



TUGAS AKHIR - SF184801

**PENGARUH JENIS MATERIAL DAN NADA
TERHADAP KARAKTERISTIK AKUSTIK
BONANG BARUNG BERDASARKAN SOUND
ENVELOPE DAN FREKUENSI DASAR**

Sakti Rangga Irawan
NRP 0111164000069

Dosen Pembimbing:
Dr. Suyatno, M.Si

Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



TUGAS AKHIR - SF184801

**PENGARUH JENIS MATERIAL DAN NADA
TERHADAP KARAKTERISTIK AKUSTIK
BONANG BARUNG BERDASARKAN SOUND
ENVELOPE DAN FREKUENSI DASAR**

Sakti Rangga Irawan
NRP 01111640000069

Dosen Pembimbing:
Dr. Suyatno, M.Si

Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



FINAL PROJECT - SF184801

**EFFECT OF TONE AND MATERIAL TOWARDS
THE CHARACTERISTICS OF *BONANG BARUNG*
BASED ON SOUND ENVELOPE AND
FUNDAMENTAL FREQUENCY**

Sakti Rangga Irawan
NRP 0111164000069

Advisor:
Dr. Suyatno, M.Si

Physics Department
Faculty of Sciences and Data Analysis
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH JENIS MATERIAL DAN NADA TERHADAP KARAKTERISTIK AKUSTIK *BONANG* *BARUNG* BERDASARKAN *SOUND ENVELOPE* DAN FREKUENSI DASAR

Diajukan untuk memenuhi Persyaratan
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains

Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh:

SAKTI RANGGA IRAWAN
NRP 011116100069

Surabaya, 30 Juni 2020

Menyetujui
Dosen Pembimbing



PENGARUH JENIS MATERIAL DAN NADA TERHADAP KARAKTERISTIK AKUSTIK *BONANG BARUNG* BERDASARKAN *SOUND ENVELOPE* DAN FREKUENSI DASAR

Nama : Sakti Rangga Irawan
NRP : 01111640000069
Departemen : Fisika, Fakultas Sains dan Analitika Data
Pembimbing : Dr. Suyatno, M.Si

Abstrak

Gamelan merupakan seperangkat alat musik tradisional khas Jawa dengan ciri khas dan keunikan tersendiri saat dibandingkan dengan alat musik klasik. Bonang yang merupakan salah satu jenis *loud instrument* berbahan logam pipih dengan bentuk fisik seperti mangkuk yang diletakkan terbalik dan terdapat *pencu* (benda berbentuk setengah bola kecil) di bagian atasnya, memiliki 10 sampai 14 buah yang terbagi menjadi 2 baris yang memiliki nada sama dengan frekuensi berbeda, dan dibunyikan dengan cara dipukul menggunakan tongkat yang dililitkan kain diujungnya. Kemajuan teknologi yang berkembang pada saat ini, juga dapat dimanfaatkan untuk meneliti alat-alat tradisional, dalam hal ini adalah salah satu jenis alat musik tradisional dari Jawa berupa penilaian akustikanya. Dari hal tersebut, maka penelitian tugas akhir tentang Pengaruh Jenis Material dan Nada terhadap Karakteristik Akustik *Bonang Barung* berdasarkan *Sound Envelope* dan Frekuensi Dasar ini dilakukan, untuk mendapatkan nilai kuantitatif dari bonang barung berdasarkan parameter akustiknya dari tinjauan pada beberapa jenis nada dan material yang digunakan. Penelitian ini dilakukan dengan merekam suara dari bonang barung menggunakan mikrofon yang disambungkan pada amplifier serta telah terhubung dengan komputer yang terdapat *software yoshimasa electronic* (YMEC) untuk mengidentifikasi hasil perekaman sinyal suara. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini menunjukkan nilai tau-e, waktu dengung sub-sekuen, *sound envelope*, dan juga frekuensi dasar dari bonang barung. Nilai *sound envelope* pada nada 5 bawah dari material berbeda paling besar secara berturut-turut adalah 2,21 s dengan frekuensi dasar 433,0 Hz pada bahan plat kuningan; 1,34 s dengan frekuensi dasar 412,3 Hz pada plat hitam; dan 1,13 s

dengan nilai frekuensi dasarnya 406,0 Hz pada plat galvanis. Untuk nada yang berbeda pada material yang sama menunjukkan semakin tinggi nada yang dihasilkan bonang akan menghasilkan *sound envelope* dan frekuensi dasar yang sebanding, dengan gaya pemukul, ruang pengujian, serta posisi pengukuran sama.

