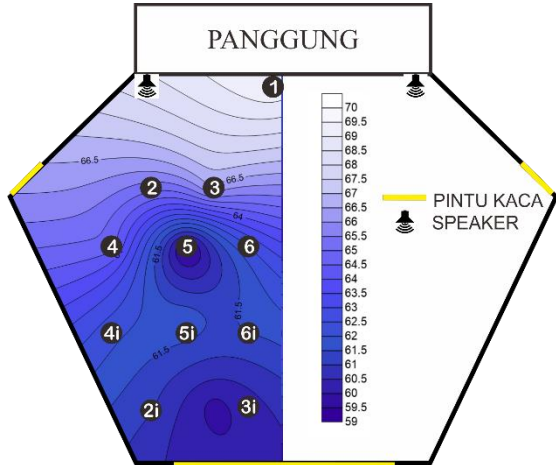
Gambar A. 7 Persebaran bising latar belakang pada frekuensi 4000 Hz



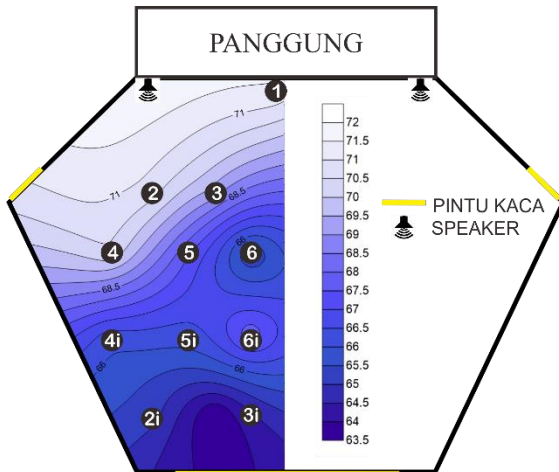
Gambar A. 8 Persebaran bising latar belakang pada all frekuensi

LAMPIRAN B

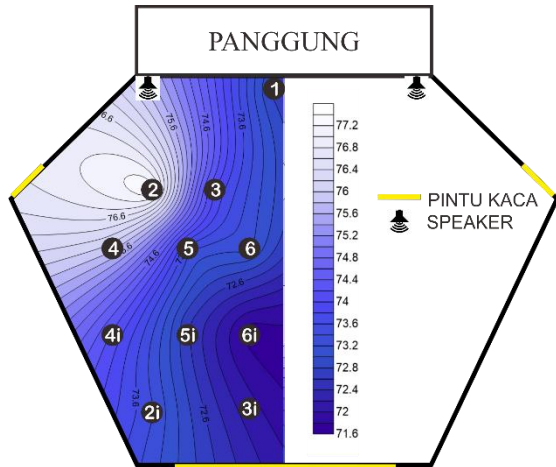
PERSEBARAN TINGKAT TEKANAN BUNYI



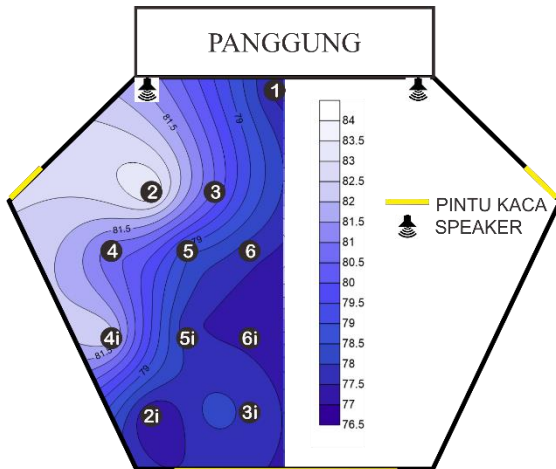
Gambar B. 1 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 63 Hz



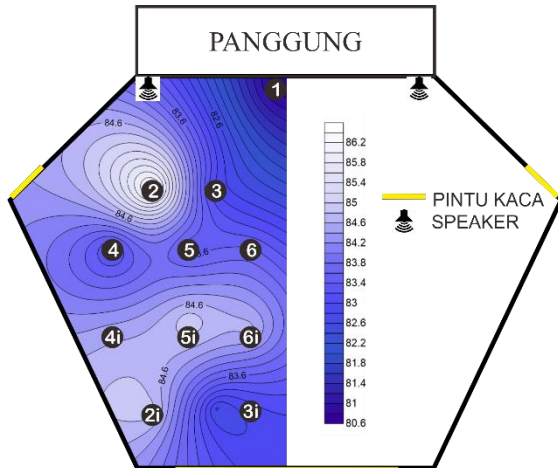
Gambar B. 2 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 125 Hz



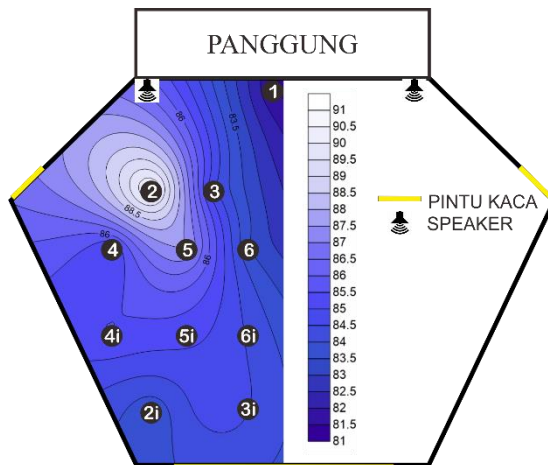
Gambar B. 3 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 250 Hz



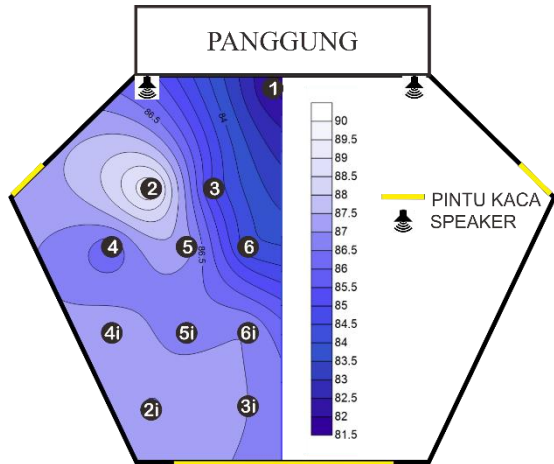
Gambar B. 4 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 500 Hz



