



TUGAS AKHIR - SF141501

**EVALUASI PARAMETER AKUSTIK RUANG PADA
TEMPAT DUDUK PENONTON LAPANGAN BASKET DBL
ARENA SURABAYA**

**BASKORO ISMAIL MUMPUNI ARTI
NRP 0111144000033**

**Dosen Pembimbing
Dr. Suyatno M.Si
Susilo Indrawati M.Si**

**Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



TUGAS AKHIR - SF141501

**EVALUASI PARAMETER AKUSTIK RUANG PADA
TEMPAT DUDUK PENONTON LAPANGAN BASKET DBL
ARENA SURABAYA**

**BASKORO ISMAIL MUMPUNI ARTI
NRP 0111144000033**

**Dosen Pembimbing
Dr. Suyatno M.Si
Susilo Indrawati M.Si**

**Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT - SF141501

**EVALUATION OF SEATING AUDIENCE DBL ARENA
BASKETBALL FIELD ON ACOUSTICS PERFORMANCE**

**BASKORO ISMAIL MUMPUNI ARTI
NRP. 0111144000033**

**Advisor
Dr. Suyatno M.Si
Susilo Indrawati M.Si**

**Department of Physics
Faculty of Mathematics and Natural Science
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI PARAMETER AKUSTIK RUANG PADA
TEMPAT DUDUK PENONTON LAPANGAN BASKET
DBL ARENA SURABAYA**

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

Oleh :
BASKORO ISMAIL MUMPUNI ARTI
NRP 0111144000033

Disetujui oleh Tim Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Suyatno M.Si
NIP. 19760620200212.1.004



(.....)

Susilo Indrawati M.Si
NIP. 110020130.1.001



(.....)

Surabaya, Juli 2018



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**EVALUASI PARAMETER AKUSTIK RUANG PADA
TEMPAT DUDUK PENONTON LAPANGAN BASKET
DBL ARENA SURABAYA**

Nama : Baskoro Ismail Mumpuni Arti
NRP : 01111440000033
Jurusan : Fisika, FMIPA ITS
Pembimbing : Dr. Suyatno M.Si
Susilo Indrawati M.Si

Abstrak

Sebuah lapangan basket harus memiliki parameter akustik yang baik agar *audience* bisa menikmati pertandingannya. Parameter akustik meliputi *Noise Criteria*(NC), persebaran *Sound Pressure Level* (SPL), Waktu Dengung, nilai kejelasan *speech*(D50) dan nilai kejelasan suara musik(C80). Pengukuran dilakukan pada tempat duduk penonton yang berada pada tribun serta sekitar lapangan. Dari hasil pengukuran dan analisa didapat bahwa lapangan basket DBL Arena memiliki nilai NC 52-69 yang seharusnya hanya berkisar 45-55. Nilai NC yang belum sesuai ini terjadi karena banyaknya suara dari luar gedung yang masuk ke dalam lapangan. Nilai persebaran SPLnya belum merata dengan selisih SPL titik terjauh dengan titik terdekat sebesar 15 dBA untuk speaker posisi 1 dan 10 dBA untuk speaker posisi 2. SPL yang belum merata dikarenakan ruangan besar dan juga adanya *standing wave*. Sementara nilai waktu dengung berkisar antara 2.2 s- 2.4 s, yang seharusnya ≤ 1.8 S. Nilai waktu dengung besar dikarenakan volume ruangan yang besar serta ruangan yang bergema. Nilai Standar C80 yang dicapai 50% dari Total 46 Titik pengukuran . Nilai Standar D50 hanya dicapai 41% dari Total 46 Titik pengukuran. Berdasarkan hasil parameter akustik ruang yang telah diukur, maka Tempat Duduk Penonton Lapangan Basket DBL Arena belum memenuhi standar akustik yang direkomendasikan dan perlu dilakukan perbaikan.

Kata kunci : *Parameter Akustik, Waktu Dengung, Tempat Duduk Penonton*

EVALUATION OF SEATING AUDIENCE DBL ARENA SURABAYA BASKETBALL FIELD ON ACOUSTICS PERFORMANCE

Name : Baskoro Ismail Mumpuni Arti
NRP : 01111440000033
Major : Fisika, FMIPA ITS
Advisor : Dr. Suyatno M.Si
Susilo Indrawati M.Si

Abstract

A basketball court must have good acoustic parameters for the audience to enjoy the game. Acoustic parameters include Noise Criteria (NC), Distribution of Sound Pressure Level (SPL), Reverberation Time, speech clarity value (D50) and musical clarity value (C80). Measurements are made on the seats of spectators in the stands as well as around the field. From the results of the measurement and analysis found that the DBL Arena basketball field has a value of NC 55-65 which should only range from 45-55. NC values that have not good enough because of the large number of noise from outside of the building get into the field. The SPL spread value is not evenly distributed well by SPL difference of farthest point with the closest point are 15 dBA for 1st Speaker Position and 10dBA for 2nd Speaker Positions. SPL is not evenly distributed well due to large room and standing wave. While the value of the reverberation time ranges is from 2.2 s- 2.4 s, it should be ≤ 1.8 S. The large value of reverberation time is due to the large volume of the room and the echoing room. C80 Standard Value achieved 50% of Total 46 Point measurement. The D50 Standard value is only achieved 41% of the Total 46 Point measurements. Based on the measured acoustic parameters of the space, the DBL Arena Basketball Seating Audience does not meet the recommended acoustic standards and needs to be improved.

Keywords: Acoustics Parameter, Reverberation Time, Seating Audience

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sebagai syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana departemen Fisika FIA ITS dengan judul:

“EVALUASI PARAMETER AKUSTIK RUANG PADA TEMPAT DUDUK PENONTON LAPANGAN BASKET DBL ARENA SURABAYA”

Penulis menyadari dengan terselesaikannya penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.
2. Orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan do'a serta dukungan moral, spiritual dan motivasi terhadap keberhasilan penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Diky Anggoro, M.Si selaku dosen wali yang selalu memberikan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan.
4. Bapak Dr. Suyatno M.Si dan Ibu Susilo Indrawati M.Si, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa memberikan bimbingan, wawasan, dan pemantauan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar.
5. Ibu Lea Prasetyo sebagai dosen elektro akustik dan fisika bangunan yang menjadi ilmu dasar dalam penyelesaian tugas akhir yang bertema akustik ruangan
6. Bapak Dr. Yono Hadi Pramono M,si selaku Ketua Departemen dan Bapak Dr.rer.nat Eko Minarto selaku Sekretaris Departemen Fisika FMIPA ITS.
7. Seluruh Staff Pengajar di Departemen Fisika ITS, Kepala Laboratorium Instrumentasi, Kepala Laboratorium Instrumentasi Akustik, dan juga segenap staff Tata Usaha yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman di Lab. Akustik yang selama ini saling mendukung untuk produktif antara lain Mas Haikal, Mas

Sholeh, Mbak Masalah, Retno, Dita dan masih banyak lagi yang telah membantu dan memotivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

9. Teman-teman yang saling menemani dalam mengerjakan tugas akhir yaitu Nusur, Kasyfil, Mas Raher dan lain-lain
10. Penyedia Gizi untuk tubuh penulis diantaranya Mbak Sieh, Pak Pon, Mak Ijah, Warung Bio dan lain-lain
11. Para pendahulu lab Akustik Mas Jebon, Mbak Aul, Mbak Widi, Mas Adib, Mbak Befie, Mbah To dan lainnya yang sudah memberikan bimbingan dengan sepenuh hati.
12. Sahabat-sahabat penulis yaitu Jalud, Erya, Rifqi, Kak Bona, Kak Madhan, Ivan, Miftah dan lainnya yang selalu mendukung penulis dimanapun berada
13. Teman-teman Smansa Balikpapan Chapter ITS diantaranya ada askar, arum, hani, lika, deye, mayasti, yudhis, diwa, dan lain-lain yang telah menjadi teman merantau
14. Teman-teman BEM ITS Berani dan Wahana Juang antara lain Freda, Mas Ifan, Mas Coco, Agis, Fauzan, Mas Galih , Damar, Mas Salman, Mas Zein dan lainnya yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan tugas akhirnya
15. Teman-teman “Antares” Fisika 2014 dengan komitmennya SB2K yang telah memberikan semangatnya kepada penulis selama kuliah, pengerjaan tugas akhir hingga sampai tua nanti.
16. Pak Mario, Bu Yenny, Pak Andy, Mas Bagus, Mbak April dan karyawan lain di CV Sinar Baja Elektrik, terimakasih telah membimbing dan memberikan ilmu serta pengalamannya di perusahaan Produksi Speaker .

Penulis menyadari atas keterbatasan ilmu pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki, oleh karena itu penulis akan menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan serta memberikan inspirasi bagi pembaca untuk dapat mengembangkan bidang akustik ruang di Indonesia

Surabaya, 9 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	iii
HALAMAN JUDUL.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vi
Abstrak.....	ix
Abstract.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xixvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan Laporan.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Gelombang suara.....	5
2.2 Sound Pressure Level.....	6
2.3 Background Noise.....	8
2.4 Parameter Akustik Ruang.....	10
2.5 Standar Akustik Ruangan Olahraga.....	13
BAB III METODOLOGI.....	15
3.1 Tahap-tahap Penelitian.....	15
3.2 Tahap Observasi Awal.....	16
3.3 Tahap Persiapan.....	18
3.4 Tahap Pengambilan Data.....	19
3.5 Tahap Pengolahan Data.....	21
3.6 Tahap Analisa Data.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Background Noise (BN).....	23

4.2 Analisa Persebaran SPL di Tribun.....	27
4.3 Analisa Nilai Waktu Dengung.....	29
4.4 Analisa Nilai C80.....	32
4.5 Analisa Nilai D50.....	35
BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN	39
4.1 Kesimpulan.....	39
4.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	43
BIOGRAFI PENULIS.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekomendasi nilai Noise Criteria (NC) untuk fungsi tertentu(www.engineeringtoolbox.com).....	10
Tabel 2. 1 Rekomendasi nilai Noise Criteria (NC) untuk fungsi ruangan tertentu(www.engineeringtoolbox.com)	10
Tabel 4.1 Nilai BN pada All freq dan Freq 1000	25

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Propagasi Gelombang Sinus (Sumber: Howard, 2009).....	5
Gambar 2. 2 Jenis-jenis SPL dengan rentangnya (Sumber: Jacobsen dkk, 2011).....	7
Gambar 2. 3 Kurva NC (Ermann, 2015).....	9
Gambar 2. 4 Proses terjadinya waktu dengung.....	11
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	15
5	
Gambar 3. 2 Tampilan sisi Lapangan DBL Arena.....	166
Gambar 3. 3 Sisi Lapangan yang diukur berserta titik ukur.....	17
Gambar 3. 4 Posisi Mic Pengukuran	17
Gambar 3. 5 BN Luar hasil observasi awal	18
Gambar 3. 6 Skema Alat Pengukuran BN	19
Gambar 3. 7 Skema Alat Pengukuran SPL.....	20
Gambar 3. 8 Skema Alat Pengukuran IR.....	20
Gambar 4. 1 BN luar hasil observasi awal.....	23
Gambar 4. 2 Grafik pengukuran NC awal	24
Gambar 4. 3 BN All frekuensi di dalam tribun.....	26
Gambar 4. 4 Ventilasi Gedung DBL Arena.....	26
Gambar 4. 5 Gambar posisi titik pengukuran	27
Gambar 4. 6 Pemetaan SPL Posisi Speaker 1 pada All Frekuensi	28
Gambar 4. 7 Pemetaan SPL Posisi Speaker 2 pada All Frekuensi.	29
Gambar 4. 8 Pemetaan waktu dengung Posisi peledakan balon 1 pada All Frekuensi.	30
Gambar 4. 9 Potongan posisi sumber suara 1	31
Gambar 4. 10 Pemetaan waktu dengung Posisi peledakan balon 2 pada All Frekuensi	31
Gambar 4. 11(a) Nilai Parameter C80 tiap titik dengan sumber ledakan balon 1 pada All Frekuensi.....	33
Gambar 4. 11(b) Pemetaan C80 Posisi peledakan balon 1 pada All Frekuensi	33

Gambar 4. 12(a) Nilai Parameter C80 tiap titik dengan sumber ledakan balon 2 pada All Frekuensi.....	34
Gambar 4. 12(b) Pemetaan C80 Posisi peledakan balon 1 pada All Frekuensi 2	35
Gambar 4. 13(a) Pemetaan D50 Posisi peledakan balon 1 pada All Frekuensi.....	36
Gambar 4.13(b) Pemetaan D50 Posisi peledakan balon 2 pada All Frekuensi.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Background Noise.....	43
Lampiran 2 Sound Pressure Level(Posisi Speaker 1)	44
Lampiran 3 Sound Pressure Level(Posisi Speaker 2)	48
Lampiran 4 Waktu Dengung(Posisi Sumber 1)	52
Lampiran 5 Waktu Dengung(Posisi Sumber 2)	56
Lampiran 6 C80(Posisi Sumber 1)	60
Lampiran 7 C80(Posisi Sumber 2)	64
Lampiran 8 D50(Posisi Sumber 1)	68
Lampiran 9 D50(Posisi Sumber 2)	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam membangun suatu bangunan, banyak parameter yang perlu diperhatikan salah satunya adalah parameter akustik ruangan. Akustik ruangan merupakan parameter yang menentukan apakah suatu ruangan nyaman pada saat berbicara dan mendengar. Beberapa parameter akustik ruangan adalah distribusi *Sound Pressure Level*(SPL) , waktu dengung dan kejelasan suara. Salah satu dari ruangan yang membutuhkan distribusi parameter akustik adalah lapangan basket (gedung olahraga).

Dalam pertandingan basket banyak suara yang terjadi seperti suara bola ketika sedang dalam permainan, suara musik *theme* basket, teriakan supporter, suara *cheerleader* dan suara lainnya. Aspek kementerian akan muncul apabila suara-suara tersebut memiliki tingkat kejelasan yang sesuai dengan standar. Tetapi jika suara-suara tersebut tidak memiliki kejelasan suara yang sesuai standar maka hanya akan menjadi *noise* yang mengganggu pemain dan penonton dalam lapangan.

Berdasarkan buku panduan FIBA, kejelasan *speech* dari komentator dan pengumuman tanpa mengganggu pemain beserta *official* lainnya yang berada di lapangan menjadi salah satu unsur yang harus terpenuhi sehingga pemain dapat memahami instruksi dari *bench* maupun *official*.

Salah satu dari lapangan basket yang ada di Indonesia adalah Development Basketball League Arena atau biasanya disingkat DBL Arena yang berada di jalan Ahmad Yani 88, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia. Gedung ini dimiliki oleh Jawa Pos Grup dan dioperasikan oleh PT DBL Indonesia. Lapangan Basket DBL Arena berada di Lantai 2 Gedung DBL Arena. Selain

dipakai untuk pertandingan basket DBL Arena ini juga dipakai untuk *Gathering*, Seminar dan Konser Musik. Saat ini pemasangan speaker di atas tribun yang dilakukan oleh pengelola DBL Arena belum mampu memberikan hasil yang maksimal. Pemasangan sistem tata suara elektronik yang kurang sesuai dengan karakteristik ruang dapat berdampak pada kualitas akustik menjadi lebih buruk. Dari hal ini maka perlu dilakukan evaluasi berupa evaluasi ruang dan evaluasi sistem tata suara. Sebelum mengevaluasi sistem tata suara, kita harus mengetahui terlebih dahulu apakah ruangan sudah memiliki parameter akustik ruangan yang baik atau belum. Berlatar belakang inilah maka pada penelitian tugas akhir ini dilakukan Evaluasi parameter akustik ruang pada tempat duduk penonton lapangan basket DBL Arena Surabaya.

1.2 Rumusan Permasalahan

Rumusan masalah yang ada pada penelitian tugas akhir ini adalah Bagaimana karakteristik akustik ruang dari DBL Arena yang meliputi *Noise Criteria*(NC), persebaran *Sound Pressure Level*(SPL), Waktu Dengung(RT), *Clarity* (C80), dan *Definition* (D50) pada tempat duduk penonton sehingga kedepan dapat dilakukan perbaikan kualitas akustik di area ruang penonton maupun di area pemain

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah Mengetahui karakteristik akustik ruang dari DBL Arena yang meliputi *Noise Criteria*(NC), persebaran *Sound Pressure Level*(SPL), Waktu Dengung(RT), *Clarity* (C80), dan *Definition* (D50) pada tempat duduk penonton, sehingga kedepan dapat dilakukan perbaikan kualitas akustik ruang di area penonton maupun di area pemain

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagian lapangan yang akan diteliti adalah tempat duduk penonton
2. Parameter akustik ruang yang diamati adalah *Backgorund Noise*, persebaran SPL, waktu dengung, D50, dan C80
3. Rentang frekuensi yang digunakan dalam pengamatan adalah 1 Oktaf
4. Menggunakan Speaker tipe *Omnidirectional*
5. Pengukuran dilakukan di waktu siang hari pada jam 12.00-15.00 WIB
6. Pengukuran dilakukan dengan kondisi tanpa *audience*

1.5 Sistematika Penulisan Laporan

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 Penelitian

Manfaat yang akan didapat dari penelitian tugas akhir ini antara lain:

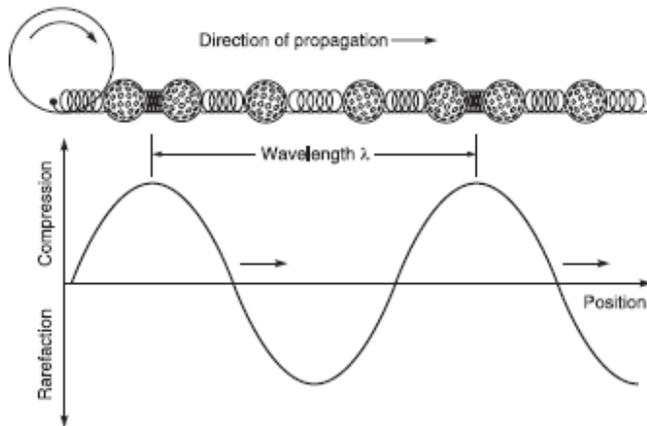
1. Dapat dijadikan sebagai rekomendasi perbaikan desain pada lapangan basket DBL Arena
2. Dapat dijadikan role model lapangan basket indoor dengan akustik ruang yang baik di indonesia

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II DASAR TEORI

2.1 Gelombang Suara

Gelombang adalah getaran yang merambat melalui suatu medium. Sebagai salah satu jenis gelombang, gelombang suara jika dilihat secara fisis merupakan sebuah gangguan mekanis pada suatu medium. Gelombang suara digambarkan dengan grafik gelombang sinus. Pada Gambar 2.1 di bawah merupakan propagasi dari gelombang sinus.



Gambar 2.1 Propagasi Gelombang Sinus
(Sumber: Howard, 2009)

Sebagai bentuk getaran, gelombang suara dapat diukur dalam satuan panjang gelombang, frekuensi, dan kecepatan rambat. Untuk elemen pertama terdapat panjang gelombang, dimana panjang gelombang adalah jarak antara 2 titik pada posisi yang sama yang saling berurutan, misalnya jarak antara 2 pucuk gunung, atau jarak antara 2 lembah. Panjang gelombang merupakan elemen yang menunjukkan kekuatan bunyi, dimana semakin panjang gelombangnya maka semakin jauh bunyi mampu merambat. Elemen kedua terdapat Frekuensi yang

merupakan banyaknya getaran yang terjadi dalam setiap detik. Banyaknya getaran yang terjadi setiap detik tersebut sangat bergantung pada jenis objek yang bergetar, jadi setiap objek memiliki khas frekuensinya masing-masing. Elemen ketiga dari gelombang bunyi yaitu kecepatan rambat bunyi. Kecepatan rambat bunyi adalah jarak yang mampu ditempuh oleh gelombang bunyi pada arah tertentu dalam satu waktu. Dari ketiga elemen bunyi yang telah disebutkan, elemen-elemen ini saling berhubungan dan bisa dihitung dengan persamaan 2.1 Berikut:

$$v = f \times \lambda \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan:

v = kecepatan bunyi (340 m/s)

f = frekuensi (Hz)

λ = panjang gelombang (m)

Persamaan ini dapat dipakai untuk menghitung frekuensi jika diketahui Panjang gelombang, menghitung Panjang gelombang jika diketahui frekuensi dan juga kecepatan suara pada medium jika diketahui frekuensi dan Panjang gelombang. (Howard, 2009).