Kata Kunci: *Bonang barung, Frekuensi dasar, Loud Instrument, Parameter Akustik, Sound envelope.*

EFFECT OF MATERIAL AND TONE TOWARD THE CHARACTERISTICS OF *BONANG BARUNG* BASED ON SOUND ENVELOPE AND FUNDAMENTAL FREQUENCY

Name : Sakti Rangga Irawan
NRP : 01111640000069
Department : Physics, Faculty of Science and Data Analytics
Advisor : Dr. Suyatno, M.Si

Abstract

Gamelan is the one of traditional music instrument in Javanese which have its characteristics and uniqueness, when compared with modern music instrumental. *Bonang* is the one part of loud instrument made of flat metal and have shape like an inverted bowl with *pencu* (object shaped a half of sphere) in top of its body, have 10 up to 14 pieces and divided by two lines with the same tone and different frequencies, sounded when the *pencu* was bitten using a special stick (at the end of the stick is tied with a fabric materials). An advance technology in this era can be used for research about traditional instrument, for this part we discuss about traditional Javanese instrument, and its value with an acoustical parameters. From that section, final project research about Effect of Material and Tone Toward the Characteristics of *Bonang Barung* Based on Sound Envelope and Fundamental Frequency will be held, to find a quantity value of *bonang barung* based on acoustical parameters, using some tone and material variation. The methods of this research is record the sound of *bonang barung* using microphone which connected to an amplifier and computer which have yoshimasa electronic (YMEC) software to identified value of sound signal recording, and will analyzed the by time domain and frequency domain using Matlab software. Result of its final project show the value of tau-e, reverberation time of *bonang*, sound envelope, and the fundamental frequencies of the instrument. The values of sound envelope at 5th lower tone from different material by continued is 2,21 s with the fundamental frequency is 433,0 Hz in plate which made by brass; 1,34 s with 412,3 Hz fundamental frequency in black iron plate; and 1,11 s with 406,0 Hz fundamental

frequency in galvanized plate. For different tone with the same materials, shows higher tone has higher sound envelope and fundamental frequencies, with the same force to sounding the source, analyzing room, and the position of measurement.

Keywords: *Bonang Barung, Fundamental Frequencies, Loud Instrument, Acoustical Parameters, Sound envelope*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul:

“Pengaruh Jenis Material dan Nada terhadap Karakteristik Akustik *Bonang Barung* berdasarkan *Sound Envelope* dan Frekuensi Dasar”

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk perkembangan teknologi dan sains di Indonesia, serta untuk berbagi wawasan tentang alat musik tradisional yang ada di Indonesia saat dilihat dari sudut pandang sains. Terimakasih penulis ucapkan kepada pihak-pihak yang membantu penulis selama pelaksanaan penyelesaian Tugas Akhir di Departemen Fisika ITS:

1. Allah SWT yang memberikan kesehatan, kelancaran serta kesempatan untuk melaksanakan Tugas Akhir ini dengan baik, ditengah adanya pandemi Covid-19 yang sedang mewabah.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, motivasi, semangat, dan dukungan materil yang selalu penuh dan tiada henti bagi penulis.
3. Dr. Gatut Yudhoyono, M.T dan Dr.rer.nat. Bintoro Anang Subagyo selaku Kepala Departemen dan Sekretaris Departemen Fisika Fakultas Sains dan Analitika Data Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang telah memberikan fasilitas dalam perkuliahan selama menempuh studi di ITS.
4. Dr. Suyatno, M.Si selaku dosen pembimbing Tugas Akhir ini yang telah memberikan ilmu, wawasan, pengalaman, dan motivasi untuk penulis dalam melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Susilo Indrawati, M.Si dan Dra. Lea Prasetyo, M.Sc selaku dosen pengampu dalam matakuliah fisika bangunan dan elektro akustik bidang keahlian Instrumentasi Akustik sebagai penunjang materi dalam pemahaman penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir.

6. Unit Kegiatan Tari dan Karawitan (UKTK) ITS yang telah bersedia memberikan fasilitas peminjaman bonang barung sebagai alat yang diuji pada Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Sirius 2016, Fisika ITS Angkatan 2016 yang sama-sama berjuang dan memotivasi penulis untuk semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir di Departemen Fisika ITS.
8. Rekan rumah kontrakan Niko, Edo, Bagus, dan Barok yang ikut serta membantu dan sama-sama berjuang menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Senior laboratorium Akustik dan Fisika Bangunan M. Azwar Annas, Yusuf Haikal B, M. Ibram, Michael Lianto, Inayah, serta senior lainnya yang memberikan ilmu dan wawasan terkait bidang akustik yang mendukung pemahaman dan keterampilan dari penulis.
10. Teman-teman Laboratorium Akustik dan Fisika Bangunan Ayulia, Febriyati, Humam, Damus, Radit, Windi, Finaa, Ina, Fadia, Aryuda, dan Rifdah, yang ikut membantu melaksanakan kegiatan di laboratorium demi kelancaran pembelajaran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
11. Ulfi Qomariyah Hanum yang senantiasa memberikan motivasi dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Sahabat-sahabat terdekat penulis serta pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kesalahan dan kekeliruan dikarenakan keterbatasan wawasan dan ilmu yang dimiliki penulis. Demikian ucapan terimakasih penulis, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan juga dalam bidang penelitian terkait ilmu akustik selanjutnya.