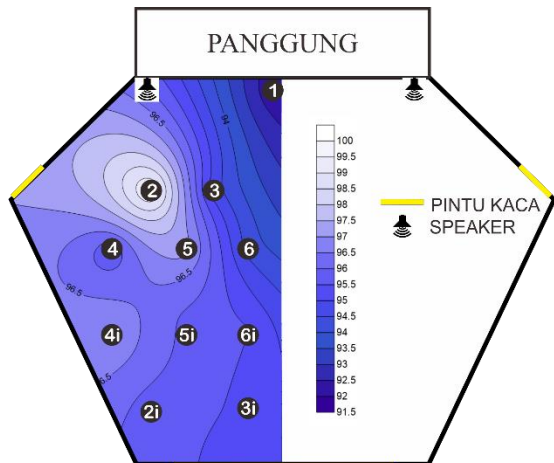
Gambar B. 5 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 1000 Hz



Gambar B. 6 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 2000 Hz



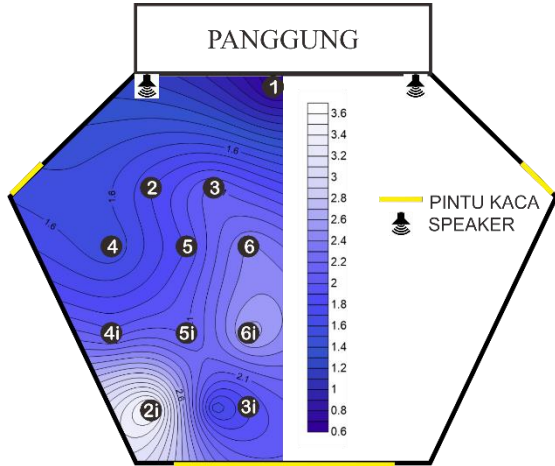
Gambar B. 7 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 4000 Hz



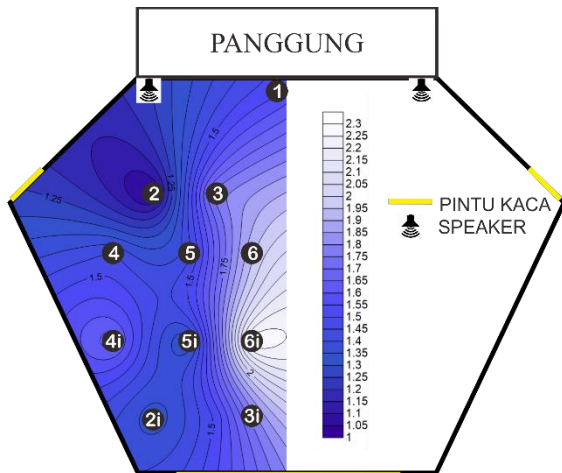
Gambar B. 8 Persebaran tingkat tekanan bunyi pada all frekuensi

LAMPIRAN C

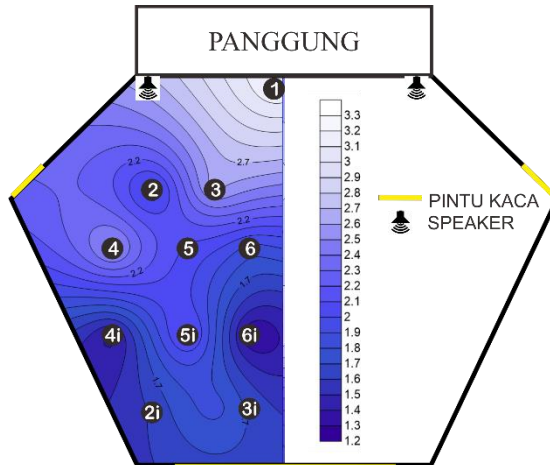
PERSEBARAN WAKTU DENGUNG



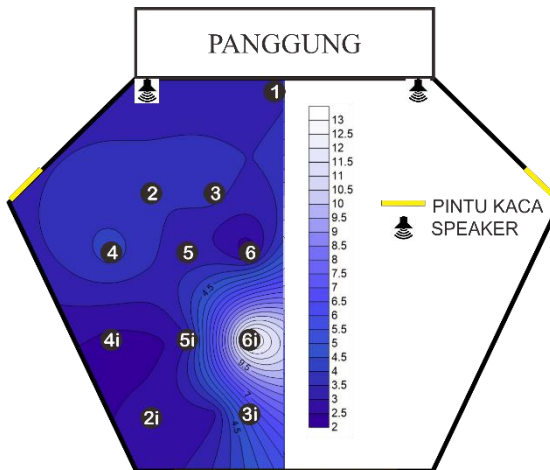
Gambar C. 1 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 63 Hz



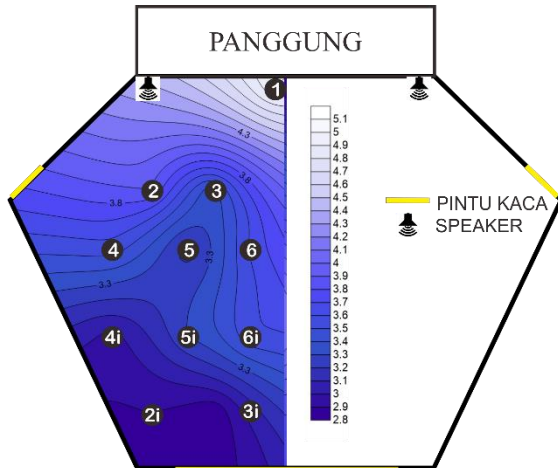
Gambar C. 2 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 125 Hz