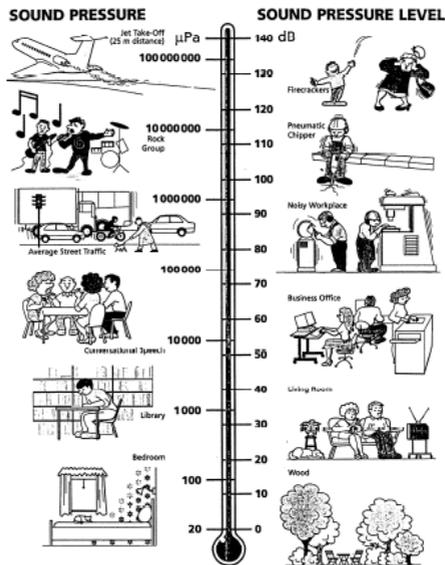
2.2 Sound Pressure Level(SPL)

Sound Pressure Level (SPL) adalah Tingkat tekanan suara yang merupakan perbandingan antara tekanan suara pada pengukuran dengan tekanan suara referensi. SPL diukur dalam skala logaritmik, dikarenakan sistem pendengaran manusia bisa mendengarkan suara dari rentang 20 μPa hingga 100 Pa . Karena rentang yang lebar ini, SPL diukur pada skala logaritmik agar memudahkan perhitungan. Satuan yang digunakan pada SPL

adalah decibel(dB). Secara perhitungan, nilai SPL didefinisikan dengan persamaan berikut

$$L_p = 10 \log_{10} \frac{p_{rms}^2}{p_{ref}^2} = 20 \log_{10} \frac{p_{rms}}{p_{ref}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan L_p adalah SPL, p_{rms} adalah tekanan suara pengukuran, p_{ref} adalah tekanan suara referensi, dan \log_{10} adalah logaritma berbasis 10 yang berikutnya ditulis dengan log saja. Tekanan suara referensi adalah $20 \mu Pa$ untuk suara di udara, sesuai dengan perkiraan suara terendah yang dapat didengar manusia yaitu $20 \mu Pa$. Beberapa jenis SPL yang dihasilkan oleh beberapa sumber suara dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah. (Jacobsen dkk, 2011).



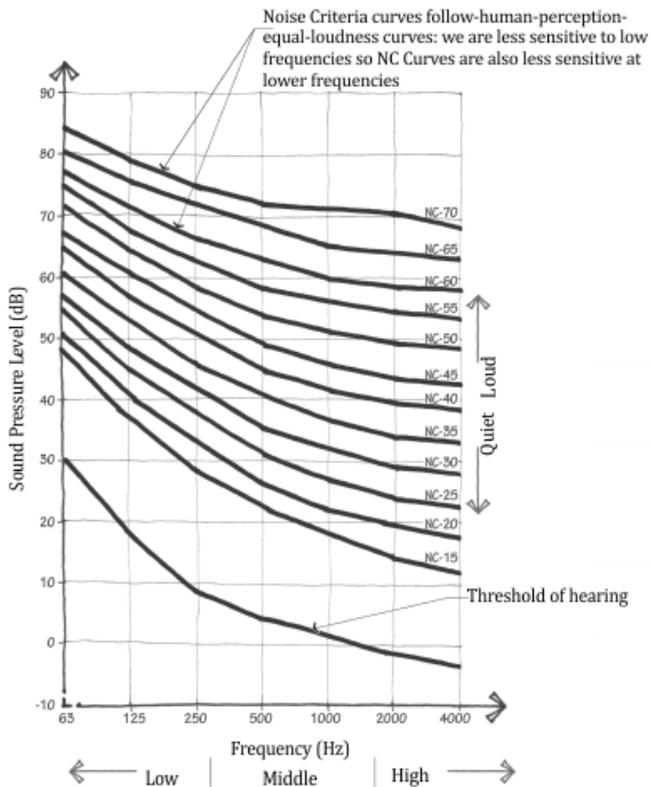
Gambar 2.2 Jenis-jenis SPL dengan rentangnya
(Sumber: Jacobsen dkk, 2011)

2.3 Background Noise(BN)

Background Noise (BN), merupakan suara bising yang berada tetap stabil pada tingkat tertentu di suatu lingkungan. BN memiliki 4 tingkatan yaitu:

- (a) Bising sangat keras, yang seiring berjalannya waktu bisa menyebabkan kehilangan pendengaran, seperti yang ada pada industri mesin dan konser musik
- (b) Bising keras yang mengganggu kejelasan berbicara, seperti pada restoran yang bising
- (c) Bising kecil, bisa yang sangat sunyi dan mengganggu seperti ketika bunyi rintik hujan yang mengganggu tidur
- (d) Bising karena aktivitas di dalam bangunan itu sendiri, seperti suara langkah kaki pada tangga di dalam apartemen yang mengganggu penghuni apartemen.

Nilai BN di dalam ruangan akan lebih bagus jika ditentukan menggunakan kurva *Noise Criteria* (NC). Bising ruangan diukur pada pita 1 oktaf atau 1/3 oktaf dan diplot pada grafik yang terdapat kurva NC. Berikut grafik dari kurva NC pada Gambar 2.3 (Ermann, 2015)



Gambar 2.3 Kurva *Noise Criteria* (Ermann, 2015)

Berdasarkan pada Gambar 2.3, nilai NC diperoleh melalui kurva BN pada frekuensi 500 Hz. Sedangkan nilai NC atau SPL yang dianjurkan untuk suatu bangunan atau ruangan adalah seperti pada Tabel 2.1 di bawah.

Tabel 2. 1 Rekomendasi nilai Noise Criteria (NC) untuk fungsi ruangan tertentu(www.engineeringtoolbox.com)

Tipe Ruangan	Nilai NC	Tingkat Kebisingan (dBA)
Kantor		
- Ruang Rapat	25-30	35-40
- Ruang Kerja Pribadi	30-35	40-45
- Area terbuka	35-40	45-50
- Mesin / komputer	40-45	50-55
Bioskop	30-35	40-45
Perpustakaan	35-40	40-50
Teater	20-25	30-65
Tempat Tinggal Pribadi	25-35	35-45
Restoran	40-45	50-55
Studio TV	15-25	25-35
Studios Rekaman	15-20	25-30
Ruang konser	15-20	25-30
Gedung Olahraga	45-55	55-65
Penyiaran suara	15-20	25-30

Berdasarkan pada Tabel 2.1 di atas adalah beberapa nilai BN yang disarankan untuk suatu ruangan berdasarkan fungsinya. Berdasarkan pada Tabel 2.1 ini pula nilai BN untuk Gedung olahraga adalah 55-65 dBA atau NC 45-55.

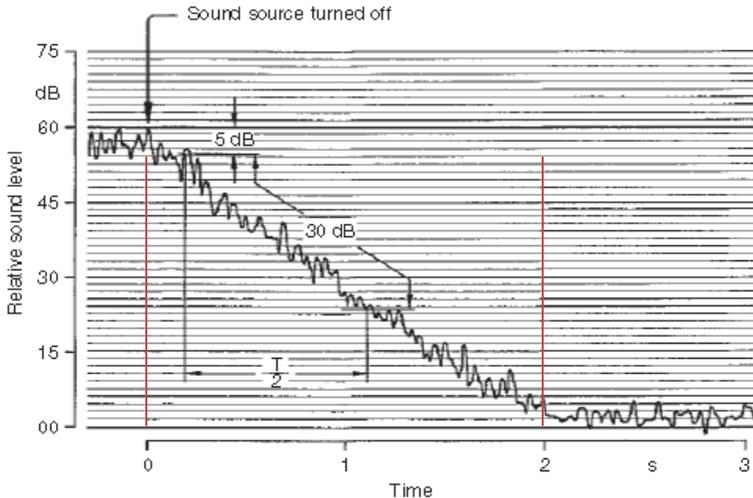
2.4 Parameter Akustik Ruang

Dalam mengevaluasi kualitas akustik pada sebuah ruangan atau gedung harus mempunyai standar parameter yang dapat dijadikan acuan untuk menunjukkan kualitas dari ruangan atau bangunan yang dievaluasi. Parameter akustik ruang ini memiliki faktor subjektif dan objektif. Parameter subjektif adalah parameter yang bersifat kualitatif, jadi penilaian parameter ini tidak berdasarkan dari nilai suatu alat ukur. Sedangkan parameter

objektif sendiri merupakan kuantitatif, dimana parameter ini berdasarkan nilai perhitungan dan pengukuran menggunakan alat ukur. Parameter akustik objektif tersebut diantaranya adalah *Reverberation Time (RT)*, *Clarity (C80)* dan *Definition (D50)* .

2.4.1 Reverberation Time(RT)

Reverberation Time (RT) atau waktu dengung merupakan salah satu parameter yang dapat menilai akustika ruangan. Di dalam ruangan tertutup, proses terjadinya waktu dengung adalah ketika sumber suara dimatikan, maka suara akan habis secara perlahan. Terdapat suara pantulan yang mencapai pendengar dalam waktu yang semakin singkat membentuk dengung dalam intensitas yang perlahan menurun. Berikut pada Gambar 2.4 bisa dilihat suara dalam proses terjadinya waktu dengung.



Gambar 2.4 Proses terjadinya waktu dengung
(Meyer,2009)

Berdasarkan pada Gambar 2.4, nilai waktu dengung adalah meluruhnya suara sebesar 60 dB atau sebesar 2s.

Nilai RT dari sebuah ruangan terjadi karena refleksi oleh permukaan dan material dalam ruang. Semakin reflektif bahan yang ada dalam ruangan, maka nilai waktu dengung akan semakin besar, begitu pula sebaliknya. Nilai RT dapat dihitung berdasarkan formula sabin seperti pada persamaan (2.3).

$$T = 0.163 \frac{V}{A} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana T adalah waktu dengung “Sabine” dalam satuan detik, V adalah volume ruangan dalam satuan m³ dan A adalah daerah penyerapan yang dihitung dari penjumlahan nilai A dari permukaan dan objek, satuannya dalam m². (Meyer, 2009).

2.4.2 Clarity dan Definition

Clarity adalah nilai perbandingan antara energi suara yang diterima di awal dengan energi suara yang diterima di akhir, dimana menyangkut keseimbangan antara suara asli dan gema. Hal ini penting untuk musik ataupun *speech*. Perbandingan suara di *clarity* biasanya adalah energi suara pada waktu 50 ms atau 80 ms awal dengan energi suara sisanya. *Clarity* memiliki persamaan:

$$C_{te} = 10. \log \left(\int_0^{te} p^2(t) dt / \int_{te}^{\infty} p^2(t) dt \right) \dots \dots (2.4)$$

Dimana pada persamaan 2.4 diatas *te* bernilai 50ms untuk *speech* (C50) dan 80 ms untuk musik (C80). Sementara p merupakan tekanan suara. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada persamaan berikut yang merupakan persamaan *Clarity* untuk standar musik(C80):

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

Variasi lain yang digunakan untuk standar parameter *speech* adalah *Definition* atau D50. Yang membedakan antara *Clarity* dan *Definition* adalah pada *Definition* perbandingannya antara energi suara awal yang diterima di awal dengan total energi

yang diterima di akhir. *Definition* dapat ditulis dengan persamaan 2.5 berikut:

$$D_{50} = \int_0^{50 \text{ ms}} p^2(t) dt / \int_0^{\infty} p^2(t) dt \dots \dots \dots (2.6)$$

Pada persamaan 2.5 di atas, bisa dilihat terdapat perbedaan integral di bagian penyebut dimana integral penyebut C50 dari 50 hingga tidak terbatas yang menandakan energi suara yang diterima di akhir. Sedangkan pada D50 integralnya dari 0 hingga tidak terbatas yang menandakan bahwa ini adalah energi suara total yang diterima. Terdapat persamaan D50 dan C50, namun yang dipakai ketika pengukuran cukup satu. Hal ini bisa dilihat pada persamaan 2.6 berikut:

$$C_{50} = 10 \cdot \log \left(\frac{D_{50}}{1 - C_{50}} \right) \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan persamaan 2.6 diatas, maka cukup memakai salah satu antara D50 atau C50 untuk menentukan kualitas parameter *speech* suatu ruangan. (Vigran, 2008)

2.5 Standar Parameter Akustik dari Ruang Olahraga Indoor

Diperlukan kualitas akustik ruangan yang baik di ruang olahraga indoor sebagai upaya untuk mewujudkan akustik ruangan yang nyaman bagi pemain dan penonton. Beberapa hal yang berhubungan dengan akustik ruang olahraga yaitu: Waktu Dengung yang tinggi, disebabkan oleh tersebar luasnya bahan keras dan reflektif pada ruangan. Sedangkan sulit untuk pemasangan bahan absorbtif di ruang olahraga; Fenomena *flutter echo*, fenomena dimana sebuah suara direfleksikan bolak-balik dari 2 permukaan paralel yang datar dan keras, walaupun dalam ruangan terdapat permukaan lainnya yang menyerap atau menghamburkan suara. Fenomena ini berakibat buruk terhadap kejelasan suara.

Dari banyaknya parameter akustik yang digunakan dalam pengukuran akustik, yang paling utama adalah waktu dengung dimana bisa dipakai paling cepat saat mendesain

ruangan. Berikut pada Tabel 2.2 merupakan standar waktu dengung yang baik untuk ruang olahraga indoor.(Nowicka, 2015)

Tabel 2. 2 Standar Waktu Dengung untuk Ruang Olahraga indoor(Nowicka, 2015)

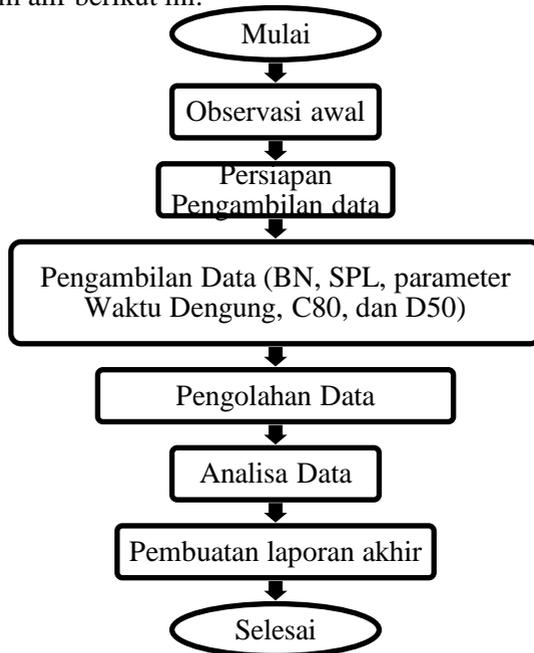
Ruangan	RT(s)
Gymnasium, Sports Hall dan ruang lain yang berfungsi sama, dengan volume hingga 5000 m ³	≤ 1.5
Gymnasium, Sports Hall dan ruang lain yang berfungsi sama, dengan volume melebihi 5000 m ³	≤ 1.8
Kolam renang indoor, Taman Air, dan fasilitas lain yang berfungsi sama, dengan volume hingga 5000 m ³	≤ 1.8
Kolam renang indoor, Taman Air, dan fasilitas lain yang berfungsi sama, dengan volume melebihi 5000 m ³	≤ 2.2

Sementara berdasarkan Ribeiro, nilai parameter ruang untuk nilai C80 berkisar antara -2 dB - 4 dB dan nilai D50 yang baik adalah ≥65%. (Ribeirio, 2002)

BAB III METODOLOGI

3.1 Tahap-tahap Penelitian

Sesuai dengan tujuan pada sub-bab 1.3, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui nilai parameter akustik ruang pada tempat duduk penonton lapangan basket DBL Arena Surabaya. Dalam pelaksanaannya, untuk mencari nilai parameter BN, SPL, RT, C80, dan D50 mengikuti tahapan-tahapan seperti pada diagram alir berikut ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Tahap Observasi Awal

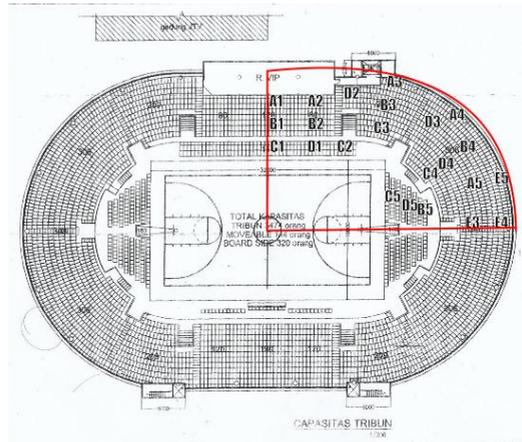
Pada tahap ini dilakukan pengukuran dimensi dari lapangan basket DBL Arena, pengukuran meliputi semua permukaan di lapangan basket DBL Arena. Dilakukan pula pengobservasian titik ukur *audience* untuk ditentukan berapa titik yang perlu diamati untuk pengambilan data sebagai perwakilan posisi duduk *audience*.

Lapangan basket DBL Arena adalah salah satu bagian dari gedung DBL Arena yang berada pada lantai 2. Lantai 2 ini sendiri berisi lapangan yang berbentuk persegi panjang dengan kursi *moveable* dan *board side* serta tribun berbentuk oval yang mengelilingi lapangannya. Untuk dokumentasi dalam lapangan dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.



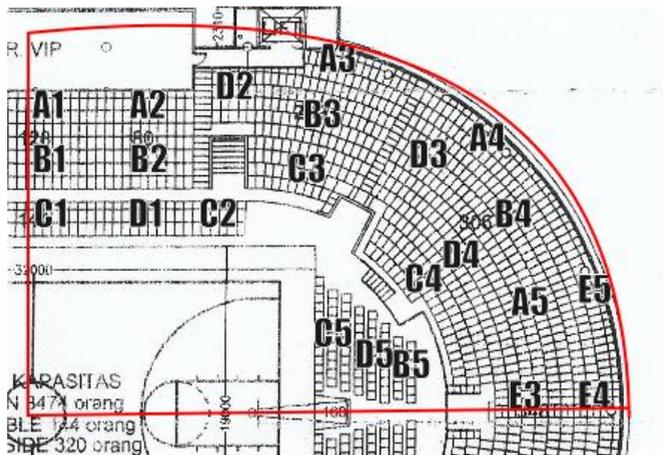
Gambar 3.2 Tampilan sisi Lapangan DBL Arena(Dokumentasi Pribadi)

Lapangan mempunyai bentuk oval simetris antara sisi barat dan sisi timur. Karena hal ini maka dilakukan pengukuran hanya pada $\frac{1}{4}$ lapangan saja. Pada Gambar 3.3 berikut merupakan denah daerah yang diambil.



Gambar 3.3 Sisi Lapangan yang diukur(DBL Arena)

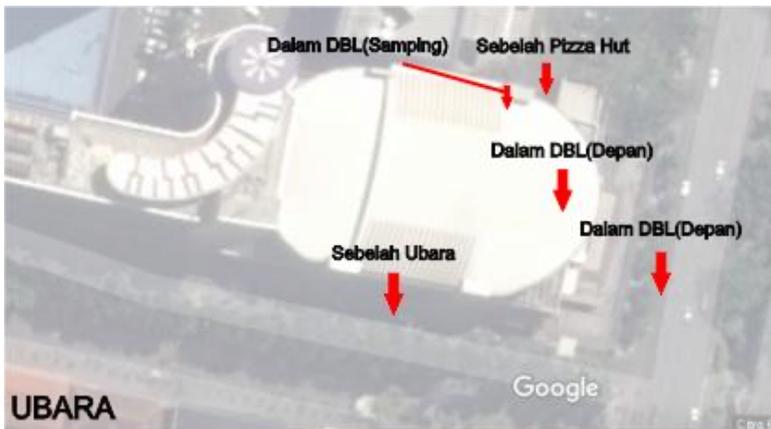
Dari Gambar 3.3, dilakukan pula penentuan titik pengukuran yang bisa dilihat pada Gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.4 Posisi Mic pengukuran(DBL Arena)

Titik pengukuran yang ditunjukkan oleh Gambar 3.4 dipilih yang dapat mewakili posisi tempat duduk penonton sesuai dengan tujuan dari penelitian kali ini yaitu mengevaluasi parameter akustik pada tempat duduk penonton.