Surabaya, 30 Juni 2020

Penulis
sirangairawan@gmail.com

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
COVER PAGE	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
Abstrak	vii
Abstract	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gamelan	5
2.2 Karakteristik dan Parameter Objektif Akustik	6
2.2.1 Tingkat Pendengaran Bunyi (<i>Listening Level</i>).....	6
2.2.2 <i>Sound Envelope</i>	6
2.2.3 <i>Tau-e</i> (τ_e).....	7
2.2.4 Waktu Dengung Sub-Sekuen (T-sub).....	8
2.2.5 Frekuensi Dasar dan Frekuensi Harmonisa	8
2.2.6 <i>Timbre</i>	9
2.3 Resonator	9

2.4	Penelitian Sebelumnya	10
BAB III METODOLOGI.....		13
3.1	Tahap Penelitian	13
3.2	Bonang Barung	14
3.3	Alat dan Bahan	14
3.4	Skema Alat	15
3.5	Pengambilan Data.....	16
3.6	Pengolahan Data	17
BAB IV HASIL DAN DISKUSI.....		21
4.1	Analisis <i>Listening Level</i> terhadap Bunyi Bonang.....	21
4.2	Analisis <i>Sound Envelope</i> terhadap Bunyi Bonang	24
4.3	Analisis Tau-e terhadap Bunyi Bonang	28
4.4	Analisis Spektrogram	30
4.5	Analisis Frekuensi terhadap Bunyi Gamelan	33
4.6	Analisis T-sub terhadap Bunyi Bonang	37
4.7	Analisis Sifat Bahan Bonang.....	39
4.8	Analisis Resonator Bonang	40
BAB V KESIMPULAN		45
5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA		47
LAMPIRAN		49
BIODATA PENULIS		57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gamelan Jawa	5
Gambar 2.2 <i>Sound Envelope</i> pada (a) grafik dan (b) spektrum bunyi	9
Gambar 3.1 Diagram alir pengujian bonang barung gamelan Jawa	13
Gambar 3.2 <i>Bonang Barung Laras Pelog Gamelan Jawa</i>	14
Gambar 3.3 Sumber Bunyi dan Resonator Bonang	14
Gambar 3.4 Skema alat pengujian bonang barung gamelan Jawa	15
Gambar 3.5 Rangkaian alat pengujian bonang barung gamelan Jawa.....	16
Gambar 3.6 Sinyal suara file <i>wave</i> (.wav) pada <i>Realtime Analyzer</i>	17
Gambar 3.7 Hasil pemotongan sinyal pada <i>Realtime Analyzer</i>	18
Gambar 3.8 <i>Impulse Response</i> dari suara gamelan yang diuji.....	18
Gambar 4.1 Grafik tingkat pendengaran bunyi pada bonang nada 5 bawah.....	21
Gambar 4.2 Grafik <i>Listening Level</i> pada (a) nada atas plat kuningan, (b) nada bawah plat kuningan, dan (c) nada bawah plat galvanis	23
Gambar 4.3 Spektrum <i>sound envelope</i> nada 5 bawah pada (a) plat kuningan, (b) plat galvanis, dan (c) plat besi hitam.. ..	25
Gambar 4.4 Nilai <i>sound envelope</i> nada bawah plat kuningan pada (a) nada 2, (b) nada 3, dan (c) nada 5	26
Gambar 4.5 Grafik <i>sound envelope</i> pada (a) nada bawah material berbeda dan (b) nada atas-bawah pada material plat kuningan	27
Gambar 4.6 Spektrogram nada 5 bawah pada (a) plat kuningan, (b) plat galvanis, dan (c) plat besi hitam.	33
Gambar 4.7 Spektrogram nada atas plat kuningan (a) nada 2, (b) nada 3, dan (c) nada 5	34
Gambar 4.8 Spektrogram nada bawah plat kuningan (a) nada 2, (b) nada 3, dan (c) nada 5	34
Gambar 4.9 Spektrogram nada bawah plat galvanis (a) nada 2, (b) nada 3, dan (c) nada 5	35
Gambar 4.10 Frekuensi dasar nada 5 bawah pada (a) plat kuningan, (b) plat galvanis, dan (c) plat besi hitam	35
Gambar 4.11 Frekuensi dasar nada bawah plat kuningan dengan (a) nada 2, (b) nada 3, dan (c) nada 5	36