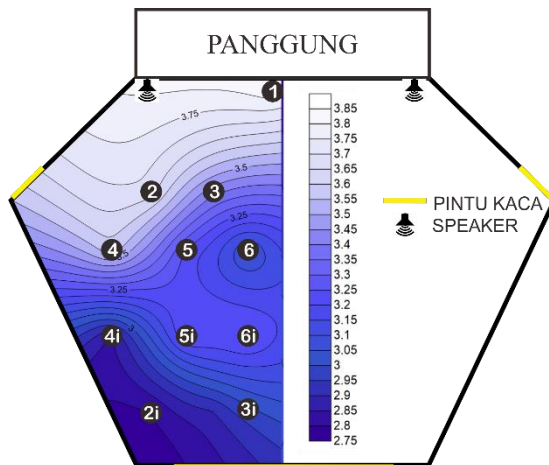
Gambar C. 3 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 250 Hz



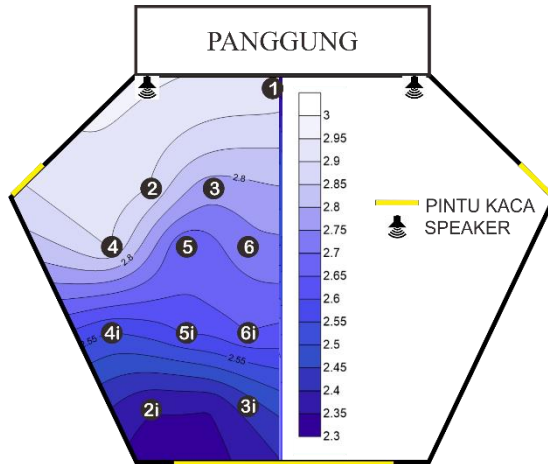
Gambar C. 4 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 500 Hz



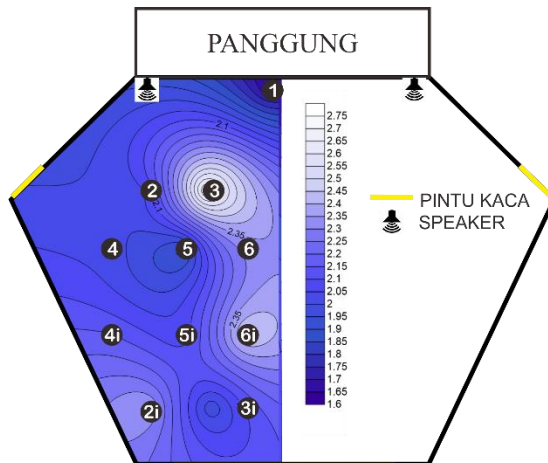
Gambar C. 5 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 1000 Hz



Gambar C. 6 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 2000 Hz



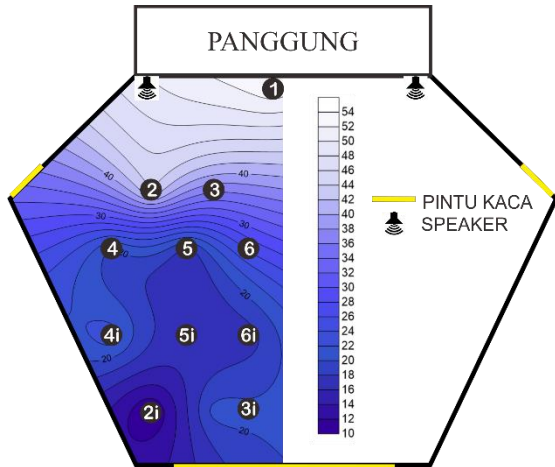
Gambar C. 7 Persebaran parameter waktu dengung pada frekuensi 4000 Hz



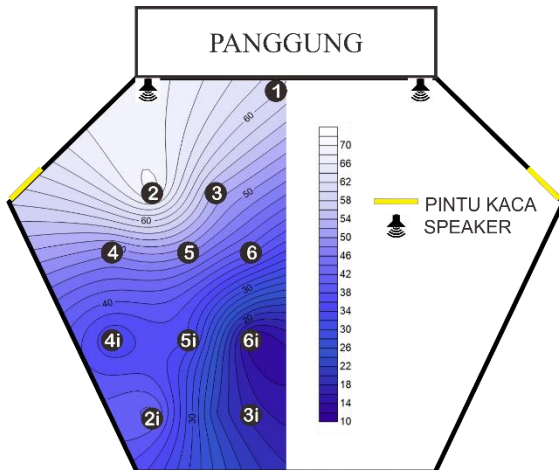
Gambar C. 8 Persebaran parameter waktu dengung pada all frekuensi

LAMPIRAN D

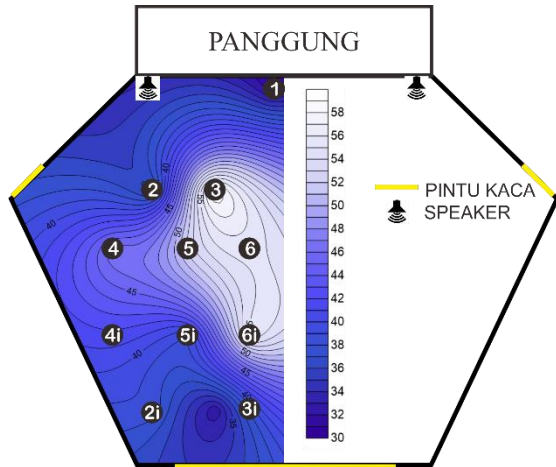
PERSEBARAN PARAMETER D50



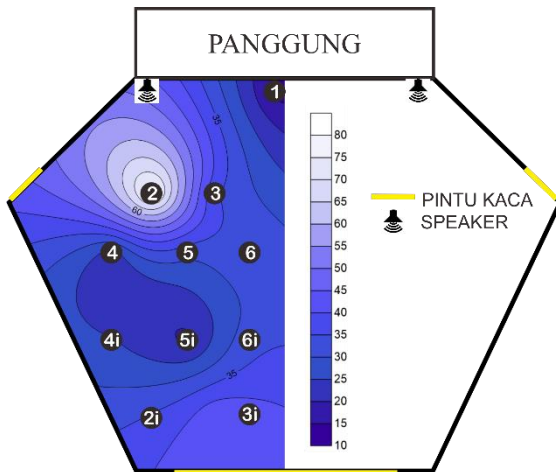
Gambar D. 1 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 63 Hz