Pada tahap observasi awal juga dilakukan pengukuran BN di luar lapangan dengan titik yang diukur bisa dilihat pada Gambar 3.5 di bawah ini.



Gambar 3.5 BN Luar hasil observasi awal

Dari Gambar 3.5, bisa dilihat terdapat 5 titik yang akan diukur pada observasi awal. Selain itu di observasi awal ini akan dilakukan pula pengukuran BN di dalam lapangan.

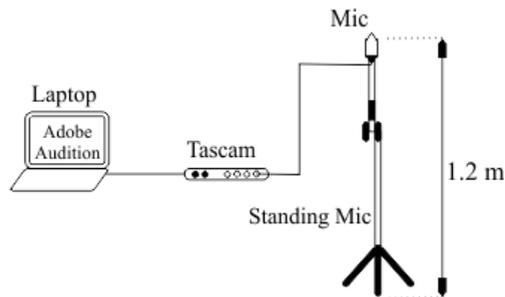
3.3 Tahap Persiapan

Persiapan pertama adalah mempersiapkan peralatan yang akan dipakai untuk mengukur. Alat yang dipakai untuk mengukur yaitu Tascam US-800, Laptop, Amplifier, Speaker *Omnidirectional*, Kabel roll, Mic, Kabel Mic, *Calibrator*, Charger laptop, Stand Mic, Balon, Isolasi, Stand Speaker dan Pompa .

3.4 Tahap Pengambilan Data.

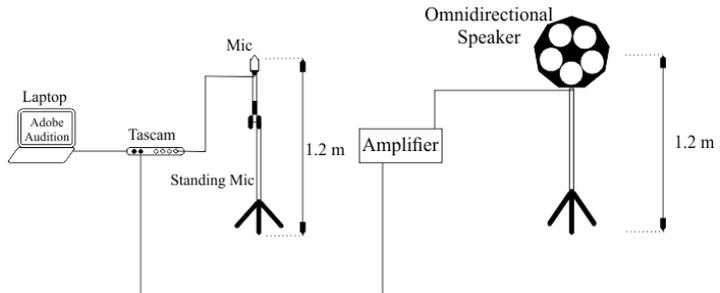
1.1.1 Pengukuran *Background Noise* dan Persebaran SPL Dalam Ruangan

Background Noise diukur untuk menentukan nilai NC pada lapangan. *Background Noise* diukur dengan menggunakan *microphone* yang dihubungkan dengan *soundcard*. Dengan mengukur menggunakan *software adobe audition* yang ada di laptop, maka didapatkan nilai *Background Noise* (BN). Hasil pengukuran ini nantinya akan diolah dengan *software Realtime Analyzer*. Untuk gambar skema alat bisa dilihat pada Gambar 3.6 di bawah ini:



Gambar 3.6 Skema Alat Pengukuran BN

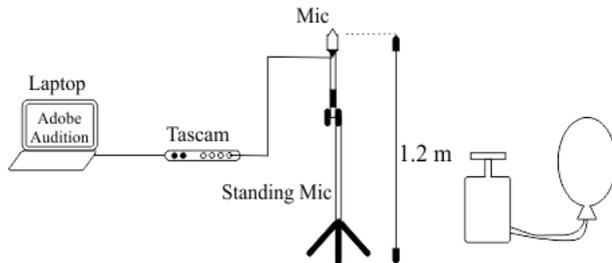
Pada pengukuran persebaran SPL, dilakukan dengan peralatan yang sama seperti pengambilan data BN, namun diberikan bunyi *white noise* untuk mengetahui distribusi suaranya. Untuk gambar skema alat bisa melihat skema pada Gambar 3.7 di bawah ini:



Gambar 3.7 Skema Alat Pengukuran SPL

1.1.2 Pengukuran Impuls respon untuk mendapatkan parameter Waktu Dengung, C80 dan D50

Data Waktu dengung, C80 dan D50, didapatkan dengan pengukuran impuls respon. Pengukuran impuls respon dengan cara memompa balon hingga meledak. Pada ledakan balon inilah terdapat peluruhan bunyi dari paling keras hingga bunyi habis (bercampur dengan BN). 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. Diatur dengan tinggi ini karena mengikuti tinggi kuping manusia ketika duduk sebagai *audience*. Untuk Gambar skema alat bisa dilihat pada Gambar 3.8 di bawah ini



Gambar 3.8 Skema Alat Pengukuran IR

3.5 Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan pertama adalah merata-rata nilai BN dan SPL untuk setiap pengulangannya. Kemudian, dilakukan *mapping* nilai BN dan SPL pada *software surfer 13* untuk memudahkan pengamatan pendistribusian BN maupun SPL.

Untuk hasil rekaman Impuls respon pada *Adobe Audition*, dilakukan pengolahan dan kalkulasi data menggunakan *software Realtime Analyzer*. Setelah dilakukan kalkulasi, maka akan muncul data hasil pengolahan.

Setelah semua data Impuls Respon diolah, dibuat *mapping* nilai waktu dengung, C80 dan D50 dengan menggunakan *software surfer 13* per frekuensi untuk memudahkan pengamatan.

3.6 Tahap Analisa Data

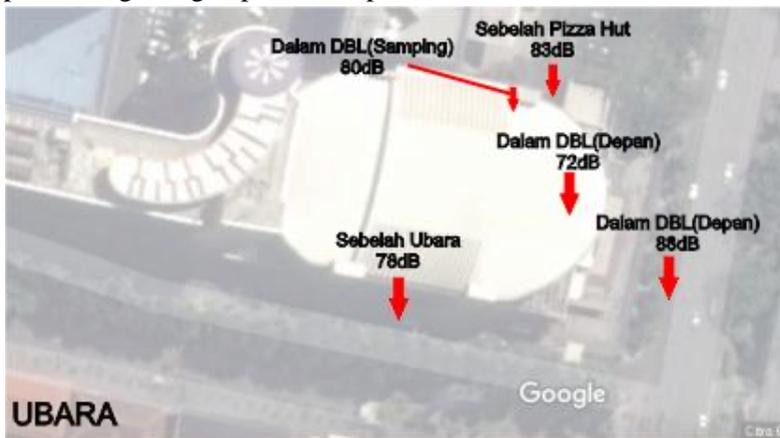
Tahap analisa data dilakukan dengan mengamati nilai tiap parameter per titik pengamatan. Analisa per parameter dilakukan tiap frekuensi. Analisa yang dilakukan meliputi analisa penyebab nilai parameter di titik pengamatan serta hal-hal yang mempengaruhi nilai parameter tiap titiknya. Kemudian dibandingkan 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

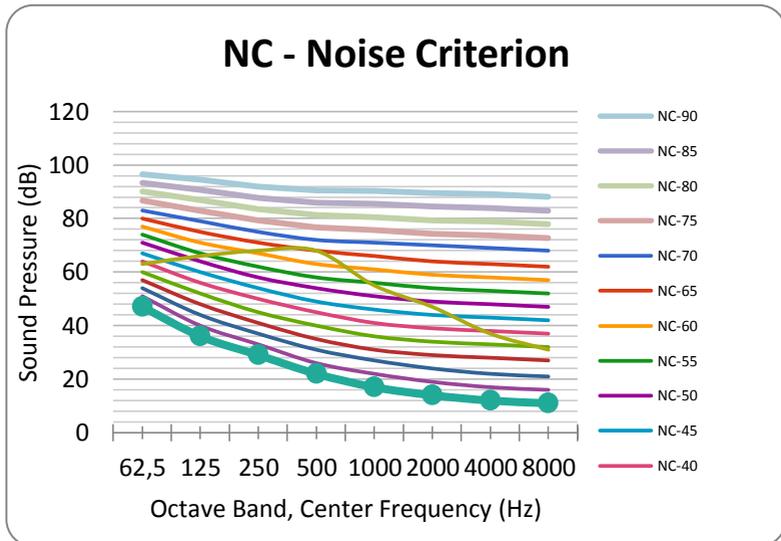
4.1 *Background Noise (BN)*

Dari pengukuran yang dilakukan pada hari Kamis 19 April 2018 pukul 12.00-15.00, didapatkan data parameter akustik untuk mengevaluasi lapangan basket DBL Arena. Salah satu parameter yang didapat adalah data BN. Pada penelitian kali ini, dilakukan observasi awal BN untuk dalam dan luar gedung seperti yang telah dijelaskan pada sub bab 3.2. Hasil observasi awal nilai BN pada luar gedung dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 BN Luar hasil observasi awal

Dari hasil observasi awal BN, maka bisa dilihat pada Gambar 4.1 bahwa BN paling besar luar gedung ada pada jalan raya sebesar 88 dB. Sedangkan dalam gedung sendiri BN terbesar ada pada sisi samping gedung sebesar 80 dB. Untuk observasi awal BN dalam lapangan bisa dilihat pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Grafik NC Pengukuran Awal

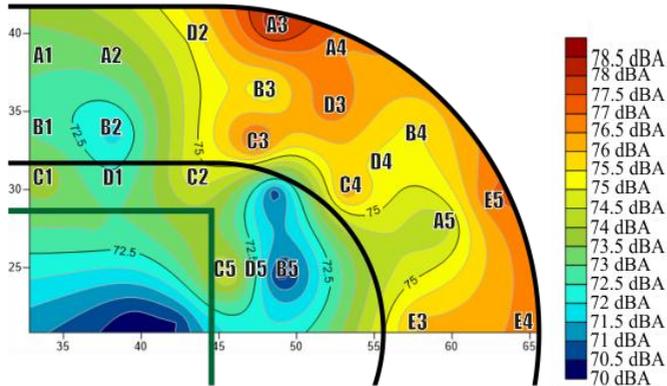
Gambar 4.2 menunjukkan bahwa NC pengukuran awal adalah sebesar 65, sedangkan berdasarkan Tabel 2.2 gedung olahraga seharusnya memiliki NC 45-55. Dengan BN pada all frekuensi sebesar 75 dB, maka speaker yang harus dibunyikan adalah minimal 110 dB agar mendapat waktu dengung yang baik

Setelah pengukuran observasi awal maka dilakukan tahap pengambilan data dengan data BN untuk frekuensi 1000 Hz dan all frekuensi serta nilai NCnya dapat terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Nilai BN pada All Frekuensi dan Frekuensi 1000

Titik	BN (dBA)	BN (dBA)	NC
	All	1000	
A1	73±1.0	52±1.0	64
B1	73±0.7	53±0.9	66
C1	74±0.6	56±1.0	69
D1	73±1.0	55±0.8	67
A2	73±0.9	51±1.0	67
B2	72±1.1	52±0.9	68
C2	75±1.1	55±1.0	69
D2	75±0.7	54±0.7	69
A3	78±1.0	57±1.4	56
B3	75±0.9	55±1.5	54
C3	77±0.9	58±1.7	57
D3	77±0.9	56±1.9	55
E3	76±1.0	57±1.5	55
A4	76±1.0	55±1.4	54
B4	75±1.2	54±1.7	53
C4	76±1.0	56±1.9	55
D4	75±0.9	55±1.6	54
E4	76±1.0	56±1.6	55
A5	74±0.9	55±0.9	54
B5	70±0.7	53±1.1	52
C5	75±0.7	57±1.2	55
D5	73±0.7	54±1.1	53
E5	77±0.7	57±0.8	56
Rata-rata	75	55	52-69

Setelah mendapatkan nilai BN, maka dilakukan pemetaan nilai BN menggunakan *software surfer* untuk all frekuensi seperti pada Gambar 4.3 berikut:



Gambar 4. 3 BN All frekuensi di dalam tribun

Dari Gambar 4.3, didapatkan nilai BN paling tinggi adalah pada titik A3. Sedangkan untuk titik C3, D3, A4, E4, E5 yang berada pada posisi pinggir tribun sisi timur memiliki nilai BN hanya berselisih 1-2 dBA dengan A3. Dari Gambar 4.1 juga terlihat bahwa nilai posisi tribun pinggir dominan memiliki nilai BN yang paling tinggi. Hal ini bisa terjadi karena hampir seluruh sisi tribun terdapat ventilasi sehingga suara dapat masuk. Gambar 4.4 menunjukkan posisi ventilasi yang menyebabkan suara dari luar masuk ke dalam gedung



Gambar 4. 4 Ventilasi Gedung DBL Arena

Selain itu posisi yang dekat dengan jalan raya menjadikan BN yang lebih besar. Dari nilai BN pada Tabel 4.1, dengan rata-rata 75 dBA yang berarti NC berkisar antara 52-69, gedung DBL belum memenuhi standar NC untuk ruang olahraga yaitu 45-55 dimana BNnya berkisar 55-65 dBA.

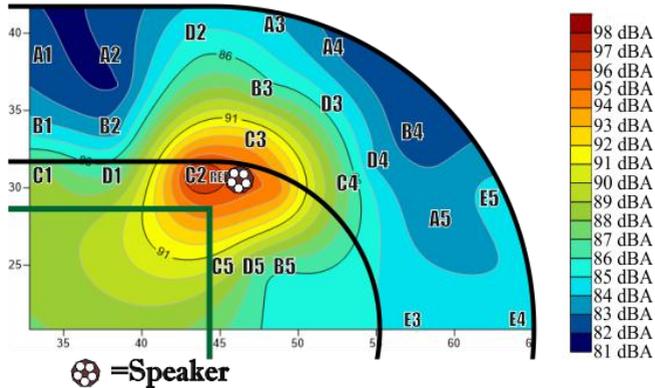
4.2 Analisa Persebaran SPL di Tribun

Persebaran SPL yang merata menggambarkan persebaran energi bunyi yang merata pada suatu ruangan. Kemerataan SPL ditunjukkan dengan perbedaan nilai antara titik terdekat dengan titik terjauh tidak melebihi 6 dBA. Pada pengukuran SPL di DBL Arena, terdapat pengukuran dengan posisi speaker yang berbeda, yaitu pada sisi timur laut dan timur. Pengukuran dengan 2 posisi yang berbeda bertujuan menyesuaikan dengan posisi speaker saat pertandingan berlangsung. Pada DBL Arena ini posisi untuk titik pengukuran tidak datar seperti yang terlihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Gambar posisi titik pengukuran

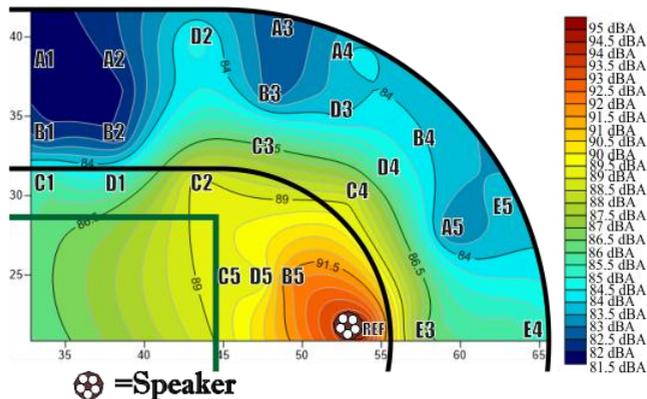
Pada Gambar 4.6 berikut bisa dilihat pemetan SPL menggunakan posisi speaker 1 pada all frekuensi



Gambar 4.6 Pemetaan SPL Posisi Speaker 1 pada All Frekuensi

Dari Gambar 4.6 bisa dilihat nilai SPL tertinggi ada pada titik C2 dengan nilai pada titik referensi 94 dBA. Hal ini bisa terjadi karena jarak C2 merupakan titik terdekat dengan speaker. Untuk titik terjauh sendiri adalah titik A1, dimana A1 memiliki nilai sebesar 82 dbA. C2 sendiri memiliki nilai sebesar 97 dBA. Selisih antara titik terdekat dan titik terjauh pada pemetaan SPL dengan posisi speaker 1 adalah sebesar 15 dBA, nilai ini menunjukkan bahwa pemerataan SPL belum merata.

Pada Gambar 4.7 berikut bisa dilihat pemetaan SPL menggunakan posisi speaker 2 pada all frekuensi.



Gambar 4.7 Pemetaan SPL Posisi Speaker 2 pada All Frekuensi

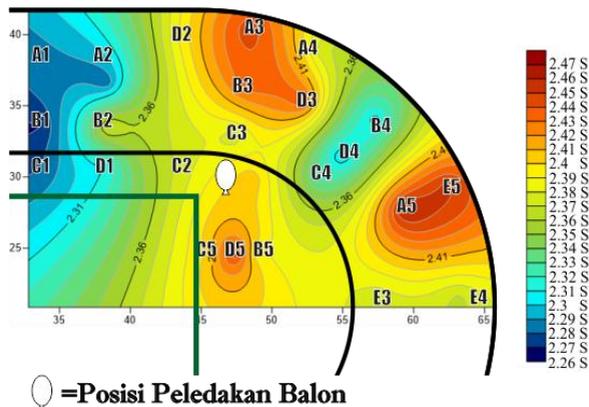
Dari Gambar 4.7 bisa dilihat nilai SPL tertinggi ada pada titik B5 dengan nilai 91 dBA dengan titik referensi 94 dBA. Hal ini bisa terjadi karena titik B5 merupakan posisi yang paling dekat dengan posisi speaker 2. Sedangkan pada posisi A1 yang merupakan titik terjauh dari speaker memiliki SPL sebesar 81 dBA. Selisih dari titik terdekat dan titik terjauh pada posisi speaker 2 memiliki selisih 10 dBA, berarti pemerataan SPL pada posisi speaker 2 juga belum merata.

Nilai SPL yang belum merata pada hal ini terjadi karena adanya *standing wave*. Pada *standing wave* ini, gelombang yang bergabung saling mengurangi atau destruktif. Jadi untuk titik yang belum merata, gelombang pantul dengan gelombang datangnya bertemu menghasilkan gelombang destruktif yang membuat nilai SPL menjadi kecil.