Gambar 4.12 Grafik frekuensi dasar analisis matlab nada (a) bawah material berbeda dan (b) nada atas bawah pada material plat kuningan.....	37
Gambar 4.13 Grafik T-sub pada (a) bawah material berbeda dan (b) nada atas bawah pada material plat kuningan	38
Gambar 4.14 Grafik massa jenis bonang pada (a) nada bawah material berbeda dan (b) nada atas-bawah material plat kuningan	41
Gambar 4.15 Grafik konstanta kekakuan bahan (a) nada bawah material berbeda dan (b) nada atas bawah pada material plat kuningan	43
Gambar 1 <i>Sound envelope</i> plat kuningan nada 2 atas.....	50
Gambar 2 <i>Sound envelope</i> plat kuningan nada 2 bawah	50
Gambar 3 <i>Sound envelope</i> plat kuningan nada 3 atas.....	50
Gambar 4 <i>Sound envelope</i> plat kuningan nada 3 bawah	51
Gambar 5 <i>Sound envelope</i> plat kuningan nada 5 atas.....	51
Gambar 6 <i>Sound envelope</i> plat kuningan nada 5 bawah	51
Gambar 7 <i>Sound envelope</i> plat galvanis nada 2 bawah	52
Gambar 8 <i>Sound envelope</i> plat galvanis nada 3 bawah	52
Gambar 9 <i>Sound envelope</i> plat galvanis nada 5 bawah	52
Gambar 10 <i>Sound envelope</i> plat besi hitam nada 5 bawah.....	53
Gambar 11 Frekuensi dasar plat kuningan nada 2 atas.....	53
Gambar 12 Frekuensi dasar plat kuningan nada 2 bawah	53
Gambar 13 Frekuensi dasar plat kuningan nada 3 atas.....	54
Gambar 14 Frekuensi dasar plat kuningan nada 3 bawah	54
Gambar 15 Frekuensi dasar plat kuningan nada 5 atas.....	54
Gambar 16 Frekuensi dasar plat kuningan nada 5 bawah	55
Gambar 17 Frekuensi dasar plat galvanis nada 2 bawah	55
Gambar 18 Frekuensi dasar plat galvanis nada 3 bawah	55
Gambar 19 Frekuensi dasar plat galvanis nada 5 bawah.....	56
Gambar 20 Frekuensi dasar plat besi hitam nada 5 bawah.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai Tau-e dan Tsub bonang	29
Tabel 4.2 Nilai <i>sound envelope</i> dan frekuensi dasar hasil analisis Matlab	36
Tabel 4.3 Nilai frekuensi harmonisa bonang berbahan plat kuningan	36
Tabel 4.4 Massa dan volume resonator pada bonang barung	40
Tabel 4.5 Nilai konstanta kekakuan bahan	41

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terdiri dari beraneka suku bangsa dan budaya. Mengutip dari sensus oleh Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2010, Negara Kesatuan Republik Indonesia memiliki 1.340 suku bangsa dengan masing-masing adat istiadatnya yang tentu saja merupakan kekayaan yang dimiliki bangsa ini. Berbagai suku bangsa tersebut masih memiliki tradisi yang cukup kental sehingga adat kebiasaan dari leluhurnya pun masih dilestarikan. Salah satu daerah yang memiliki tradisi yang sering ditemui adalah masyarakat Jawa, dimana dalam kebiasaan adat Jawa terdapat beberapa tradisi yang sampai sekarang masih sering ditemui diantaranya kegiatan adat, sastra, budaya, dan keseniannya.

Kesenian Jawa yang cukup populer dikalangan masyarakat adalah gamelan Jawa. Gamelan Jawa merupakan seperangkat alat musik tradisional Jawa yang sebagian besar terbuat dari logam serta dimainkan secara bersamaan agar diperoleh perpaduan yang *apik* dari suaranya. Dalam permainannya, dari setiap jenis gamelan Jawa memerlukan keselarasan supaya dapat menciptakan komunikasi yang baik antar *pengrawit* (seniman) maupun ketepatan kesan emosi kepada penonton pada pagelaran atau pentas kesenian Jawa.

Seperti halnya kebanyakan alat musik, kualitas yang dihasilkan pada gamelan Jawa juga perlu dilakukan penelaan sebagai salah satu proses untuk mendapatkan parameter berupa nada dasar serta parameter akustik lainnya. Selain itu, kejelasan bunyi asli dari gamelan Jawa baik secara tunggal maupun secara ensambel (gabungan dari seperangkat gamelan) juga diperlukan untuk memberikan kejelasan kesan emosi yang sesuai dengan permainan dari lantunan musik gamelan Jawa.

Penelitian sebelumnya terkait gamelan ini dilakukan oleh Lindsay (1979) yang melakukan klasifikasi terkait gamelan, yaitu dalam *loud instrument* dan *soft instrument*. Penelitian tersebut menganalisis beberapa alat musik gamelan dengan studi kasus alat musik yang ada di Keraton Solo dan Jogja. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Ardiansyah (2013) tentang pengaruh resonator dari *slenthem*, yang merupakan salah satu alat musik gamelan. Penelitian tersebut dilakukan untuk menilai frekuensi

dasar dan *sound envelope* dari resonator berbahan dasar kayu pada nada 3. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Suyatno et al. (2016) mengenai pengembangan parameter dan desain ruang gamelan Jawa saat ditinjau dari parameter akustiknya. Dari penelitian tersebut didapatkan keunikan berupa parameter akustik temporal suara yang berragam saat dibunyikan pada nada yang sama dari beberapa instrumen gamelan Jawa.