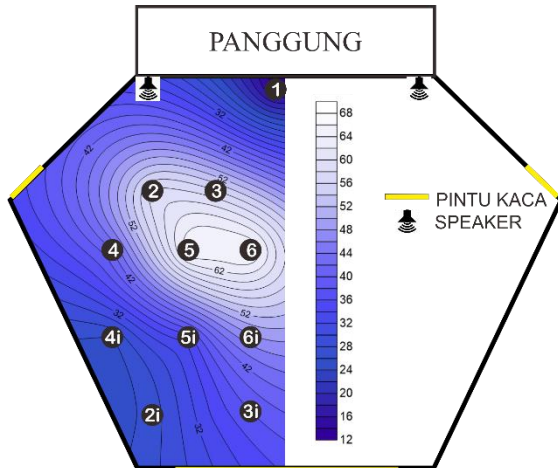
Gambar D. 2 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 125 Hz



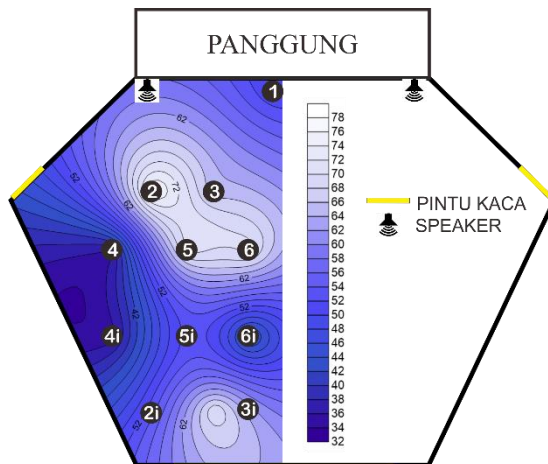
Gambar D. 3 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 250 Hz



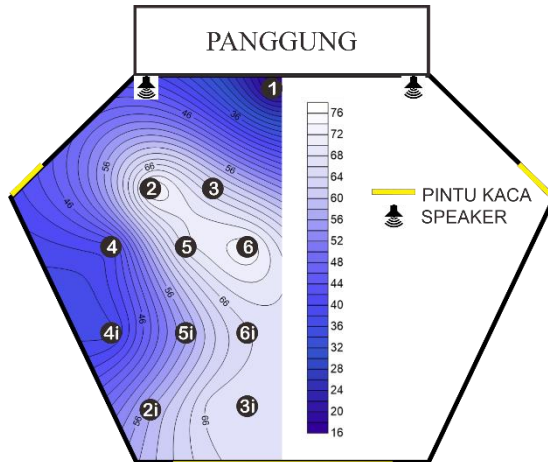
Gambar D. 4 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 500 Hz



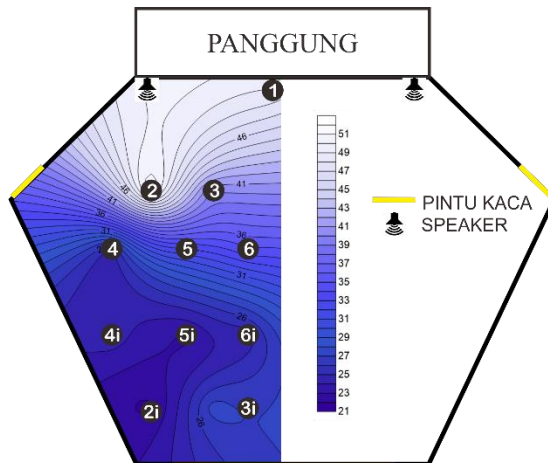
Gambar D. 5 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 1000 Hz



Gambar D. 6 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 2000 Hz



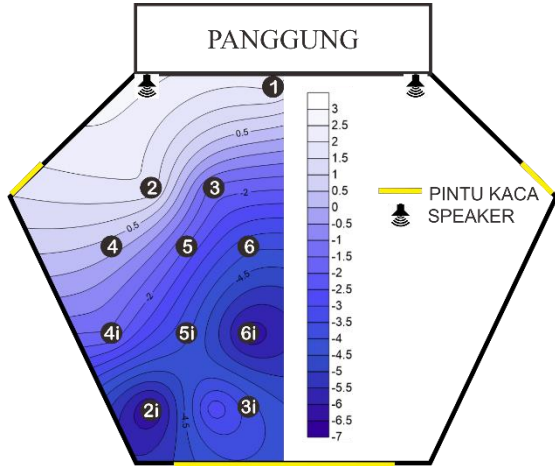
Gambar D. 7 Persebaran parameter D50 pada frekuensi 4000 Hz



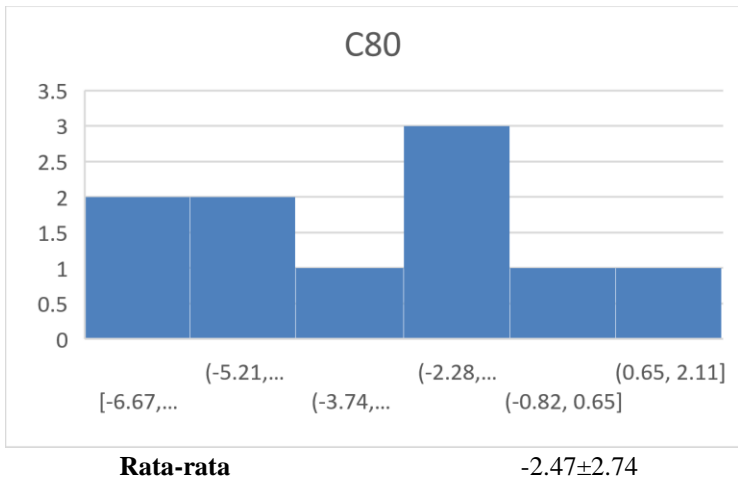
Gambar D. 8 Persebaran parameter D50 pada all frekuensi