4.3 Analisa Nilai Waktu Dengung

Pengukuran waktu dengung pada DBL Arena bertujuan untuk mengetahui seberapa dengung suatu ruangan dan kesesuaiannya dengan standar waktu dengung gedung olahraga. Untuk pengukuran waktu dengung juga dilakukan seperti pada

pengukuran SPL yaitu dengan 2 posisi sumber. Posisi sumber 1 sama dengan posisi speaker 1 dan posisi sumber 2 sama dengan posisi speaker 2. Pada Gambar 4.8 berikut, bisa dilihat hasil pemetaan pada pengukuran waktu dengung dengan posisi sumber 1



Gambar 4.8 Pemetaan waktu dengung Posisi peledakan balon 1 pada All Frekuensi

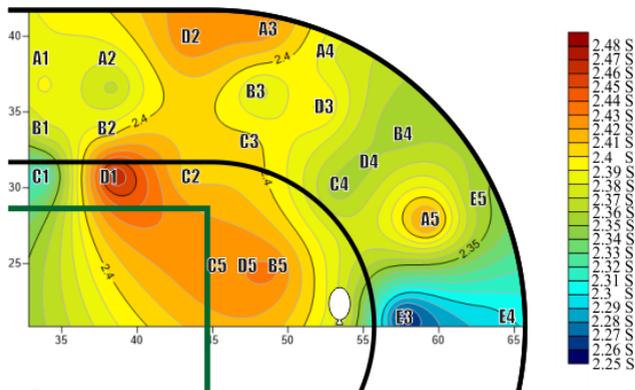
Dari Gambar 4.8 di atas, nilai waktu dengung paling tinggi adalah pada titik A5 dengan nilai 2.46 s. Selain A5, titik-titik lain yang memiliki waktu dengung diatas 2.43 s ada titik A3, B3, D3, D5 dan E5. Untuk A3, B3, D3, A5 dan E5 memiliki waktu dengung yang tinggi dikarenakan menerima pantulan bunyi dari tembok di belakangnya. Pada D5 nilainya tinggi karena mendapat pantulan suara dari tembok di belakang sumber suara dan dekat dengan balon. Pada nilai A1, B1, C1, D1, A2 dan B2 waktu dengung rendah karena jarak dengan balon yang diledakkan jauh. Sedangkan pada titik C4, D4 dan B4 waktu dengung rendah karena balon diledakkan terlalu dekat dengan tembok lapangan. Oleh karena itu suaranya banyak yang kepantul menuju lapangan sehingga waktu dengung pada titik C4, D4 dan

B4 rendah. Pada Gambar 4.9 menunjukkan gambar potongan posisi dari sumber suara 1



Gambar 4.9 Potongan posisi sumber suara 1

Untuk waktu dengung pada posisi pemecahan balon 2, nilai dan pemetaannya bisa dilihat pada Gambar 4.10



 =Posisi Peledakan Balon

Gambar 4.10 Pemetaan waktu dengung Posisi peledakan balon 2 pada All Frekuensi

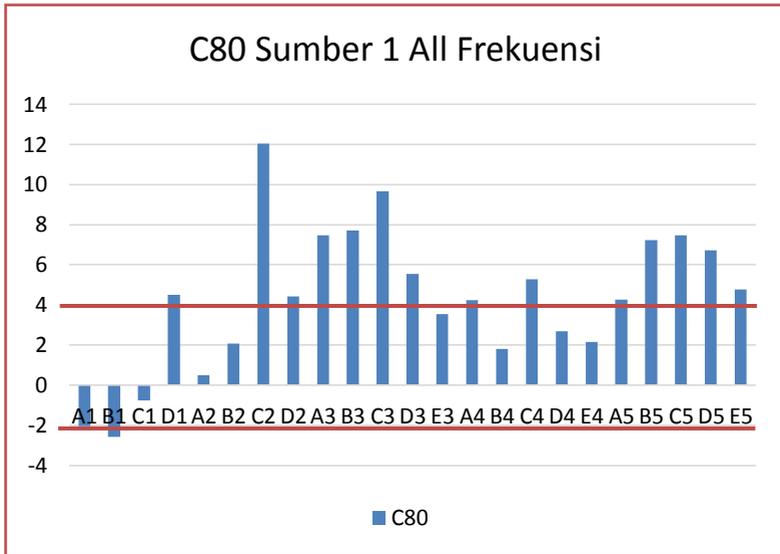
Dari Gambar 4.10 di atas, bisa dilihat nilai waktu dengung berada diantara 2.25 s-2.48 s. Nilai ini cenderung tinggi terutama pada titik D1 yang bernilai 2.48 s. Tingginya waktu

dengung tersebut karena mendapat pantulan bunyi dari tembok. Sementara untuk nilai waktu dengung yang rendah berada pada titik C1, E3 dan E4. Nilai waktu dengung yang rendah tersebut karena suara yang mengarah ke E3 dan E4 terpantul oleh tembok di belakang sumber ledakan. Pada titik C1 nilai waktu dengung yang rendah dikarenakan jarak yang jauh dengan sumber ledakan.

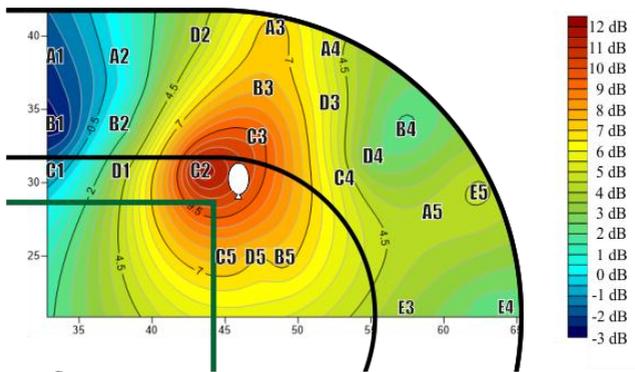
Nilai waktu dengung pada DBL Arena belum sesuai standar untuk sports hall dengan volume melebihi 5000 m³ yang seharusnya mempunyai $RT \leq 1.8$ s (Tabel 2.2). Nilai waktu dengung yang tinggi ini selain karena bahan-bahan penyusun ruangnya berbahan reflektif, disebabkan juga oleh volume yang besar dimana ketika volumenya besar maka ruangan akan semakin besar waktu dengungnya. Solusi paling awal untuk mengurangi waktu dengung ini adalah dengan memasang absorber pada bagian kursi penonton.

4.4 Analisa Nilai Kejelasan suara musik (C80)

Seperti yang telah disampaikan pada sub-bab 1.1, ruang DBL Arena digunakan juga sebagai ruang konser musik. Oleh sebab itu dibutuhkan parameter C80 yang berguna untuk mengetahui kejelasan suara instrument di ruang DBL Arena. Dari hasil pengukuran yang dilakukan diperoleh nilai parameter C80 seperti pada Gambar 4.11(a) dan 4.11(b) berikut



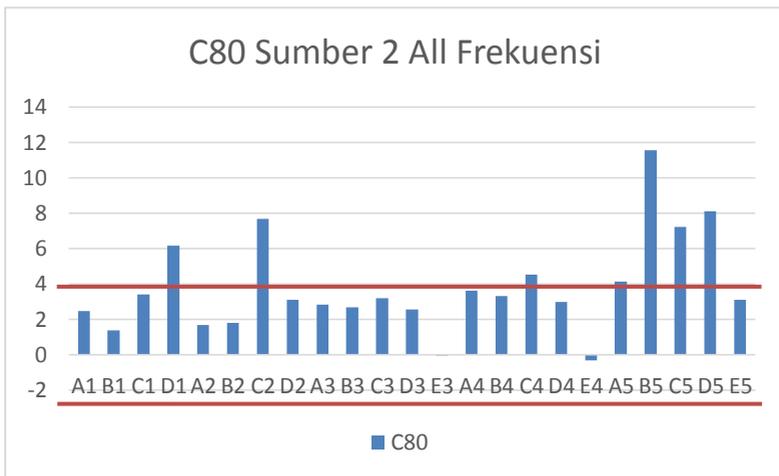
Gambar 4.11(a) Nilai Parameter C80 tiap titik dengan sumber ledakan balon 1 pada All Frekuensi



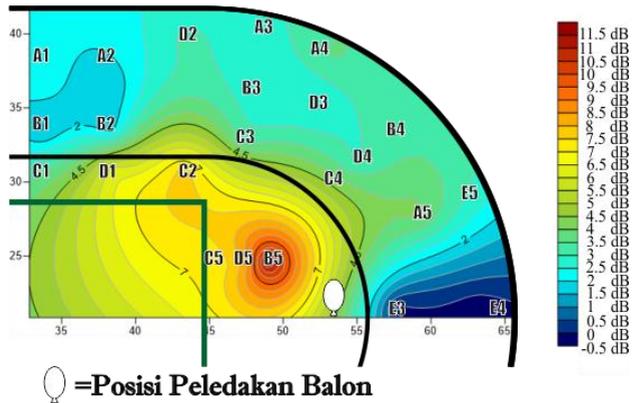
Gambar 4.11(b) Pemetaan C80 Posisi peledakan balon 1 pada All Frekuensi

Dari Gambar 4.11(a) dan 4.11(b) di atas, terlihat distribusi parameter C80 yang kurang merata. Dengan titik pengukuran yang jauh dengan sumber suara nilai C80 semakin kecil. Dari total 23 titik hanya 8 titik yang mencapai standar C80. Berdasarkan nilai tersebut maka ruang DBL Arena tidak cocok untuk ruang pagelaran musik, karena berdasarkan referensi untuk ruang konser nilai rekomendasi C80 adalah berkisar -2 dB hingga 4 dB. Oleh karena itu ruangan ini masih perlu dievaluasi agar bisa meratakan di semua titik untuk nilai C80.

Untuk nilai C80 pada posisi sumber 2 dan pemetaannya, bisa dilihat pada Gambar 4.12(a) dan 4.12(b) di bawah ini



Gambar 4.12(a) Nilai Parameter C80 tiap titik dengan sumber ledakan balon 2 pada All Frekuensi



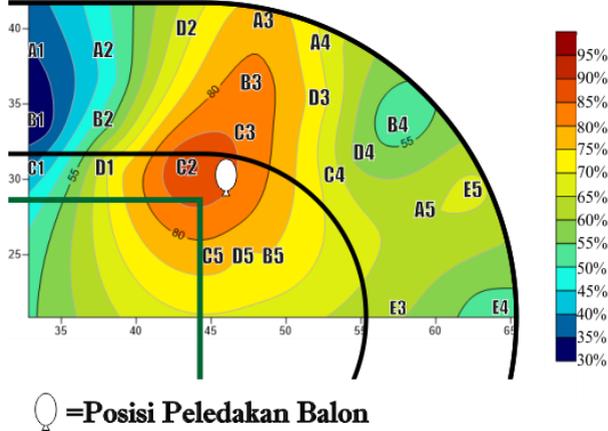
Gambar 4.12(b) Pemetaan C80 Posisi peledakan balon 2 pada All Frekuensi

Dari Gambar 4.12(a) dan 4.12(b) di atas, nilai C80 dengan sumber 2 menghasilkan distribusi nilai yang kurang merata dengan titik pengukuran yang jauh dengan sumber suara semakin kecil nilai C80. Terdapat 16 titik dari 23 titik yang mencapai standar C80. Seperti yang telah dibahas dalam subbab 2.4.2, nilai rekomendasi C80 untuk ruang konser adalah berkisar -2 dB hingga 4 dB. Sehingga berdasarkan pada gambar 4.12(a) dan (b), ruang DBL tidak dapat difungsikan sebagai ruang konser secara langsung. Agar dapat difungsikan sebagai ruang konser, maka perlu adanya perbaikan sehingga dapat menaikkan nilai C80.

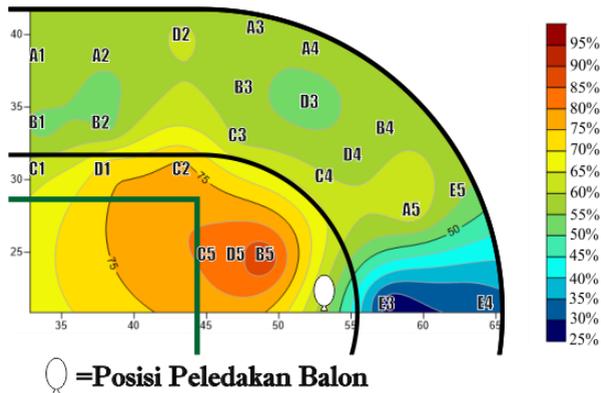
4.5 Analisa Nilai Kejelasan *Speech*(D50)

Dalam pertandingan basket, suara komentator dan instruksi pelatih harus dapat didengar dengan jelas, terutama oleh pemain. Untuk itu sebuah gedung olahraga harus memiliki karakteristik sebagai ruang *speech* (pidato). Nilai kejelasan *speech* diperoleh melalui parameter D50 (sub bab 2.4).

Berdasarkan hasil pengukuran, nilai D50 bisa dilihat pada Gambar 4.13 (a) dan 4.13(b)



Gambar 4.13(a) Pemetaan D50 Posisi peledakan balon 1 pada All Frekuensi



Gambar 4.13(b) Pemetaan D50 Posisi peledakan balon 2 pada All Frekuensi

Dari Gambar 4.13(a) dan 4.13(b), bisa dilihat pemetaan nilai D50. Nilai D50 yang disarankan sesuai dengan subbab 2.4.2 adalah diatas atau sama dengan 65%. Pada sumber 1, nilai D50 paling besar adalah pada titik C2 yang mempunyai nilai D50 sebesar 91.535%. Hal ini terjadi karena titik C2 dekat dengan sumber ledakan. Sedangkan untuk titik lain yang sudah mencapai nilai D50 yang standar ada 13 titik. Masih ada 10 titik yang belum mencapai nilai D50 yang disarankan. 10 titik ini masih belum mencapai standar nilai D50. Hal ini terjadi karena titik jauh dengan sumber suara dan bentuk dari ruangan DBL ini masih belum mendukung untuk titik yang jauh dari sumber suara.

Sementara untuk sumber 2, nilai D50 tertinggi dimiliki oleh B5 sebesar 91.017%. Titik B5 bisa mempunyai D50 yang besar karena dekat dengan sumber suara ledakan. Untuk nilai lain yang mencapai standar D50 hanya 4 titik. Untuk titik yang tersisa sejumlah 18 titik belum mencapai standar D50. Dengan demikian, dengan posisi sumber 2 hanya beberapa titik yang memperoleh nilai yang sesuai standar D50.

Oleh karena itu bisa diambil pernyataan bahwa posisi sumber yang baik untuk fungsi pidato pada DBL Arena ini adalah pada posisi ledakan 1 karena memiliki 14 dari 23 titik yang sesuai standar nilai D50 sedangkan posisi ledakan 2 hanya mempunyai 5 yang memenuhi standar nilai D50.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengukuran dan analisa yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan

1. Nilai NC berada pada 52-69 dimana belum sesuai standar karena NC untuk gedung olahraga seharusnya hanya berkisar 45-55
2. Persebaran SPL pada ruangan ini kurang bagus dikarenakan selisih SPL antara titik terdekat dan titik terjauh melebihi standar 6 dBA dengan nilainya adalah 15 dBA untuk posisi speaker 1 dan 10 dBA untuk posisi speaker 2
3. Nilai parameter waktu dengung berkisar antara 2.2 s- 2.4 s. Maka secara keseluruhan belum memenuhi waktu dengung standar untuk ruang olahraga yang seharusnya ≤ 1.8 s
4. Nilai C80 tidak mencapai standar sebagai fungsi musik dengan yang mencapai standar hanya 50% dari jumlah total 46 titik pada 2 posisi sumber. Posisi yang lebih baik untuk ruangan fungsi musik adalah posisi sumber 2
5. Nilai D50 tidak memenuhi standar sebagai fungsi pidato dengan hanya 41% dari total 46 titik yang memenuhi standar pada 2 posisi sumber. Posisi yang lebih baik adalah pada posisi sumber 1

5.2 Saran

Saran untuk penelitian ini yaitu perlu dilakukan studi lebih lanjut dan pengamatan lebih rinci mengenai parameter akustik pada gedung misal pada bahan bahan pembentuk gedung. Dapat pula dilakukan penelitian dengan speaker yang biasanya dipakai untuk mengevaluasi tata suara.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- ANSI (2008). S12.2-2008: Criteria for Evaluating Room Noise (ANSI)
- Ermann, M.(2015). Architectural Acoustics Illustrated. New Jersey : John Wiley & Sons.
- Howard, D., & Angus, J. (2009). Acoustics and Psychoacoustics. USA: Elsevier Ltd
- Jacobsen, F., dkk. (2011). Fundamentals of Acoustics and Noise Control. Denmark:Departement of Electrical Engineering, Technical University of Denmark.
- Meyer, J.(2009).Acoustics and the performances of Music. Germany : PPV Medien.
- Nowicka, E.(2015).The Index Method of Acoustic Design of Sports Enclosure : Research Gate
- Ribeirio, M. R. (2002). Room Acoustic Quality of A Multipurpose Hall : A Case Study. International Conference : Architectural Acoustic and Sound Reinforcement.
- Vigran, T.E. (2008). Building Acoustics. Oxford : Taylor & Francis.

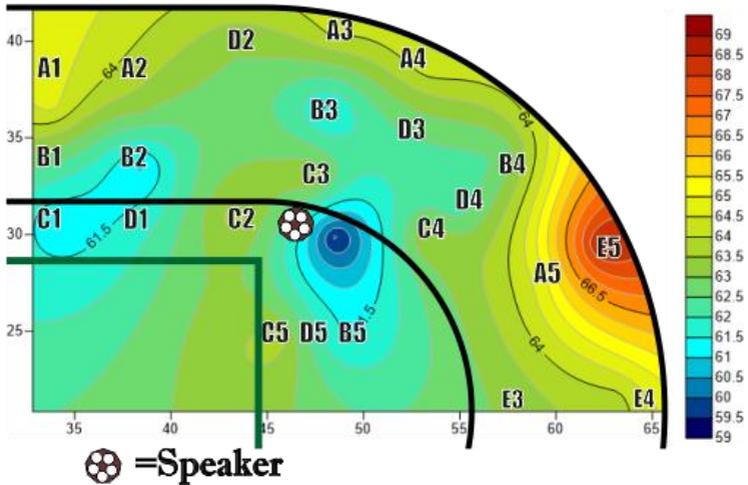
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

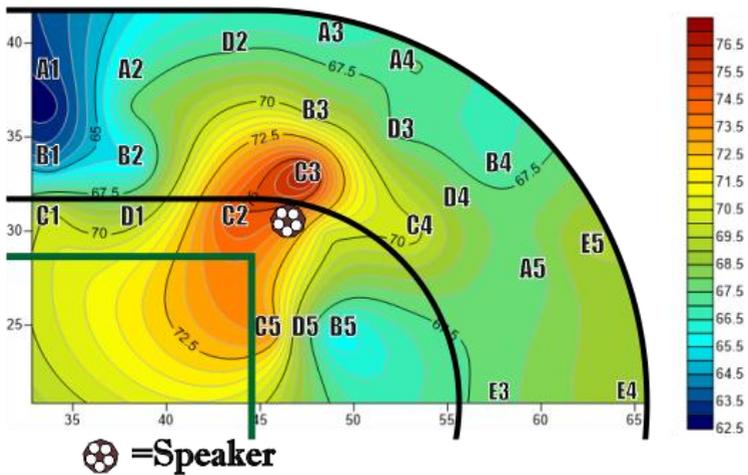
1. Background Noise

Titik	All	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
A1	73	64	60	63	67	52	43	32
B1	73	64	61	64	69	53	44	33
C1	74	62	64	66	72	56	46	35
D1	73	60	61	64	70	55	46	34
A2	73	63	62	66	70	51	43	33
B2	72	60	63	66	71	52	43	33
C2	75	61	66	69	73	55	48	38
D2	75	64	65	69	73	54	47	36
A3	78	68	66	63	59	57	50	41
B3	75	64	63	60	56	55	47	36
C3	77	65	65	63	59	58	50	40
D3	77	66	65	61	58	56	49	38
E3	76	65	65	61	57	57	49	39
A4	76	68	65	60	57	55	48	38
B4	75	67	63	58	56	54	47	37
C4	76	68	66	61	57	56	49	38
D4	75	66	65	59	56	55	47	35
E4	76	68	66	59	56	56	49	38
A5	74	64	62	59	56	55	48	37
B5	70	58	58	57	53	53	45	35
C5	75	62	62	62	57	57	49	39
D5	73	61	59	59	55	54	46	36
E5	77	67	66	60	58	57	50	40

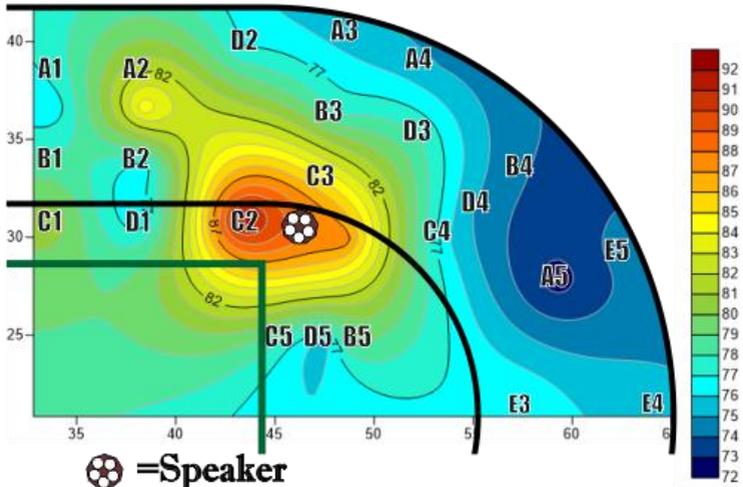
2. Sound Pressure Level (Posisi Speaker 1)