Dari beberapa studi literatur diatas, belum ada penelitian untuk membandingkan suatu nada dengan nada lainnya dengan adanya variasi material penyusun gamelan, khususnya pada bonang barung laras pelog. Sebuah penelitian berjudul “Pengaruh Jenis Material dan Nada terhadap Karakteristik Akustik Bonang Barung Berdasarkan Sound Envelope dan Frekuensi Dasar” dilakukan untuk mempelajari lebih lanjut tentang alat musik tradisional, khususnya pada bonang barung laras pelog gamelan Jawa terhadap suatu penilaian kuantitatif dari parameter akustiknya dengan membandingkan nada serta material penyusun yang berbeda supaya dapat mengetahui daya tarik serta keunikan tersendiri.

1.2 Rumusan Masalah

Terdapat beberapa permasalahan tentang penelitian ini, diantaranya:

1. Bagaimana pengaruh perbedaan material penyusun *bonang barung laras pelog* terhadap bunyi nada yang sama.
2. Bagaimana pengaruh perbedaan nada pada *bonang barung laras pelog* terhadap material penyusun yang berbeda.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh perbedaan material penyusun *bonang barung laras pelog* terhadap nada yang sama.
2. Mengetahui pengaruh perbedaan nada pada *bonang barung laras pelog* terhadap material penyusun yang berbeda.

1.4 Manfaat

Penelitian mengenai *bonang barung* gamelan Jawa ini memiliki manfaat diantaranya:

1. Dapat mengetahui karakteristik *bonang barung laras pelog* gamelan Jawa berdasarkan parameter akustiknya.

2. Dapat mengetahui frekuensi dasar bunyi nada *bonang barung laras pelog* gamelan Jawa yang diuji menggunakan bahan yang berbeda.
3. Dapat mengetahui material yang lebih cocok sebagai bahan dasar pembuatan *bonang barung laras pelog* gamelan Jawa.

1.5 Batasan Masalah

Terdapat batasan masalah pada tugas akhir ini, diantaranya:

1. Menggunakan nada 2, 3, dan 5 dari bonang berbahan plat kuningan, plat galvanis, dan plat besi hitam.
2. Pengukuran dilakukan di ruang *semi-anechoic* Laboratorium Akustik dan Fisika Bangunan, Departemen Fisika ITS.
3. Proses pembuatan dari gamelan hanya sebagai penguat teoritis saja.
4. Faktor akustik yang dibahas adalah faktor instrumen musiknya dengan mengabaikan faktor akustik ruang.
5. Gaya pemukul yang digunakan pada pengujian diasumsikan sama.
6. Pengolahan data dilakukan menggunakan *Realtime Analyzer* dan *Sound Analyzing System* dari *software Yoshimasa Electronics* (YMEC) serta analisis menggunakan MATLAB R2013a.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pendahuluan pada penelitian tugas akhir ini menunjukkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka yang digunakan adalah teori yang menunjang penelitian tentang instrumen musik Jawa serta beberapa parameter penilaian tentang instrumen akustik.

BAB III: METODOLOGI

Metodologi pada penelitian tugas akhir ini berisi tentang langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian, mulai dari persiapan, perangkaian, serta pengambilan data pengujian alat, hingga pengolahan data menggunakan *software Realtime Analyzer*, untuk mengetahui parameter penilaian akustiknya.

BAB IV: HASIL DAN DISKUSI

Hasil dan diskusi merupakan inti dari penelitian tugas akhir ini, yaitu terdapat analisis data serta pembahasan terkait data yang didapatkan untuk menjawab permasalahan dan tujuan dari penelitian.

BAB V : KESIMPULAN

Kesimpulan dan saran yaitu berisi kesimpulan umum dari analisis data yang didapatkan yang berdasarkan pada tujuan penelitian dan disertai saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi tentang sumber referensi dan literatur yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gamelan

Istilah gamelan berasal dari kata *gamel* atau *gambel* yang berarti pukul atau tabuh. Istilah gamelan sendiri menunjuk pada pengertian benda yang dipukul (ditabuh). Di beberapa daerah di Pulau Jawa, kata gamelan juga berarti iringan atau pengiring. Khazanah sejarah masyarakat Jawa mengatakan bahwa alat-alat gamelan merupakan alat musik tradisional yang sudah sangat tua, karena telah digunakan sejak terdapat berbagai kerajaan Jawa pada masa lampau. Gamelan seringkali disebut sebagai *ricikan*, atau secara lengkap disebut sebagai *ricikan gamelan* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. *Ricikan* yang berasal dari kata *ricik* memiliki arti sebagai bagian kecil atau renik. *Ricikan* biasanya digunakan untuk menyebut berbagai alat gamelan sebagai padanan istilah instrumen yang digunakan pada awalan jenis gamelan, misalkan: *ricikan bonang*, *ricikan demung*, *ricikan gender*, *ricikan kempul*, dll. (Palgunadi, 2002).