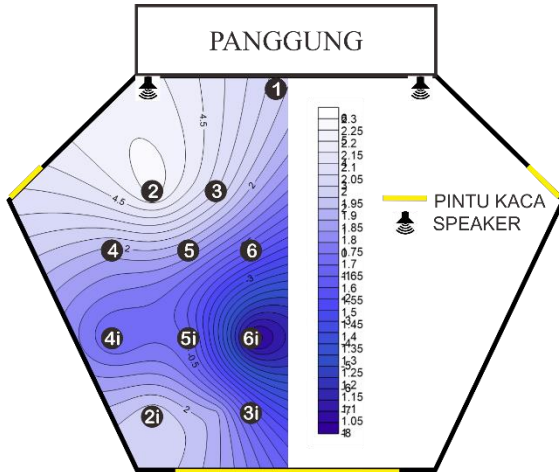
LAMPIRAN E

PERSEBARAN PARAMETER C80

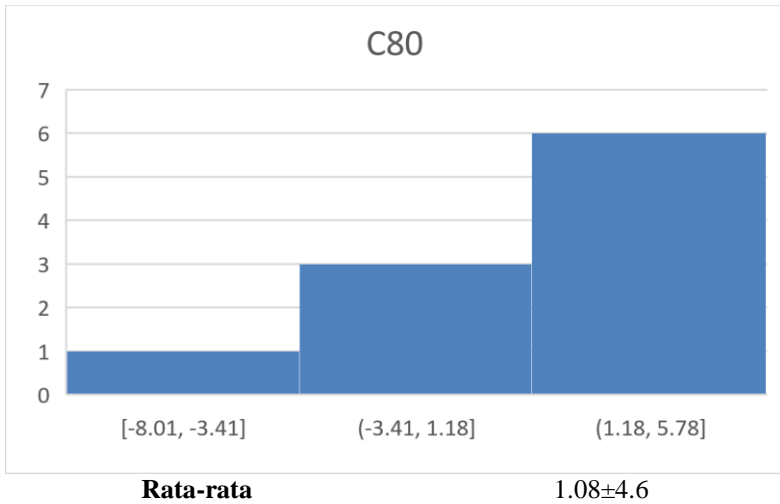


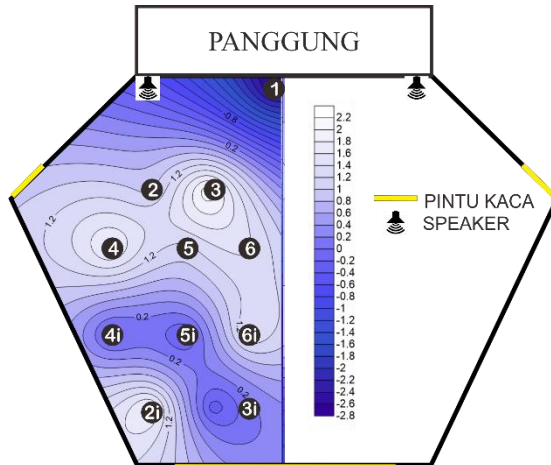
Gambar E. 1 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 63 Hz



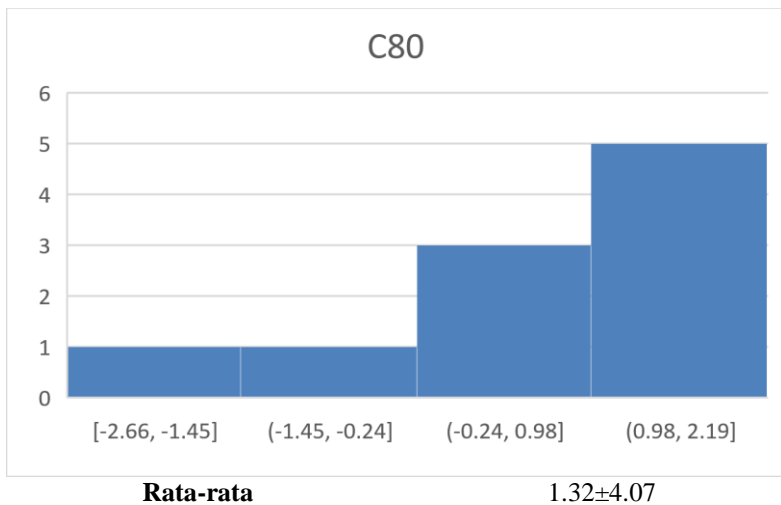


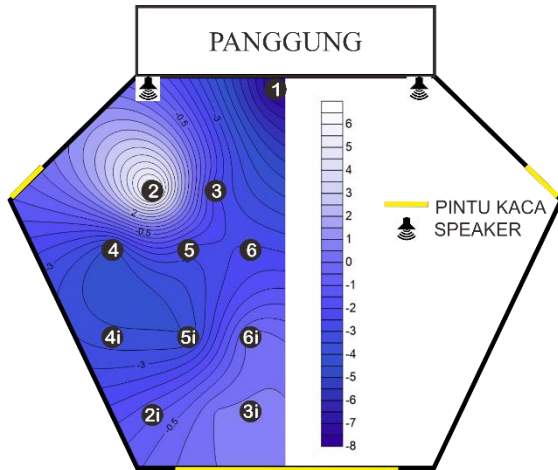
Gambar E. 2 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 125 Hz