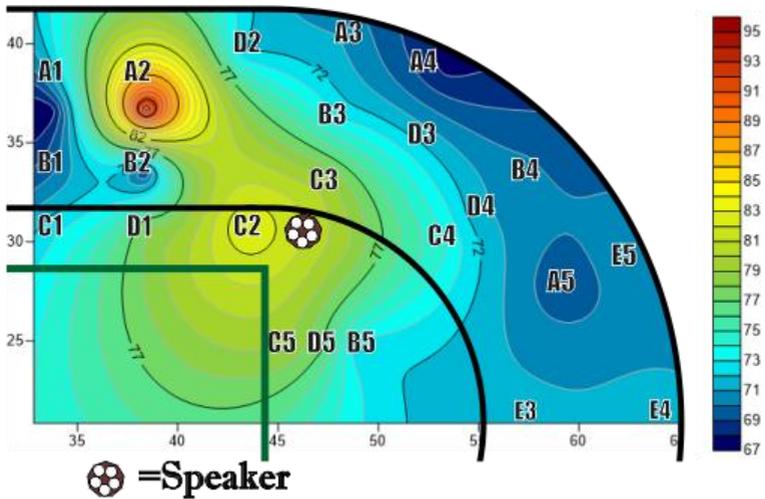
Sound Pressure Level Frekuensi 63 Hertz



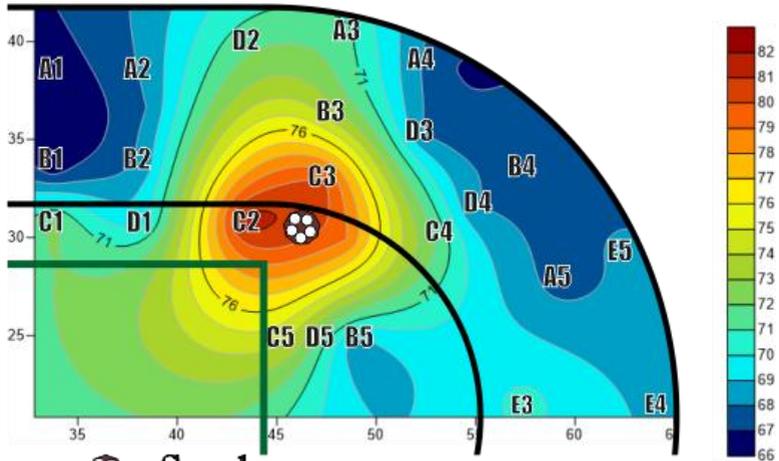
Sound Pressure Level Frekuensi 125 Hertz



Sound Pressure Level Frekuensi 250 Hertz

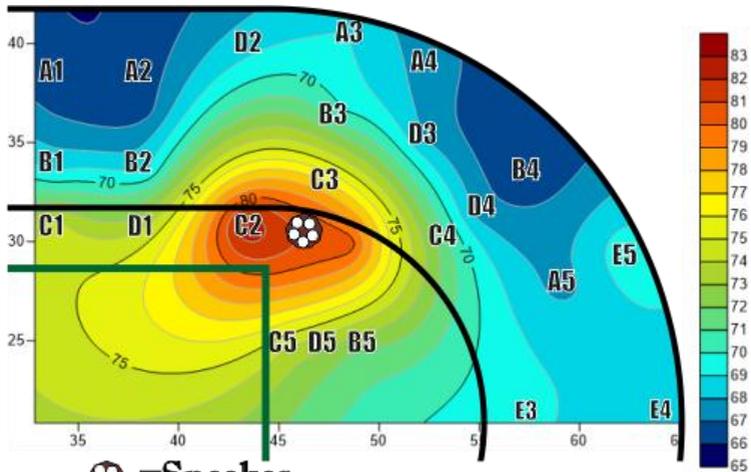


Sound Pressure Level Frekuensi 500 Hertz



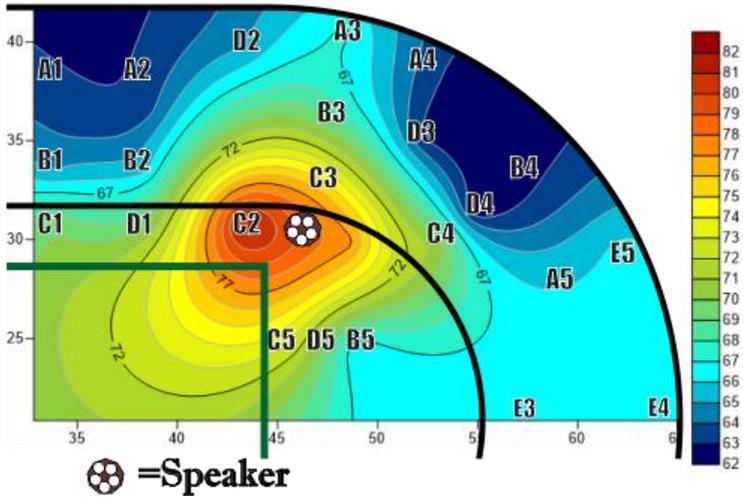
 =Speaker

Sound Pressure Level Frekuensi 1000 Hertz

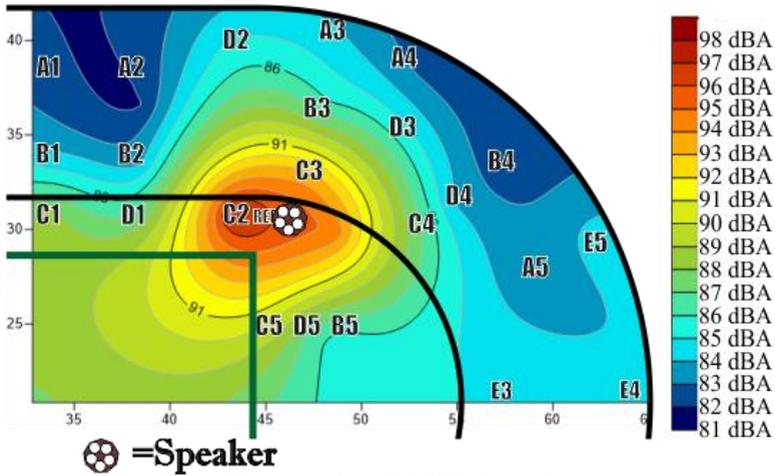


 =Speaker

Sound Pressure Level Frekuensi 2000 Hertz

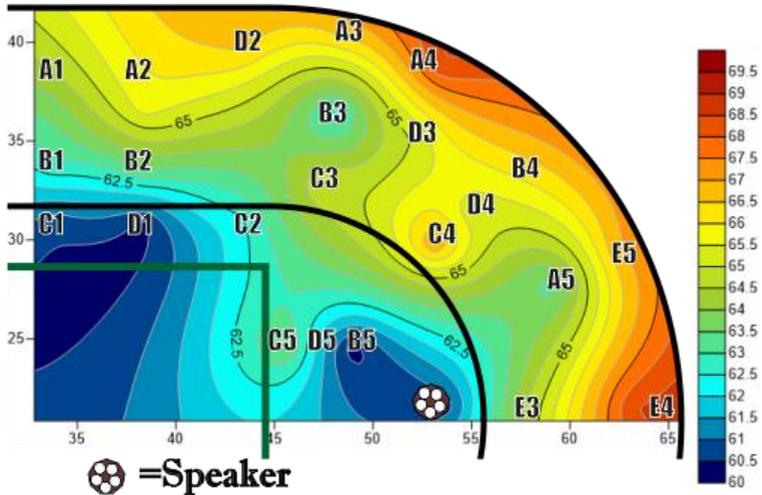


Sound Pressure Level Frekuensi 4000 Hertz

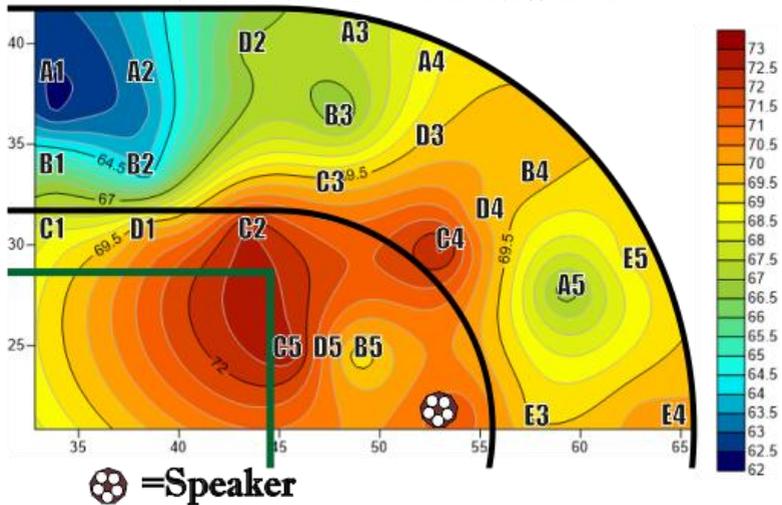


Sound Pressure Level All Frekuensi

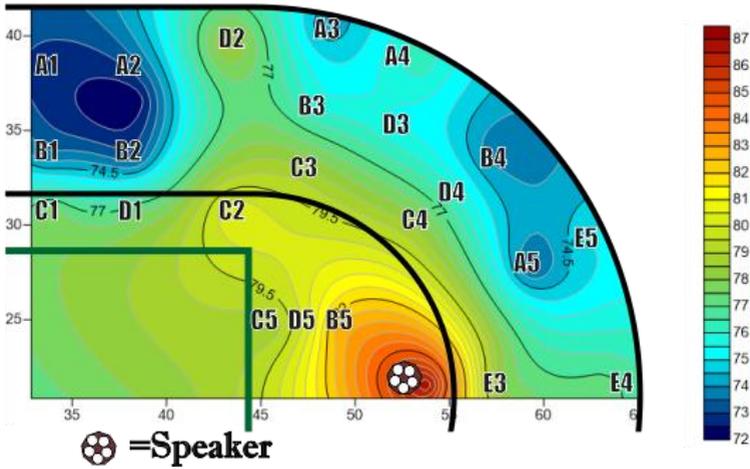
3. Sound Pressure Level (Posisi Speaker 2)



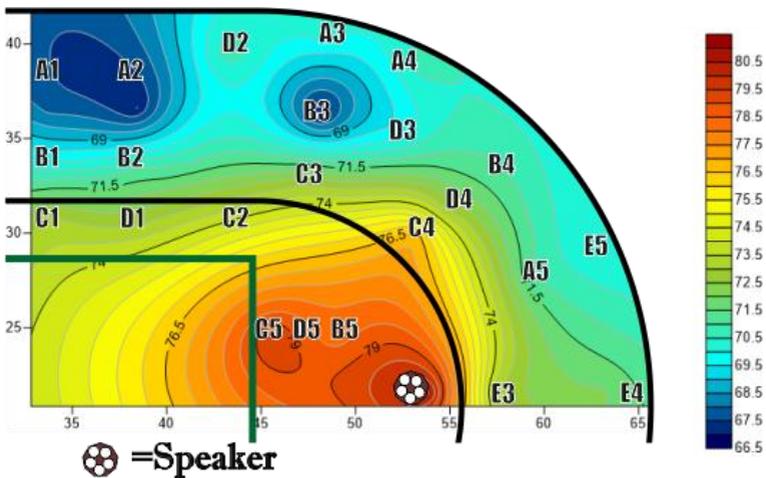
Sound Pressure Level Frekuensi 63 Hertz



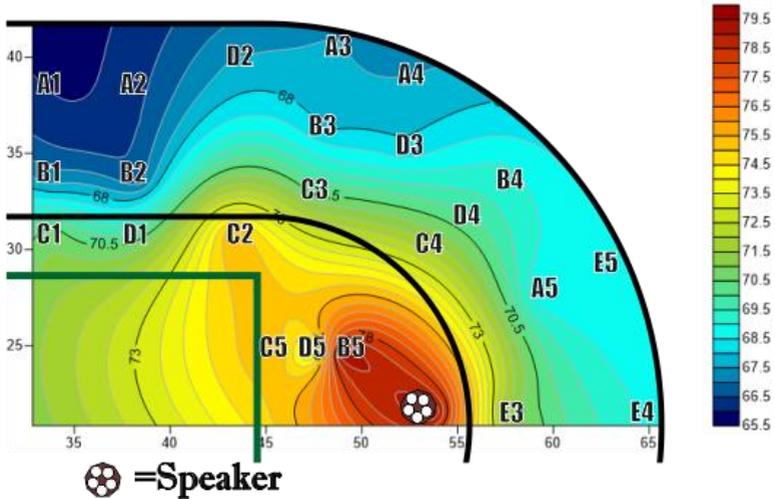
Sound Pressure Level Frekuensi 125 Hertz



Sound Pressure Level Frekuensi 250 Hertz

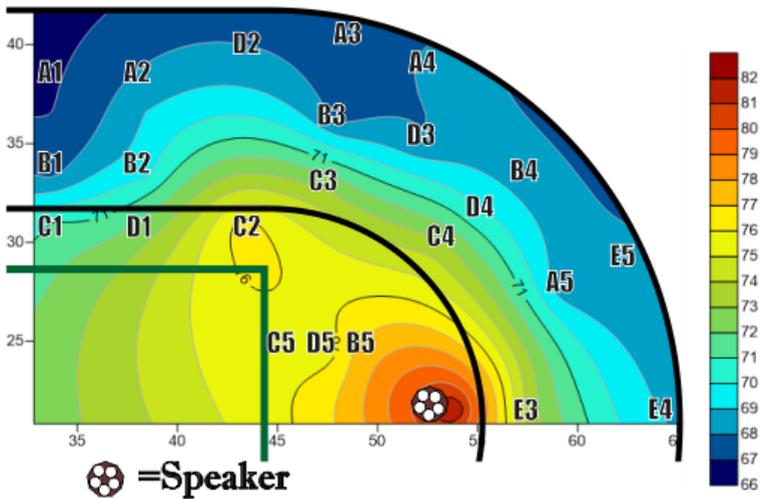


Sound Pressure Level Frekuensi 500 Hertz



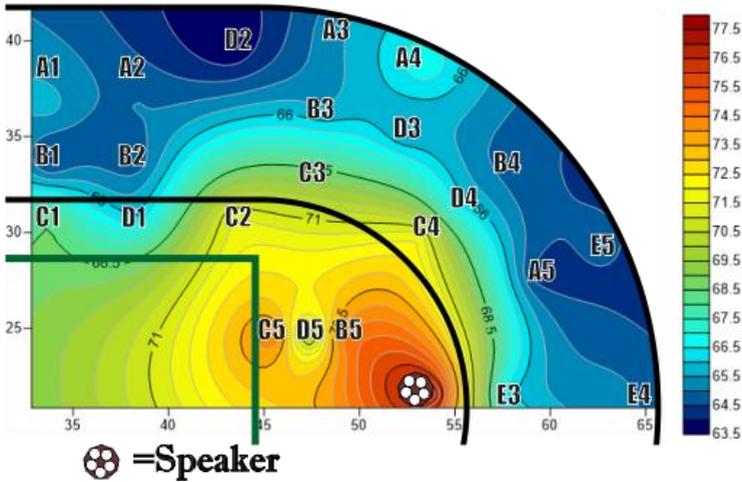
 = Speaker

Sound Pressure Level Frekuensi 1000 Hertz

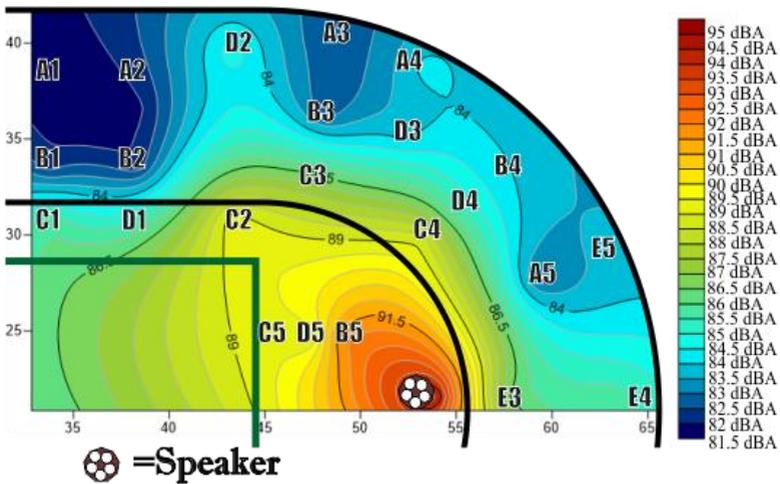


 = Speaker

Sound Pressure Level Frekuensi 2000 Hertz

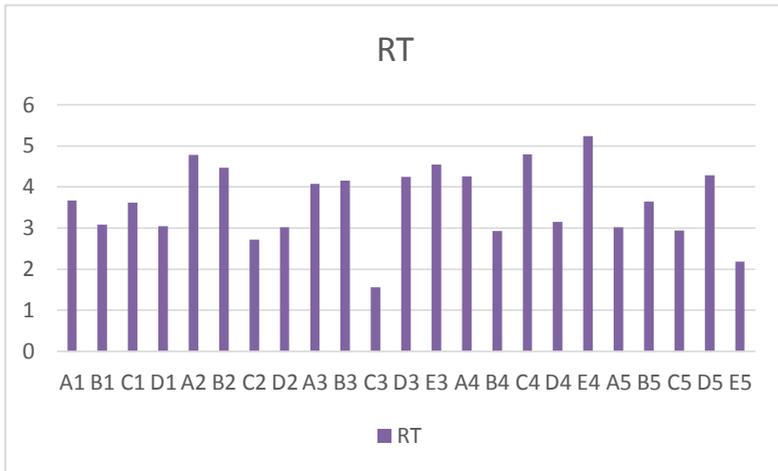


Sound Pressure Level Frekuensi 4000 Hertz

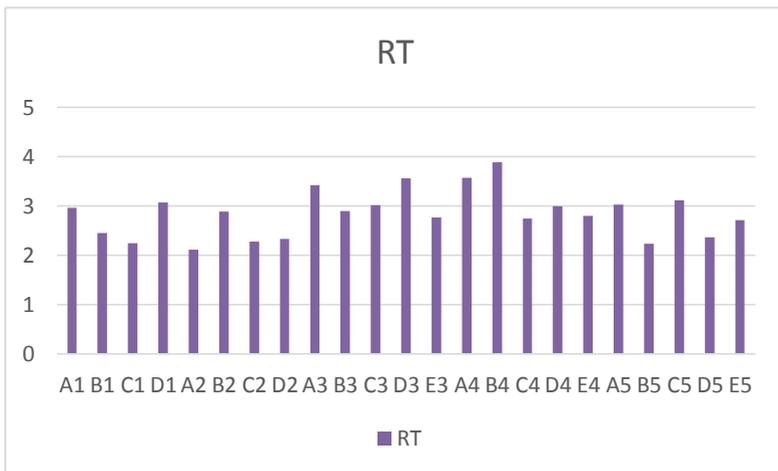


Sound Pressure Level All Frekuensi

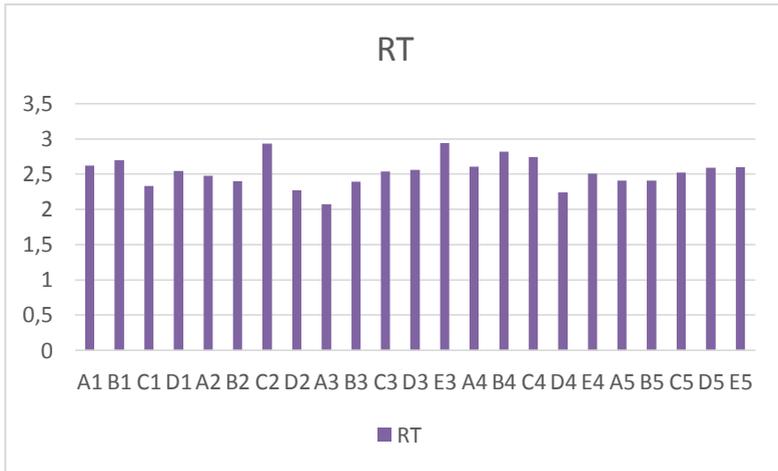
4. Waktu Dengung(Posisi Sumber 1)