Gambar 2.1 Gamelan Jawa
(sumber: gasbanter.com)

Gamelan juga terdapat di beberapa daerah. Selain di pulau jawa, gamelan juga digunakan sebagai pengiring pementasan tari di daerah Bali dan juga Sunda. Ketiga jenis gamelan dari daerah yang berbeda, tentu saja akan memiliki ciri khas yang berbeda pula. Istilah gamelan berasal dari kata *gamel* atau *gambel* yang berarti pukul atau tabuh (Palgunadi, 2002).

2.2 Karakteristik dan Parameter Objektif Akustik

Karakteristik dari gamelan Jawa terbagi menjadi empat jenis, yaitu ideofon (sumber bunyi berasal dari alat itu sendiri), membranofon (sumber bunyi berasal dari membran atau selaput), aerofon (sumber bunyi berasal dari udara yang ditiup), dan chordofon (sumber bunyi berasal dari senar yang dipetik atau digesek). Dari karakteristik tersebut, apabila dipadukan akan menjadi suatu bunyi yang indah apabila dilakukan dengan *ricikan* tertentu (Sumarsam, 2003).

Saat ditinjau dari segi kualitas musiknya, dapat dinilai dari parameter secara objektif dan parameter subjektif. Parameter objektif merupakan penilaian secara kuantitatif (terukur) dengan menunjukkan nilai dalam bentuk angka, sedangkan parameter subjektif adalah pengukuran dari kualitas suara yang memiliki nilai relatif dan tidak dapat ditunjukkan dalam bentuk angka. Hubungan antara parameter objektif dan subjektif adalah pada saat menilai suatu keadaan, kita bisa saja mengatakan bahwa kualitas akustiknya baik atau buruk, suatu ruangan memiliki keadaan yang hidup atau mati, dll. Dari penilaian kualitatif tersebut, maka digunakan instrumen (alat ukur) untuk mengukur nilai dalam bentuk angka-angka supaya dapat dilakukan penilaian secara kuantitatif dan terukur. Berikut adalah beberapa penilaian yang dapat digunakan dalam mengukur gamelan Jawa dari parameter akustiknya (Supanggah, 2011).

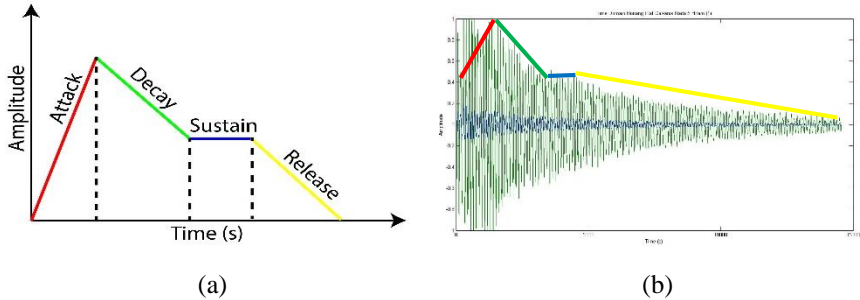
2.2.1 Tingkat Pendengaran Bunyi (*Listening Level*)

Listening level disebut sebagai tingkat pendengaran bunyi, merupakan kuat atau lemah bunyi dari suatu instrumen musik, baik untuk musik tunggal ataupun permainan musik secara ensambel. *Listening level* dari instrumen bunyi perlu ditinjau karena pada suatu pagelaran musik Jawa perlu ditentukan jenis pagelaran serta komposisi nada pada musik yang akan dimainkan. Nilai pada tingkat pendengaran diperlukan untuk menentukan kecepatan tempo serta kekerasan bunyinya untuk menciptakan kesan emosi dari penikmat pagelaran musik tersebut (Everest, 2001).

2.2.2 *Sound Envelope*

Sound Envelope diartikan lamanya suara yang dihasilkan oleh sumber suara melalui proses pembangkitan sampai energy suara tersebut habis, atau bisa juga diartikan sebagai dengung yang dihasilkan suatu

sumber suara. *Sound Envelope* terdiri dari *attack*, *decay*, *sustain*, dan *release* sehingga ada beberapa referensi yang menyebut *sound envelope* dengan ADSR yang ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut