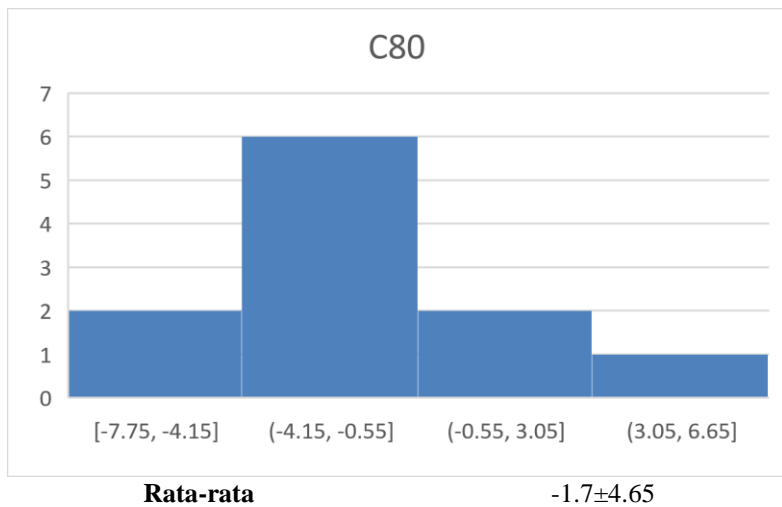


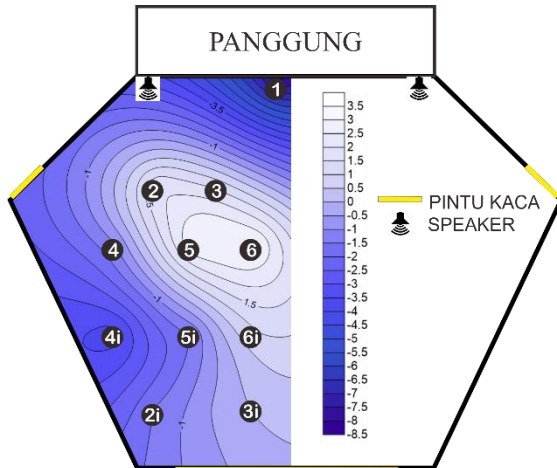
Gambar E. 3 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 250 Hz



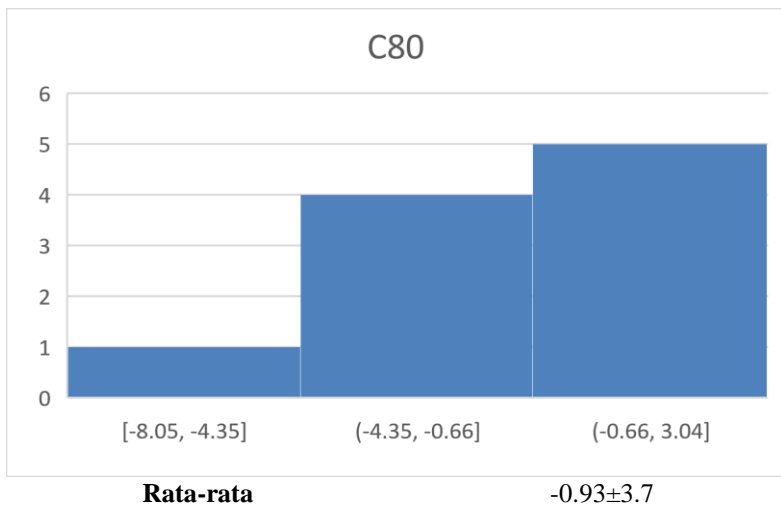


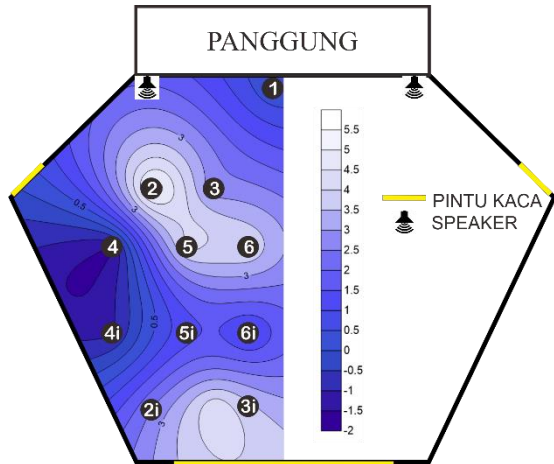
Gambar E. 4 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 500 Hz



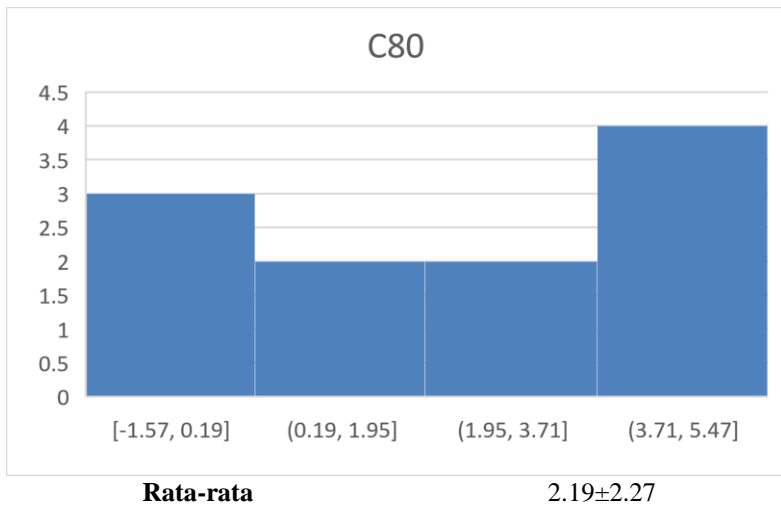


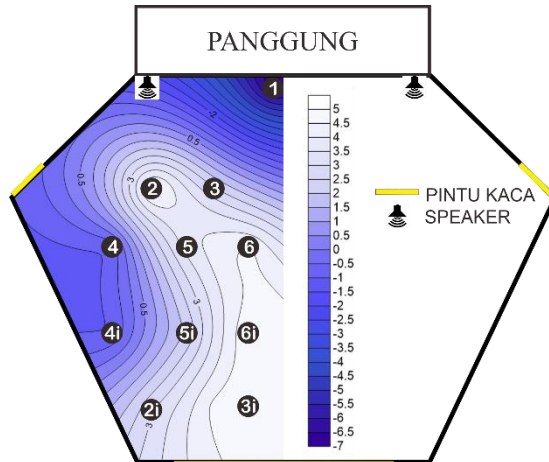
Gambar E. 5 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 1000 Hz