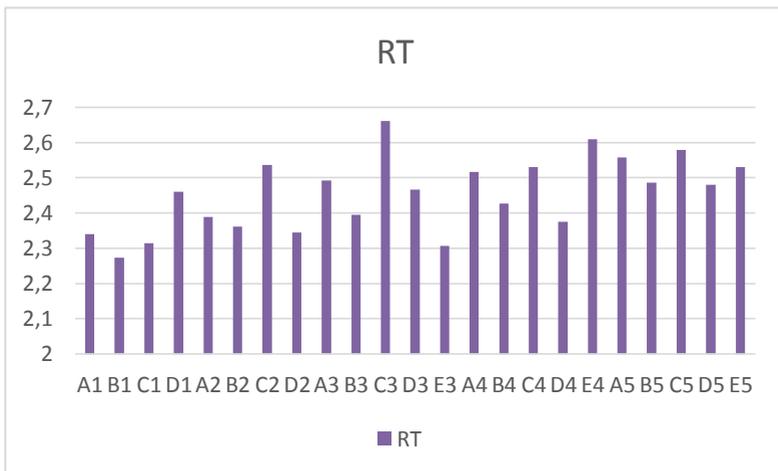
Waktu Dengung Frekuensi 63 Hertz



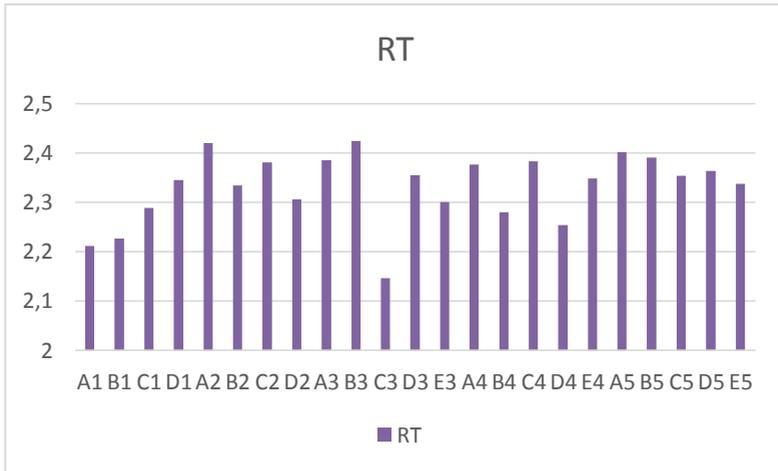
Waktu Dengung Frekuensi 125 Hertz



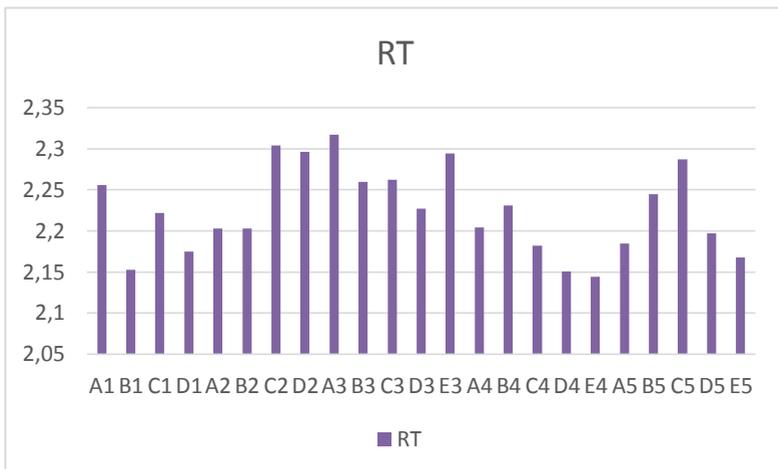
Waktu Dengung Frekuensi 250 Hertz



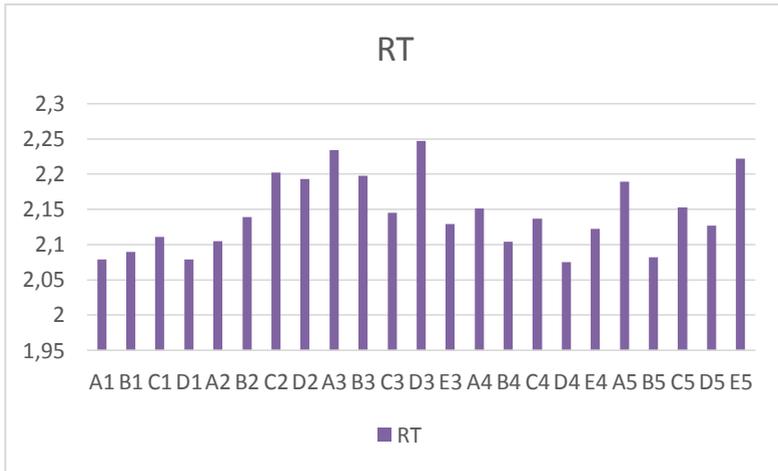
Waktu Dengung Frekuensi 500 Hertz



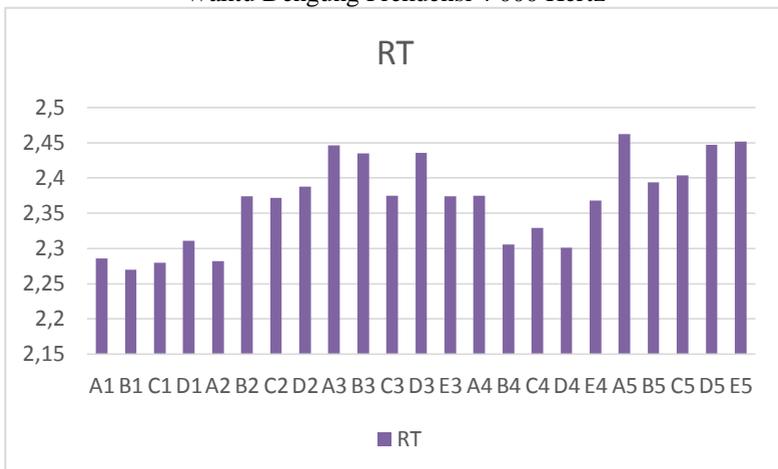
Waktu Dengung Frekuensi 1000 Hertz



Waktu Dengung Frekuensi 2000 Hertz

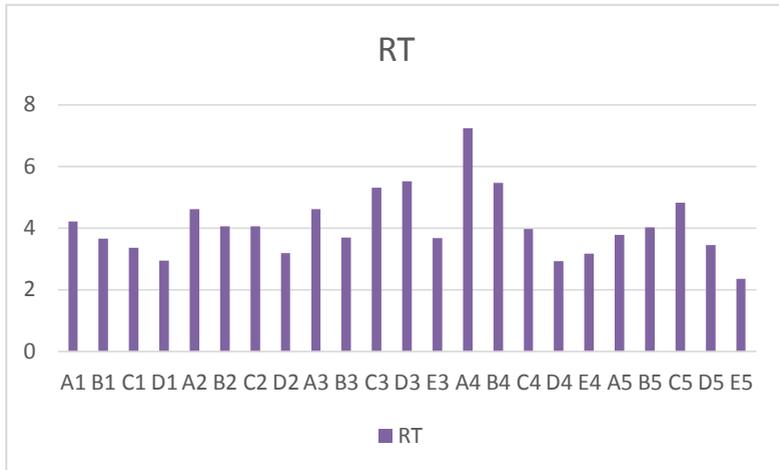


Waktu Dengung Frekuensi 4 000 Hertz

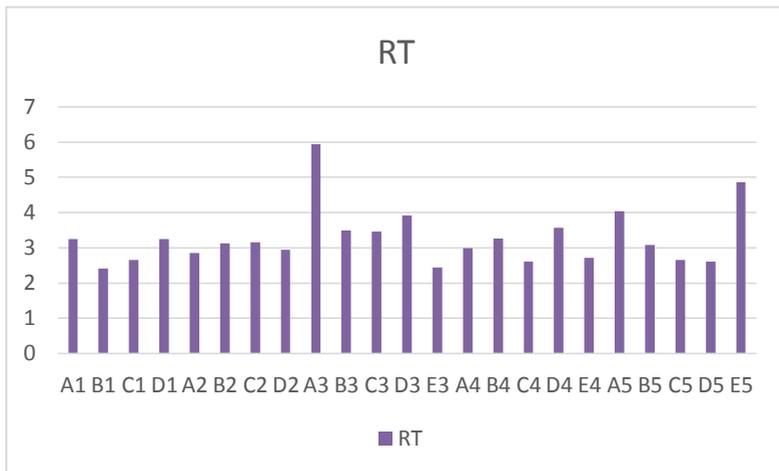


Waktu Dengung All Frekuensi

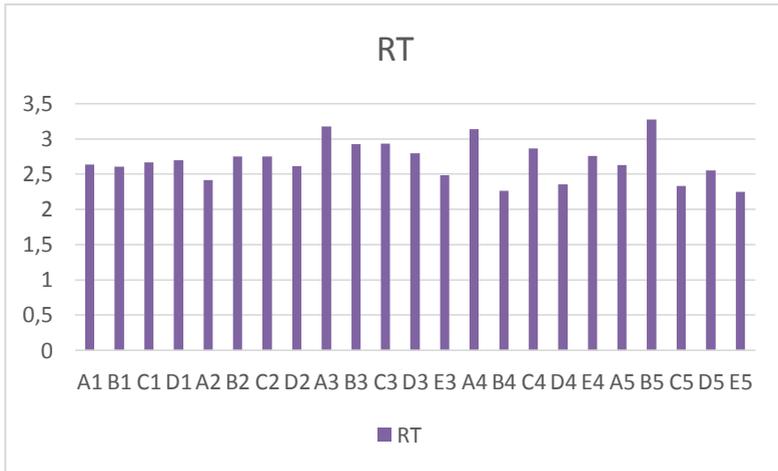
5. Waktu Dengung(Posisi Sumber 2)



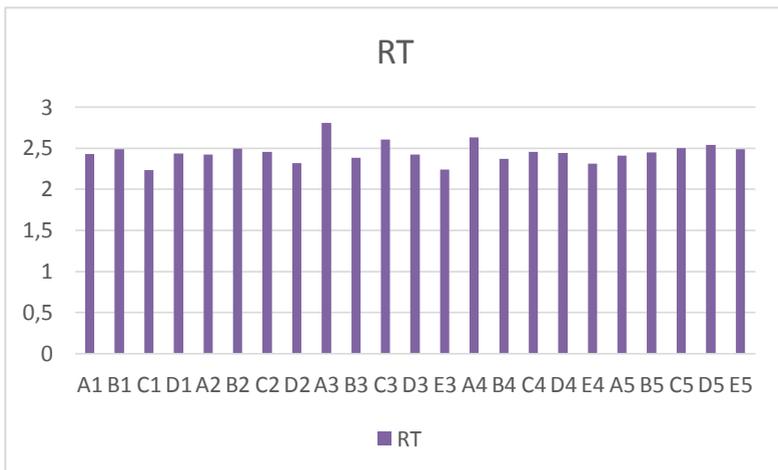
Waktu Dengung Frekuensi 63 Hertz



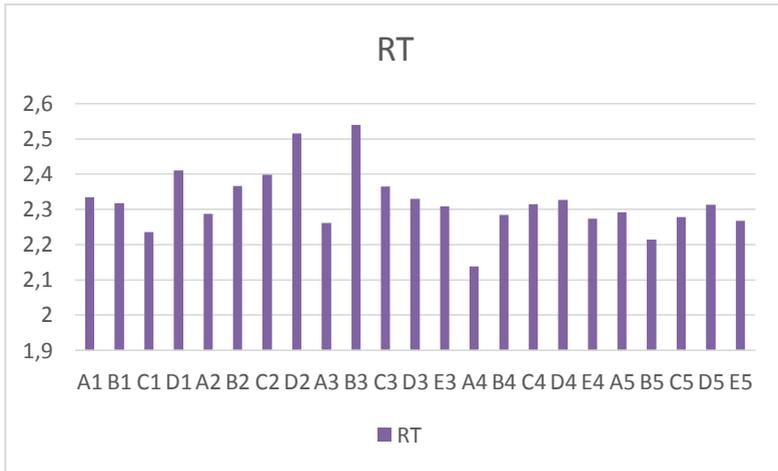
Waktu Dengung Frekuensi 125 Hertz



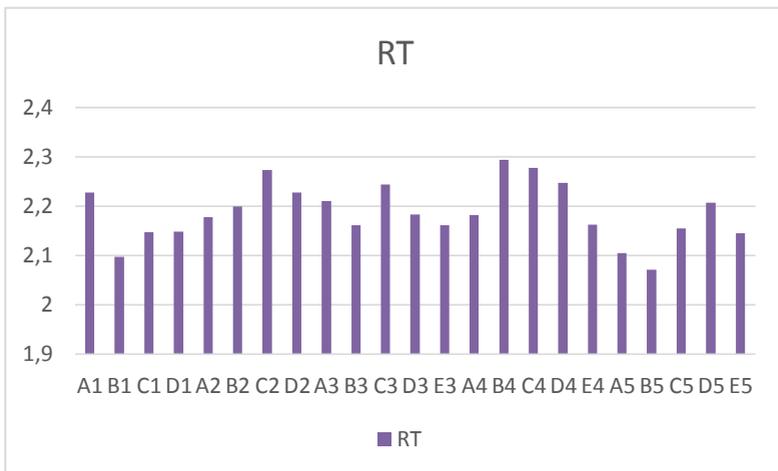
Waktu Dengung Frekuensi 250 Hertz



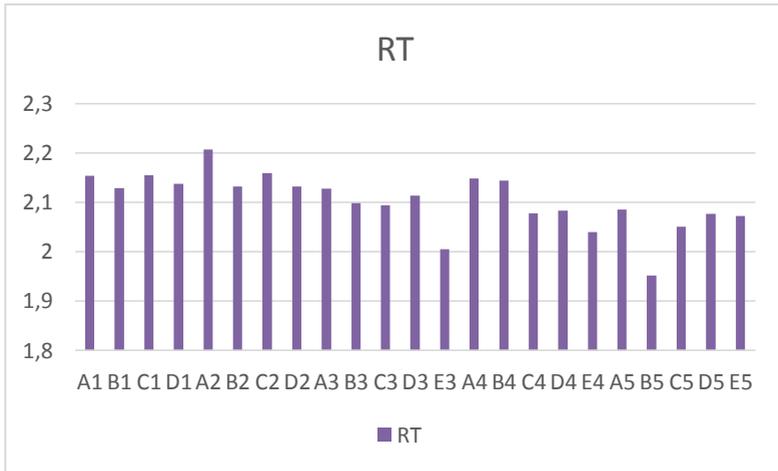
Waktu Dengung Frekuensi 500 Hertz



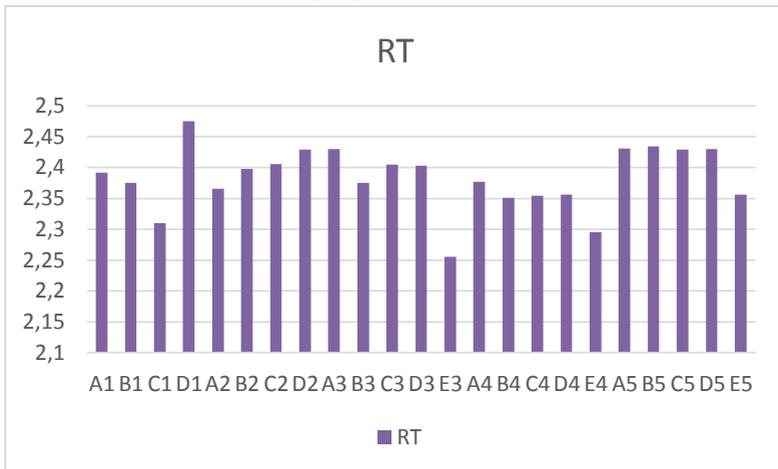
Waktu Dengung Frekuensi 1000 Hertz



Waktu Dengung Frekuensi 2000 Hertz

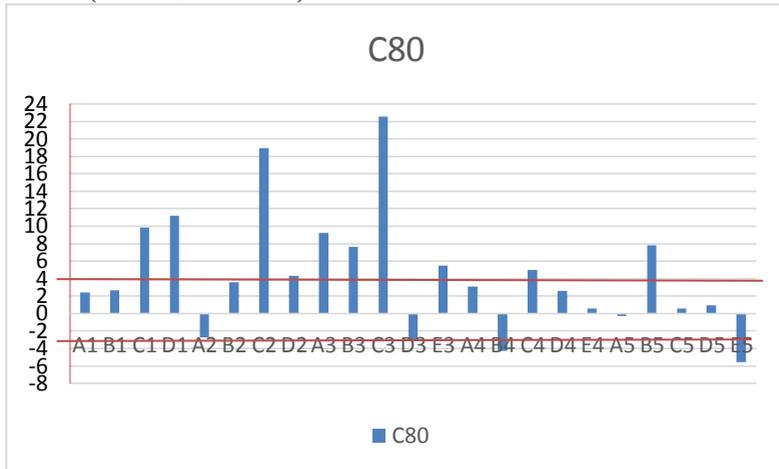


Waktu Dengung Frekuensi 4000 Hertz

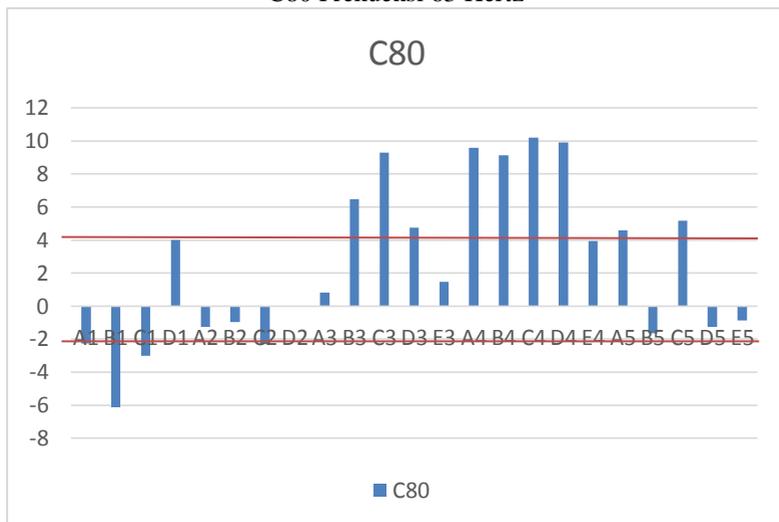


Waktu Dengung All Frekuensi

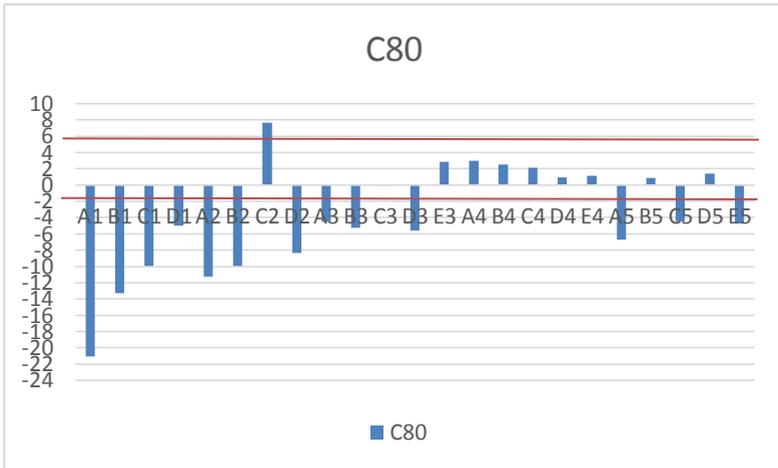
6. C80(Posisi Sumber 1)