Gambar 2.2 Simulasi *Sound Envelope* pada (a) grafik dan (b) spektrum bunyi

Berdasarkan gambar 2.3, ditunjukkan suatu alat musik yang dibunyikan sehingga terjadi waktu serang (*attack*), waktu peluruhan (*decay*), waktu konstan (*sustain*), dan waktu kembali (*release*). Waktu serang atau *attack time* adalah waktu yang diperlukan gelombang bunyi untuk mencapai amplitudo puncaknya. Waktu peluruhan atau *decay time* merupakan waktu yang dibutuhkan gelombang bunyi dari titik amplitudo puncaknya sampai suara konstan atau stabil dari nada tertentu. Waktu konstan atau *sustain* merupakan tingkat kekerasan bunyi yang konstan setelah mencapai amplitudo tertingginya sampai akan meluruh dan akhirnya nanti akan hilang. Waktu kembali atau *release* merupakan waktu untuk menghilang mulai dari waktu akhir saat memiliki nilai tekanan bunyi konstan sampai akhirnya tidak ada suara sama sekali pada akhir. Durasi waktu *release* dan *sustain* tidak dapat dibedakan secara jelas saat menggunakan indera pendengaran dengan selisih waktu yang signifikan (Jacobsen, 2011).

2.2.3 *Tau-e* (τ_e)

Tau-e didefinisikan sebagai besaran yang menyatakan lama waktu yang diperlukan untuk meluruhnya fungsi otokorelasi (nilai berdasarkan fungsi waktu sebenarnya atau *realtime*) normal dari sinyal, sehingga nilainya menjadi 10% dari nilai energi awal. Pada parameter *Tau-e*, terdapat informasi dari sumber suara tentang kandungan nilai frekuensi, tempo, serta dengung dari musik yang dimainkan. Nilai τ_e

berbanding terbalik dengan kandungan frekuensi pada sinyal bunyi. Nilai Tau e yang didapatkan dapat menentukan T-sub dengan persamaan:

$$T_{sub} \cong 23 \tau_e \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan nilai T-sub yang berbeda, tergantung posisi serta energi pantulan pada posisi tersebut (Ando, 1998).

2.2.4 Waktu Dengung Sub-Sekuen (T-sub)

Waktu dengung sub-sekuen menentukan nilai waktu dengung yang efektif untuk medan suara, dengan tujuan untuk menggambarkan *impulse response* yang berhubungan dengan *sound envelope*. Nilai T-sub akan bervariasi, sesuai dengan kondisi dan posisi dari permainan gamelan terhadap material yang ada di dalam ruangan. Hal ini dikarenakan saat sumber bunyi memiliki posisi yang berbeda, maka jumlah pantulan yang diterima juga akan berbeda pada titik pendengar yang sama. Pada tingkat tekanan bunyi dan posisi sumber bunyi yang sama dengan perbedaan frekuensi, nilai T-sub akan semakin besar pada frekuensi yang lebih tinggi dan sebaliknya nilainya akan semakin kecil pada frekuensi yang lebih rendah (Suyatno, 2013).

2.2.5 Frekuensi Dasar dan Frekuensi Harmonisa

Frekuensi dasar merupakan frekuensi dominan dengan nilai paling tinggi dari suatu sumber bunyi dengan simbol f_0 . Pada alat musik, frekuensi dasar ini digunakan untuk mengetahui tinggi nada dan juga timbre bunyi yang dihasilkan. Pada dasarnya, ketika sumber bunyi menghasilkan sinyal suara, maka seluruh rentang frekuensi akan memiliki nilai yang bervariasi. Akan tetapi akan ada satu rentang nilai yang kecil (dan memungkinkan terdapat nilai tunggal) dengan nilai tertinggi dan mendominasi saat dibandingkan nilai frekuensi lain yang disebut sebagai frekuensi dasar (Supanggah, 2011).

Perbedaan 1 oktaf antara frekuensi dasar dengan nilai frekuensi di atasnya disebut sebagai frekuensi harmonisa. Frekuensi harmonisa memiliki nilai kelipatan dari frekuensi dasar ($2f_0$, $3f_0$, $4f_0$, dst.) atau dituliskan pada persamaan:

$$f_n = n \times f_0 \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan n adalah kelipatan nilai oktaf dari nada dasar dengan nilai 1, 2, 3, dst., dan f_0 adalah frekuensi dasar pada nada pertama dari suara yang dihasilkan oleh alat musik (Sumarsam, 2003).

Pada gamelan Jawa, terdapat berbagai jenis instrumen musik yang memiliki frekuensi dasar berbeda-beda. Jenis nada pentatonik pada gamelan Jawa dapat memadukan berbagai frekuensi dasar dari alat yang bervariasi sehingga suara yang dihasilkan dari alat musik tersebut akan menciptakan ricikan yang *apik* untuk dinikmati (Suyatno, 2013)

2.2.6 *Timbre*

Timbre merupakan atribut dari penilaian akustik yang dapat mendeskripsikan persepsi dalam penentuan kualitas bunyi atau suara yang bernilai kompleks. *Timbre* dapat diibaratkan sebagai spectrum bunyi, sehingga antara satu nilai frekuensi bunyi dengan frekuensi lainnya terdapat perbedaan suara. *Timbre* memiliki penilaian secara subjektif, sehingga perlu ditampilkan dalam bentuk spektrum untuk mengetahui kandungan frekuensi dominan dari suatu sumber bunyi (Sethares, 2005).