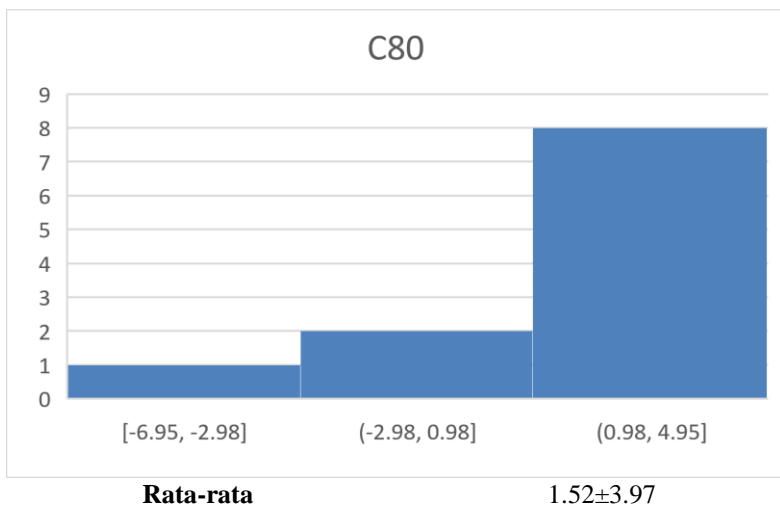


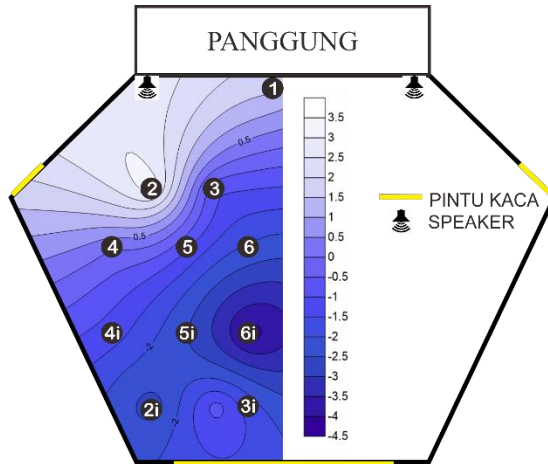
Gambar E. 6 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 2000 Hz



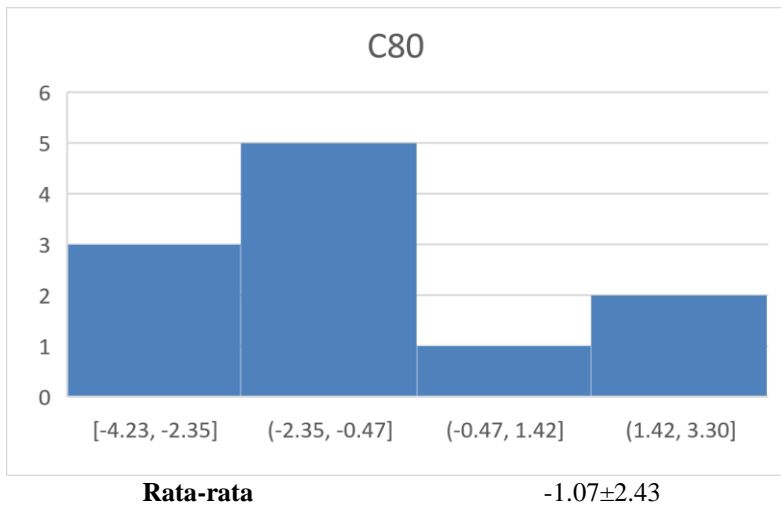


Gambar E. 7 Persebaran parameter C80 pada frekuensi 4000 Hz



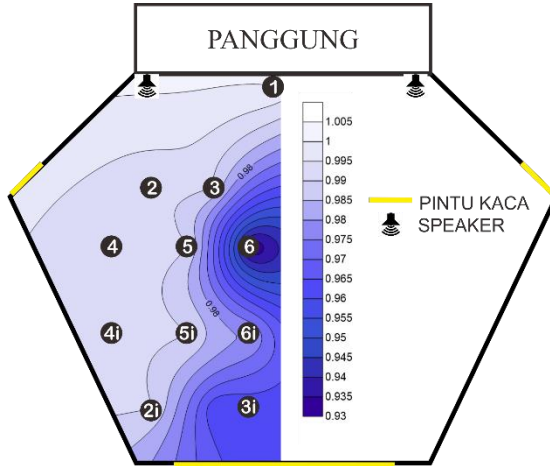


Gambar E. 8 Persebaran parameter C80 pada all frekuensi

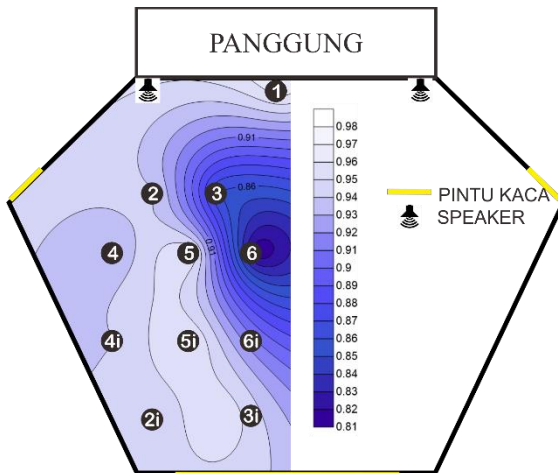


LAMPIRAN F

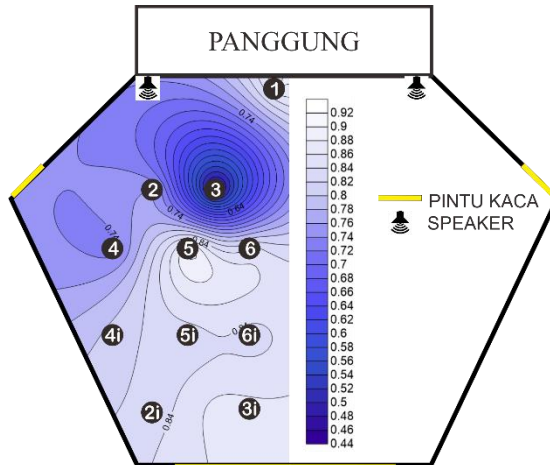
PERSEBARAN PARAMETER IACC



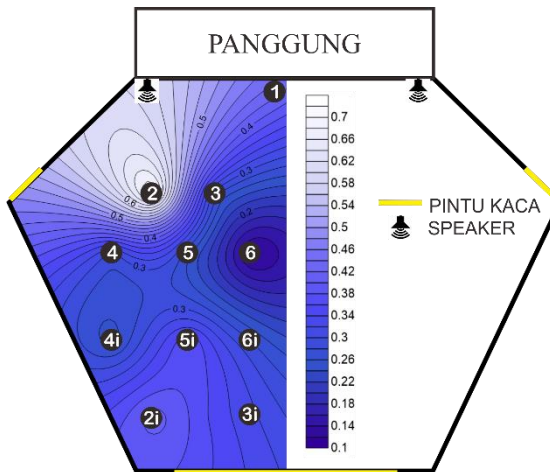
Gambar F. 1 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 63 Hz