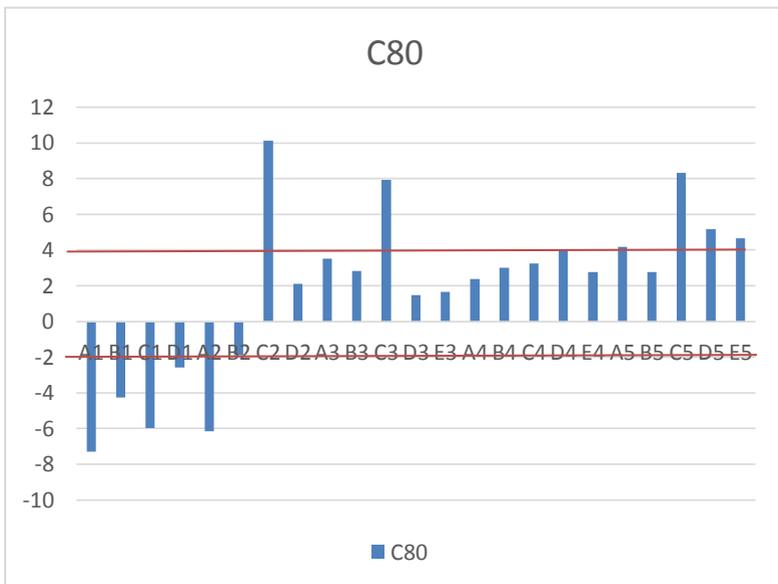
C80 Frekuensi 63 Hertz



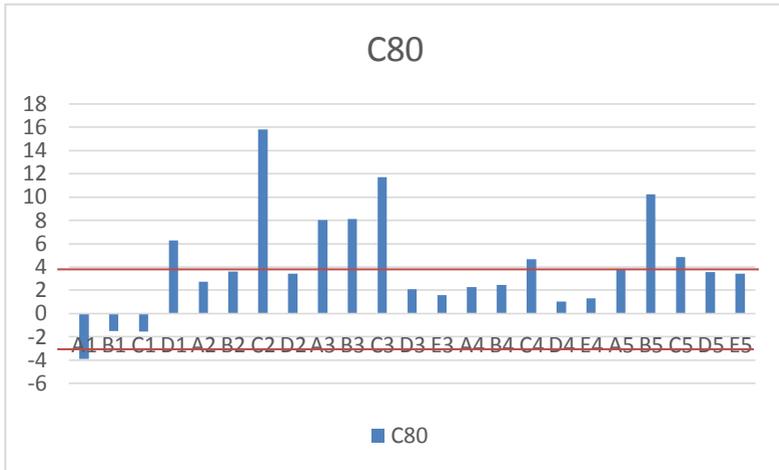
C80 Frekuensi 125 Hertz



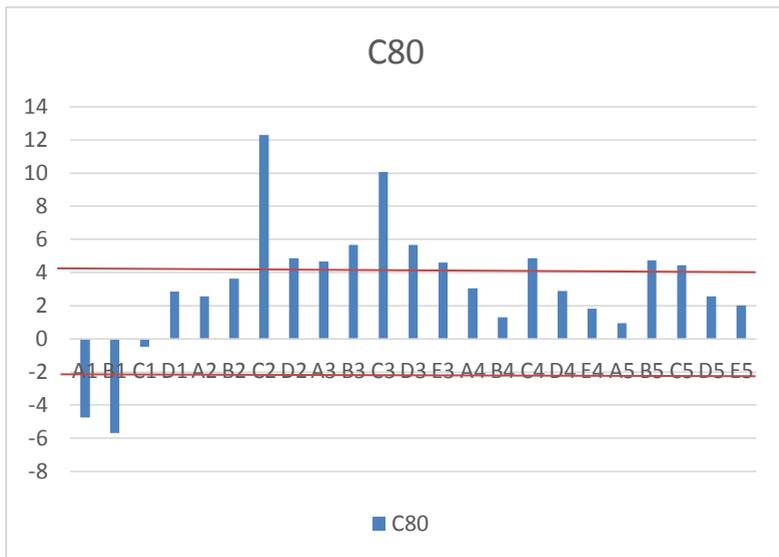
C80 Frekuensi 250 Hertz



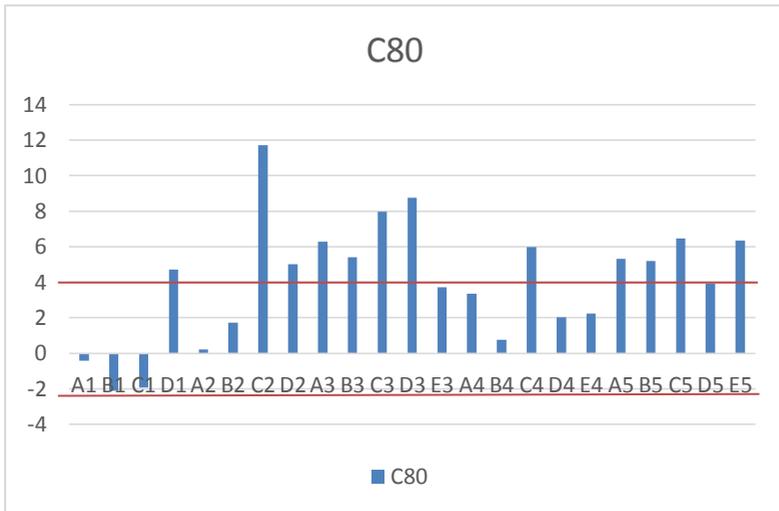
C80 Frekuensi 500 Hertz



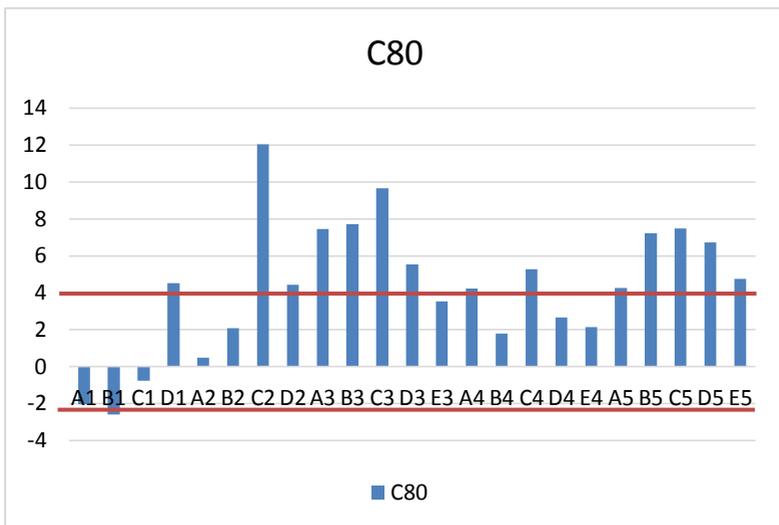
C80 Frekuensi 1000 Hertz



C80 Frekuensi 2000 Hertz

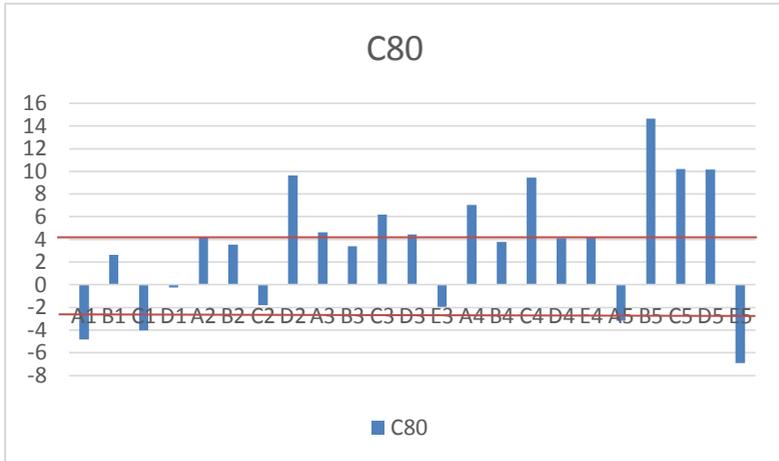


C80 Frekuensi 4000 Hertz

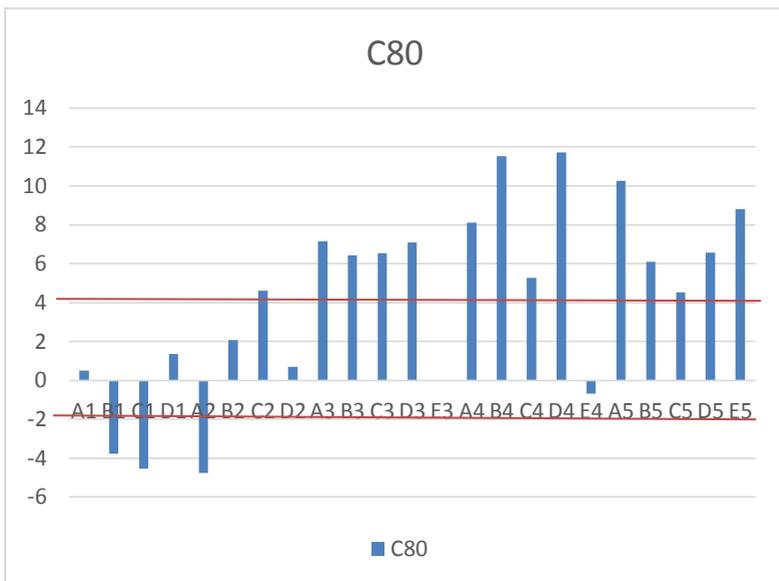


C80 All Frekuensi

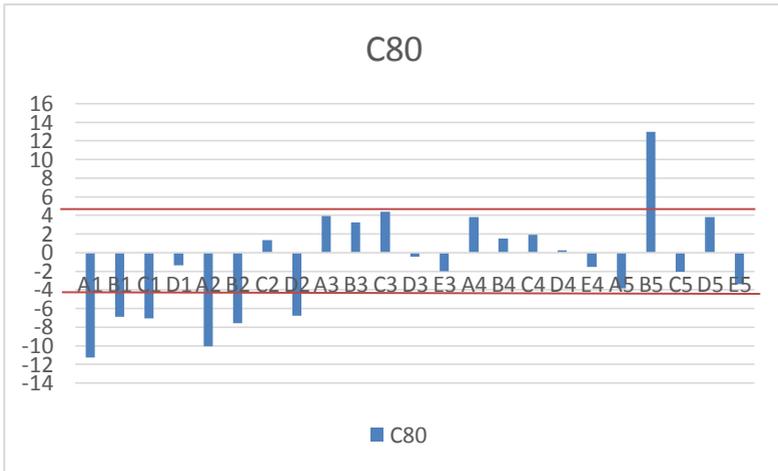
7. C80(Posisi Sumber 2)



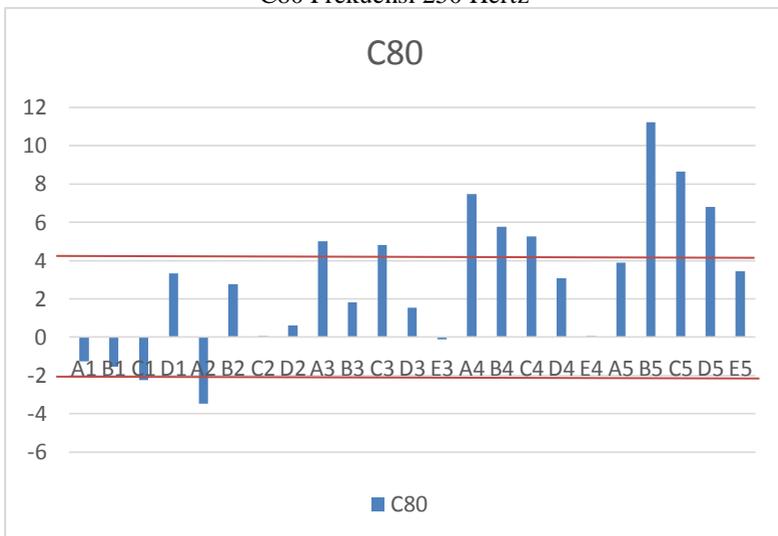
C80 Frekuensi 63 Hertz



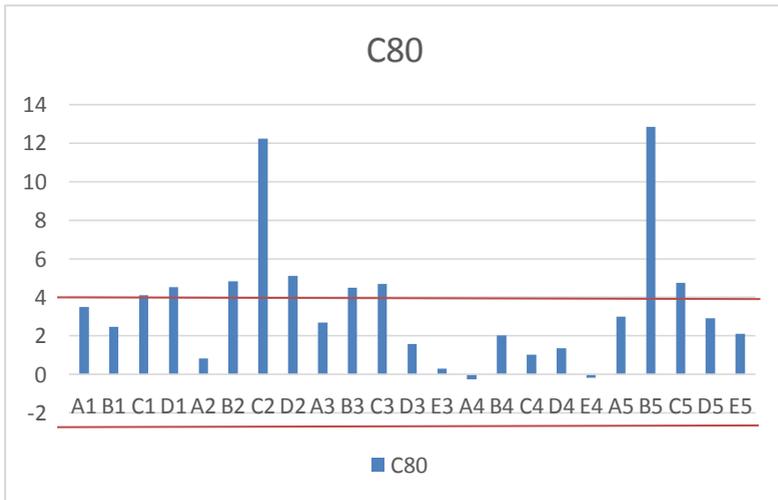
C80 Frekuensi 125 Hertz



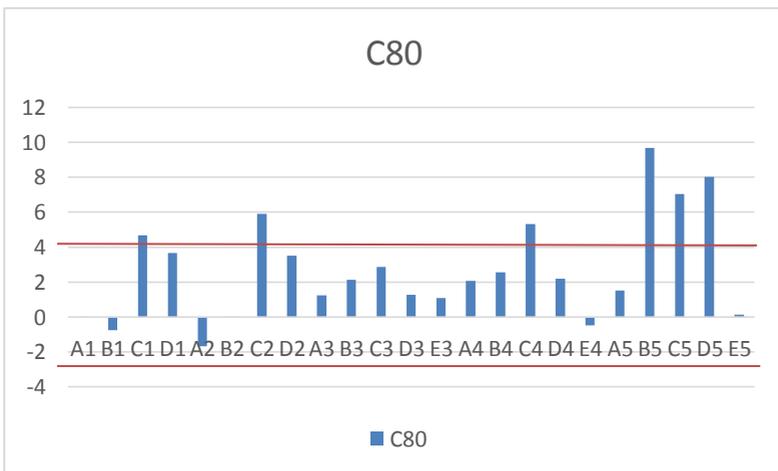
C80 Frekuensi 250 Hertz



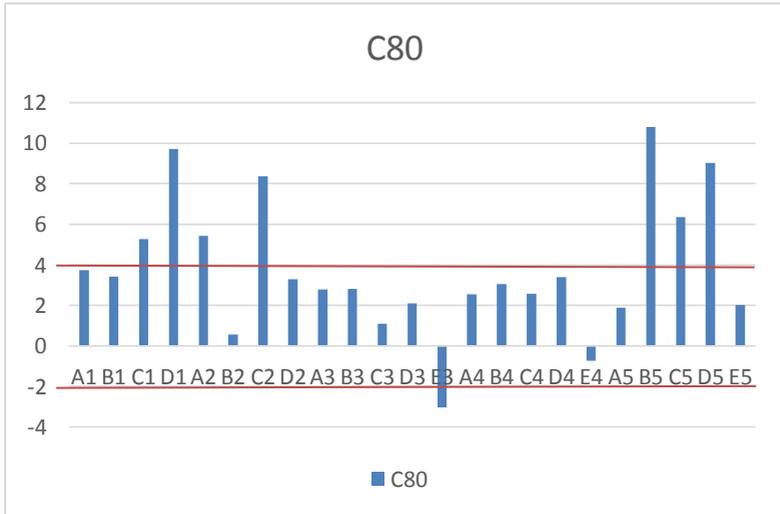
C80 Frekuensi 500 Hertz



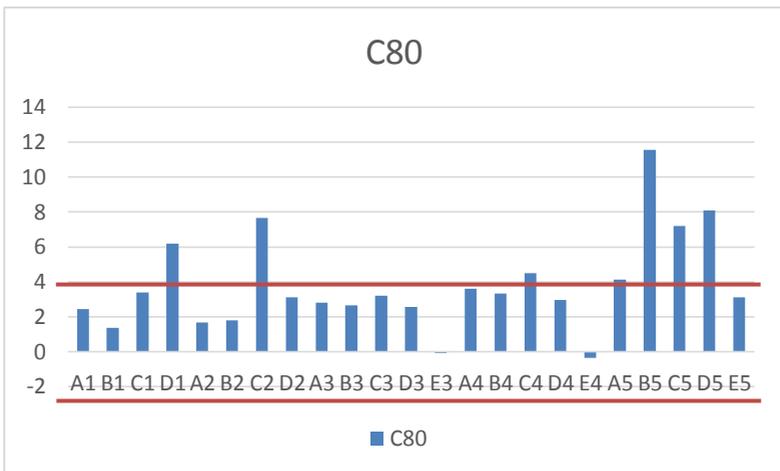
C80 Frekuensi 1000 Hertz



C80 Frekuensi 2000 Hertz

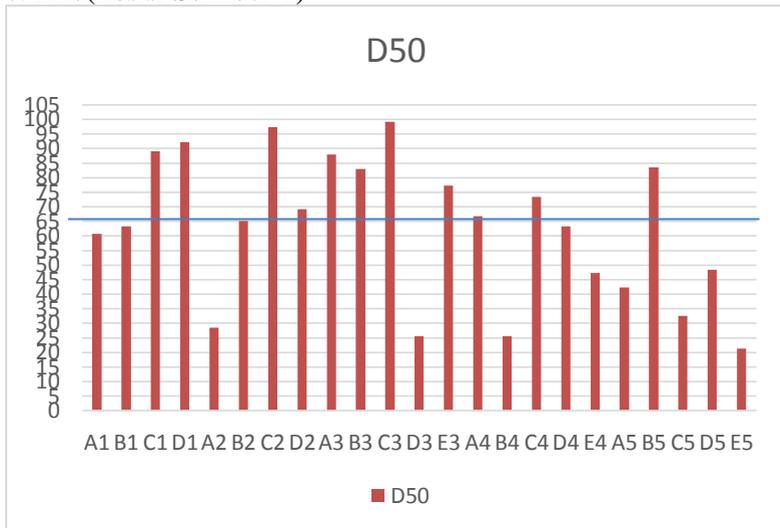


C80 Frekuensi 4000 Hertz

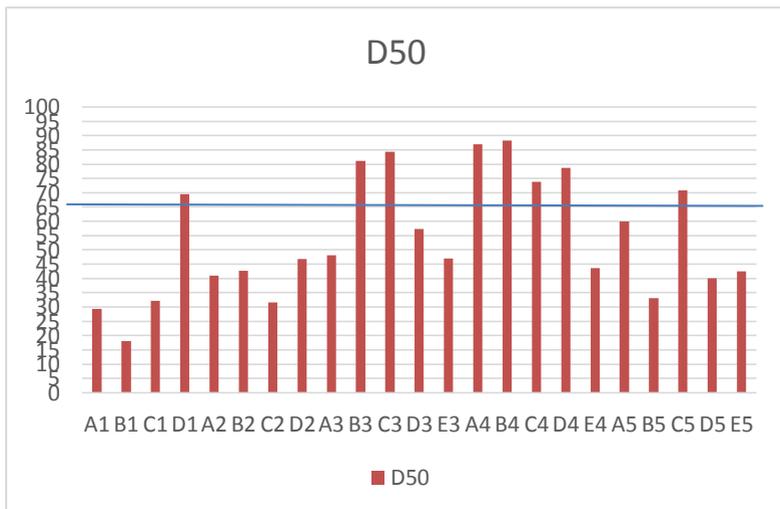


C80 All Frekuensi

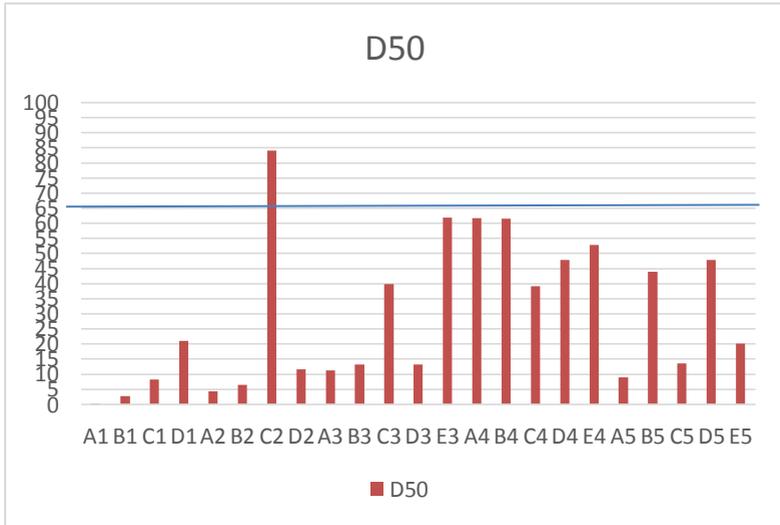
8. D50(Posisi Sumber 1)



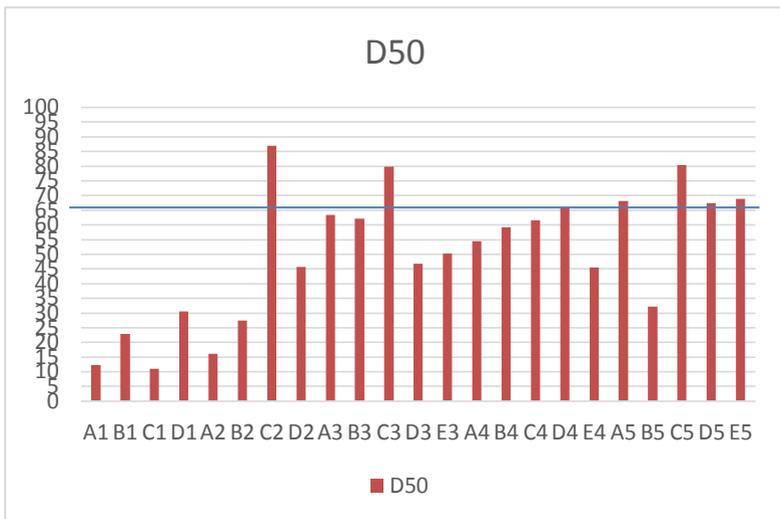
D50 Frekuensi 63 Hertz



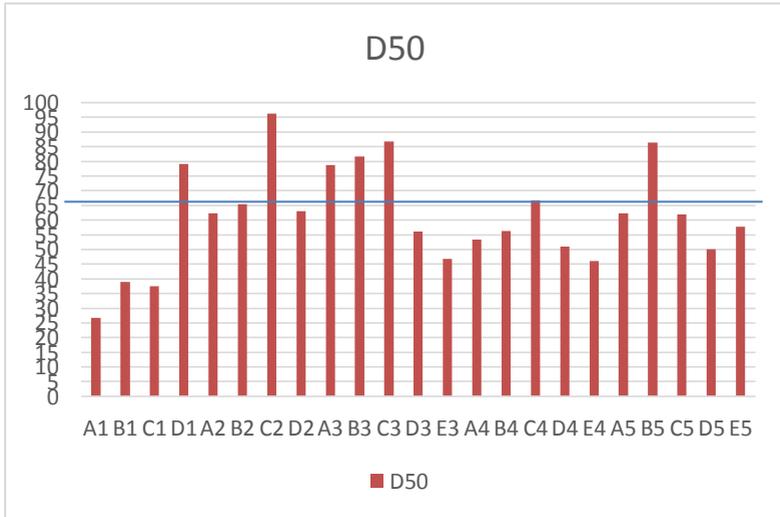
D50 Frekuensi 125 Hertz



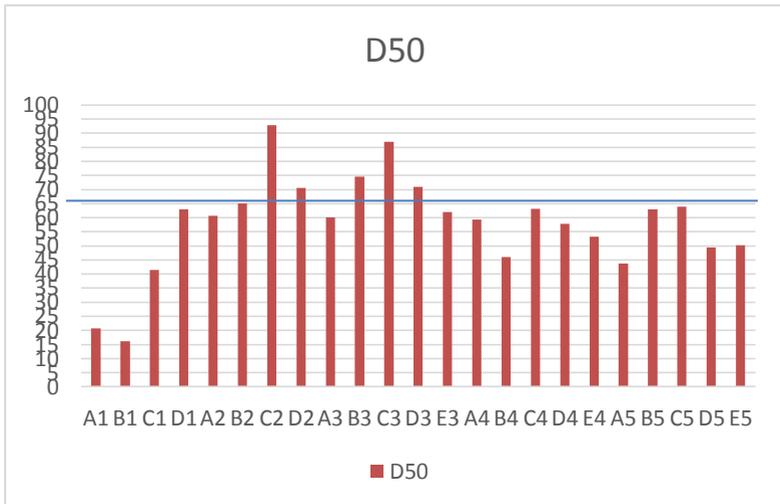
D50 Frekuensi 250 Hertz



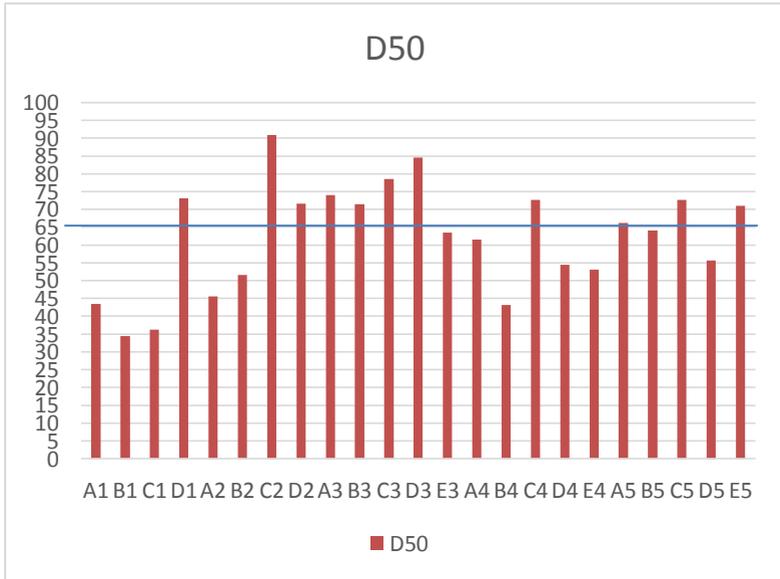
D50 Frekuensi 500 Hertz



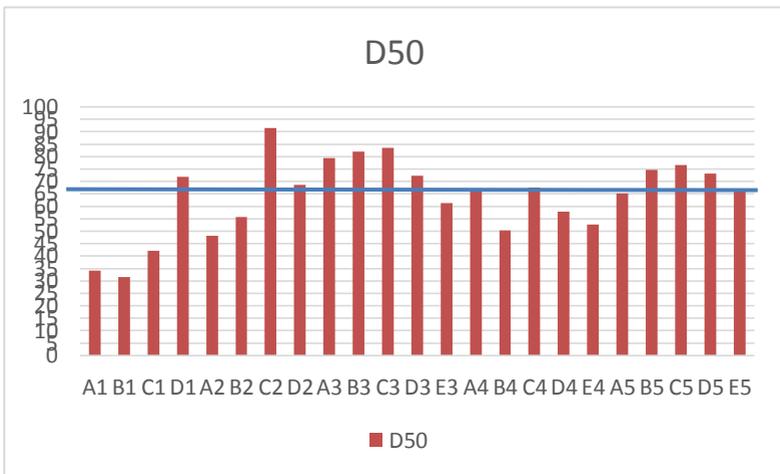
D50 Frekuensi 1000 Hertz



D50 Frekuensi 2000 Hertz

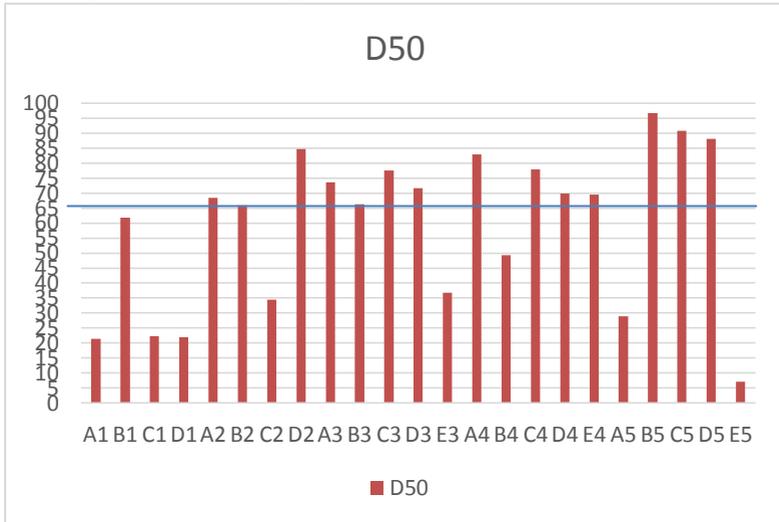


D50 Frekuensi 4000 Hertz

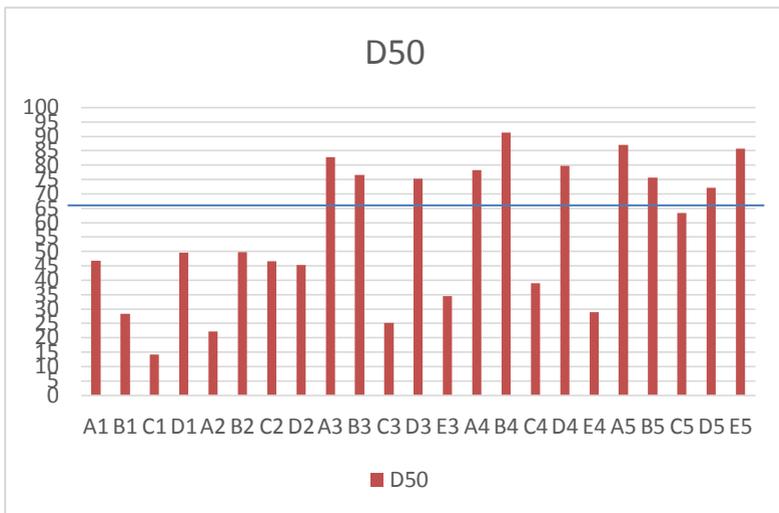


D50 All Frekuensi

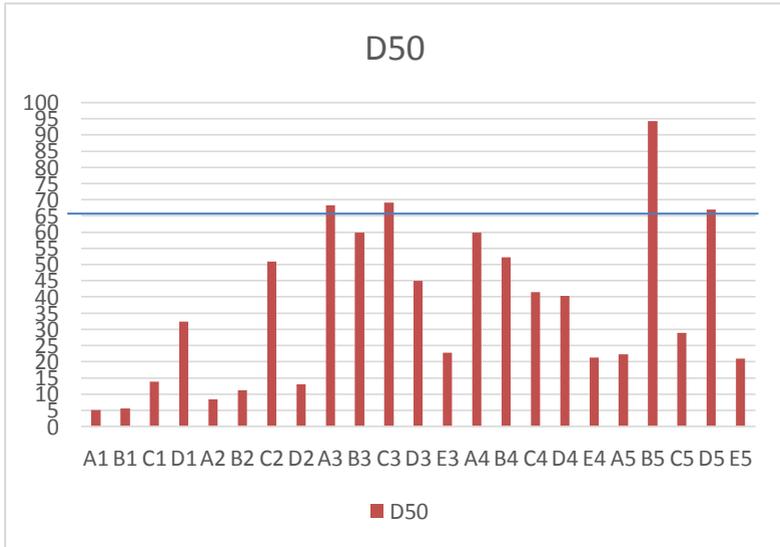
9. D50(Posisi Sumber 2)



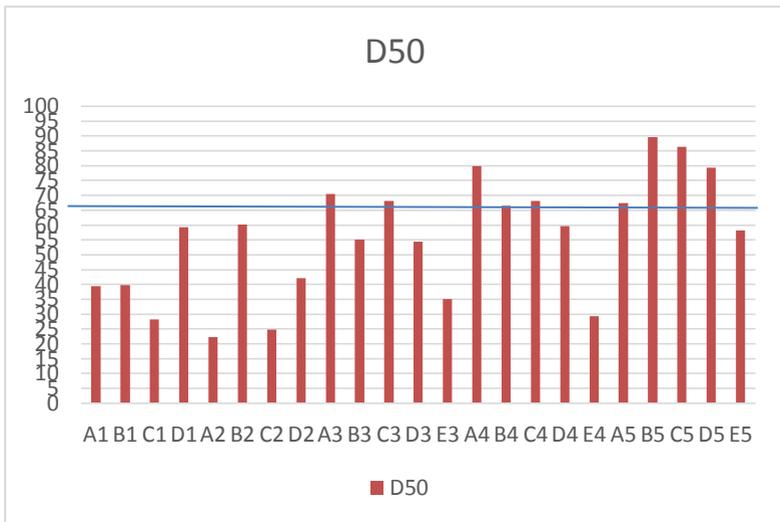
D50 Frekuensi 63 Hertz



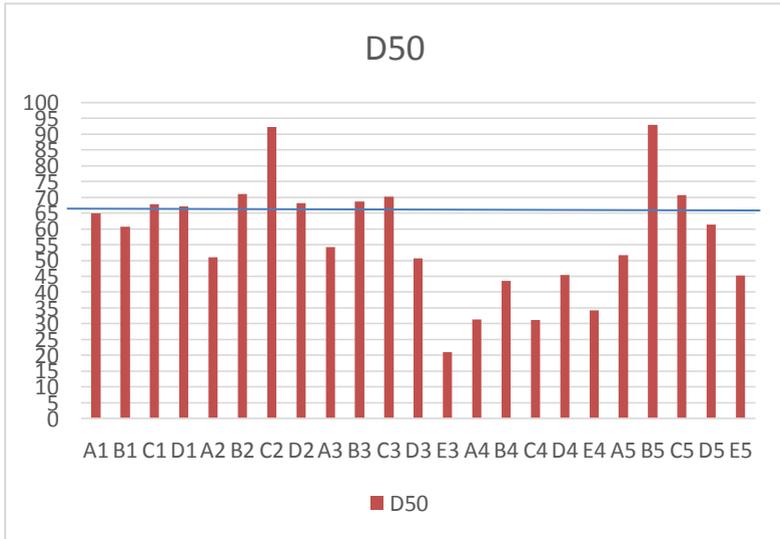
D50 Frekuensi 125 Hertz



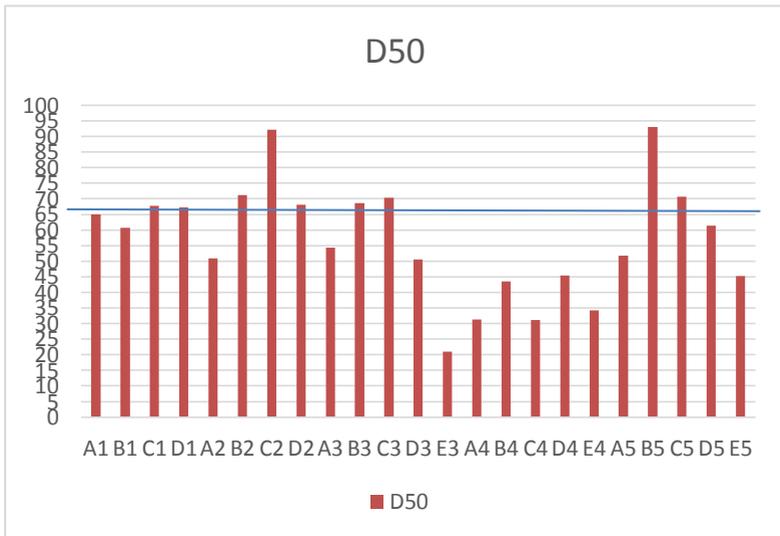
D50 Frekuensi 250 Hertz



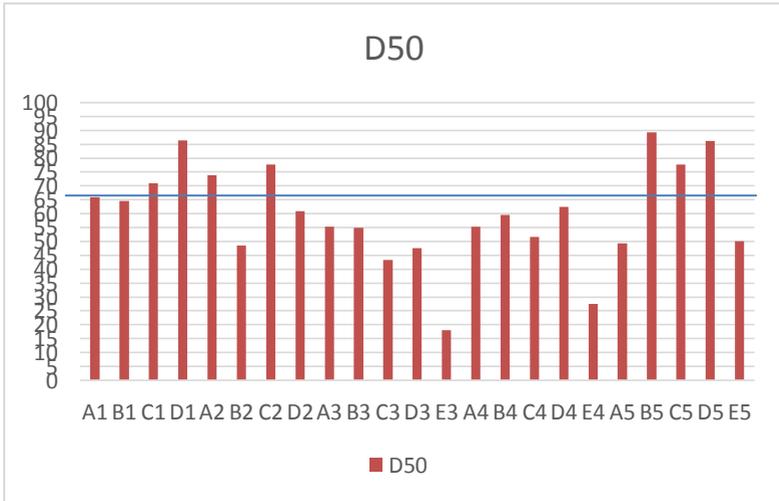
D50 Frekuensi 500 Hertz



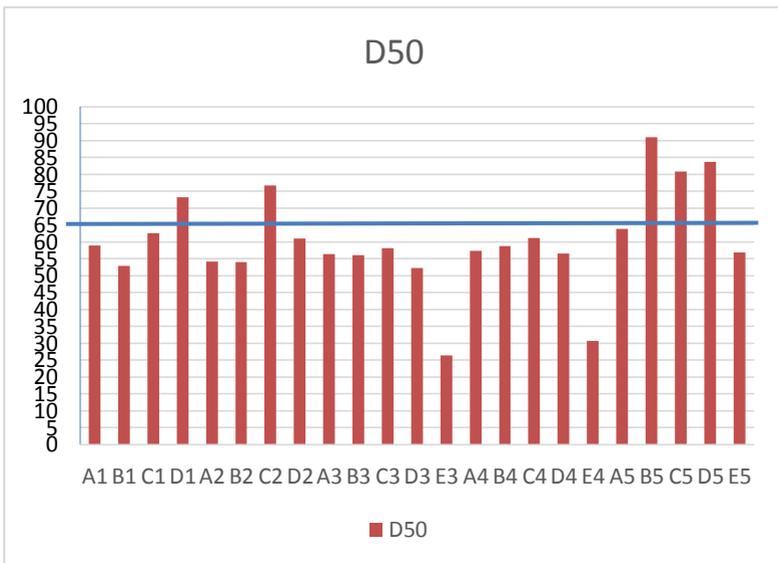
D50 Frekuensi 1000 Hertz



D50 Frekuensi 2000 Hertz



D50 Frekuensi 4000 Hertz



D50 All Frekuensi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Penulis Baskoro Ismail adalah kelahiran Jakarta pada tanggal 1 April 1996. Penulis menempuh pendidikan formal di TKIT Istiqomah Balikpapan, SDIT Istiqomah Balikpapan, SMPN 1 Balikpapan dan SMAN 1 Balikpapan. Penulis diterima sebagai mahasiswa Fisika ITS angkatan 2014 melalui jalur SNMPTN. Selama berkuliah di ITS,

Penulis sempat aktif dalam berbagai kegiatan mahasiswa, salah satunya adalah pernah menjadi Ketua Pasar Malam Minggu ITS 2016. Harapan dari penulis adalah penelitian ini bisa bermanfaat untuk kedepannya. Jika ada seputar saran, kritik atau pertanyaan terkait penelitian ini bisa mengirimkan e-mail ke baskoroismail@gmail.com.