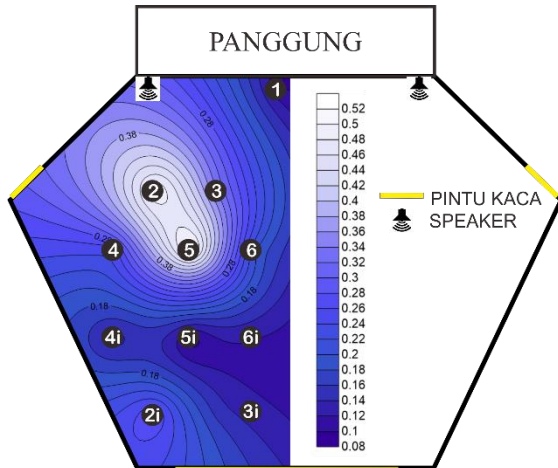
Gambar F. 2 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 125 Hz



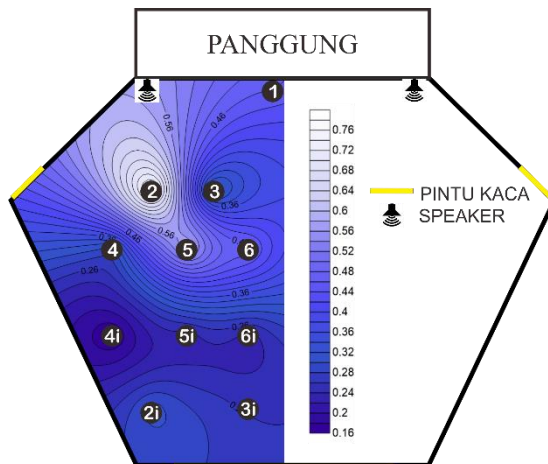
Gambar F. 3 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 250 Hz



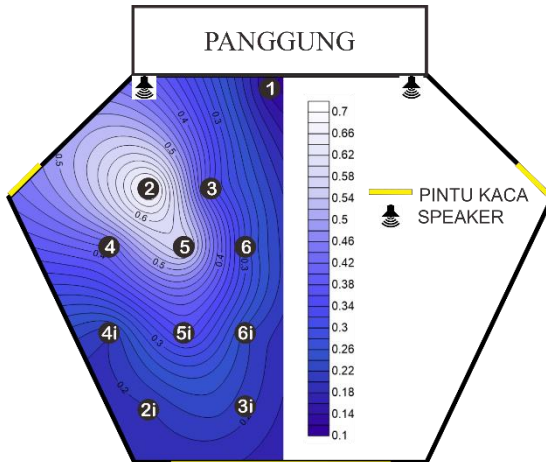
Gambar F. 4 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 500 Hz



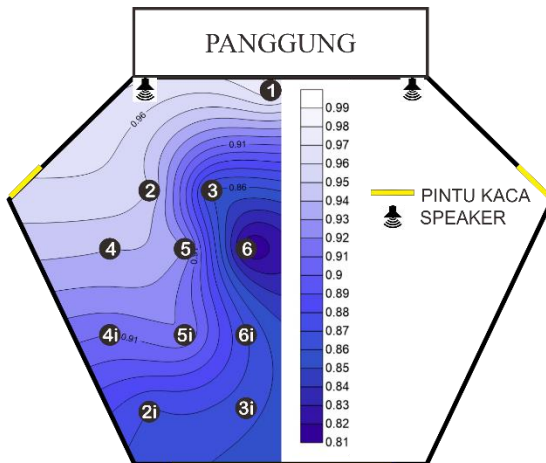
Gambar F. 5 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 1000 Hz



Gambar F. 6 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 2000 Hz



Gambar F. 7 Persebaran parameter IACC pada frekuensi 4000 Hz



Gambar F. 8 Persebaran parameter IACC pada all frekuensi

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Pasuruan, pada tanggal dan bulan yang sama dengan Bapak Presiden ke-3 Bapak B.J Habibie yaitu pada 25 Juni, di tahun 1995. Dilahirkan dengan nama lengkap Befie Kurnia Abdi Sumadyo, penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara yang lahir dari pasangan Bapak Joni Suparman dan Ibu Khoiriyah. Penulis menempuh Pendidikan formal antara lain di TK Darma Wanita Bukir, SDN Sebani, SMPN 2 Pasuruan, dan MAN 3 Malang. Penulis juga menempuh Pendidikan non-formal pada tahun 2005-2010 di “IYI (*Profesional English Speaking*)”, Pasuruan dan di Ma’had Al-Qalam MAN 3 Malang. Penulis dibesarkan di Pasuruan, kemudian sempat menempuh Pendidikan sekolah-pesantren di Malang yang kemudian mengantarkan penulis untuk menjadi mahasiswa Fisika di ITS. Selama menjalani masa belajar di Fisika ITS, penulis aktif sebagai Asisten Laboratorium Akustik tahun 2016, penulis juga aktif dalam beberapa organisasi, diantaranya Staf PSDM HIMASIKA ITS 2014/2015, Sekertaris Departemen SRD HIMASIKA ITS 2015/2016. Harapan penulis adalah agar karya ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca dan menjadi kontribusi penulis dalam kebermanfaat pada bidang yang penulis dalami. (kurniabefie@gmail.com)