2.3 Resonator

Resonator merupakan komponen yang memanfaatkan resonansi bunyi. Resonansi merupakan peristiwa saat suatu benda ikut bergetar karena adanya gelombang atau getaran dari frekuensi yang sama dengan benda tersebut. Resonator yang memiliki rongga (*cavity*) dapat memantulkan bunyi untuk berinterferensi dengan pantulan lain, sehingga bunyi yang keluar dari resonator akan menghasilkan suara lebih keras atau tekanan bunyi yang lebih tinggi. Cara kerja dari resonator adalah dengan menangkap frekuensi dominan dari bunyi yang menjalar, sehingga saat diresonansikan bunyi tidak dapat keluar kembali dari resonator tersebut. Resonator biasanya berbentuk tabung atau bisa juga bola berrongga dengan dimensi tertentu (menyesuaikan nilai frekuensi yang diresonansi) (Jacobsen, 2011).

Resonator dari suatu alat musik dapat diibaratkan sebagai suatu sistem pegas, yang memiliki konstanta dan diberikan gangguan sehingga akan muncul gaya pemulih dari hasil pemberian gaya diluar sistem. Hal tersebut juga dapat diaplikasikan kedalam resonator suatu sumber, dalam hal ini adalah instrumen musik yang akan memengaruhi frekuensi dasar yang dihasilkan. Apabila jarak antara resonator dan sumber bunyi adalah sangat dekat, maka akan terjadi interferensi konstruktif dari resonator pada sumber bunyi tersebut. Interferensi konstruktif tersebut akan menghasilkan penguatan bunyi yang keluar dari resonator, sehingga akan

terdengar lebih keras setelah dibunyikan. Struktur antara resonator dan sumber bunyinya, dapat ditinjau berdasarkan persamaan :

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \dots \dots \dots (2.3)$$

dengan f adalah frekuensi (Hz), k adalah konstanta kekakuan bahan, dan m adalah massa bahan (kg). Untuk mencari nilai konstanta kekakuan bahan, persamaan 2.3 diatas dapat diubah menjadi persamaan matematis :

$$2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}} \dots \dots \dots (2.4a)$$

$$4\pi^2 f^2 = \frac{k}{m} \dots \dots \dots (2.4b)$$

$$k = 4\pi^2 f^2 m \dots \dots \dots (2.4c)$$

sehingga dari persamaan diatas, dapat ditentukan nilai konstanta kekakuan dari sumber bunyi berupa instrumen musik (Everest, 2001).

2.4 Penelitian Sebelumnya

Sebelum dilakukannya penelitian ini, beberapa pihak telah melakukan penelitian sebelumnya, baik terkait gamelan ataupun analisis parameter akustik alat musik, diantaranya sebagai berikut :

Jennifer Lindsay melakukan penelitian mengenai klasifikasi nada gamelan serta proses pembuatannya berjudul “*Javanese Gamelan*”. Lindsay menjelaskan bahwa gamelan dapat dibagi berdasarkan kekerasan bunyinya, yaitu *loud instrument* dan *soft instrument*. Nada dasar yang dijadikan acuan pada gamelan adalah pada *kidung* (puisi Jawa) karena musik tersebut dijadikan pengiring pagelaran seni Jawa pada zaman dahulu (Lindsay, 1979).

Agung Ardiansyah melakukan penelitian berjudul “Pengaruh Resonator terhadap Bunyi *Slenthem* berdasarkan *Sound Envelope*” yang menunjukkan nilai *sound envelope* saat menggunakan sebuah resonator akan lebih kecil daripada saat melepaskan sebuah resonator pada saat pengujian (Ardiansyah, 2014).

Suyatno menguji karakteristik gamelan yang dimiliki PSTK ITB. Pengujian tersebut dilakukan dengan penilaian frekuensi dasar dari gamelan laras slendro dan laras pelog pada setiap notasinya. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa kondisi karakter akustik terkait *listening level*, frekuensi dasar, *timbre*, dan *sound envelope* pada gamelan memiliki ciri-ciri yang berbeda dengan musik modern, karena tidak ada

parameter pasti terkait tinggi nada pada gamelan atau tergantung subjektifitas dari pembuat gamelannya (Suyatno, 2016).

Ade Riyani melakukan pengujian berjudul “Identifikasi Sinyal Suara Manusia menggunakan Metode Fast Fourier Transform (FFT) berbasis Matlab”. Terdapat beberapa proses dalam pengolahan sinyal suara manusia tersebut, mulai dari perekaman, *pre-processing*, penentuan nilai maksimum, dan menentukan teks suara. Hasil penelitian tersebut menunjukkan sistem FFT dapat mengenali suara pada nilai *frame blocking* nilai tertentu, dan akan turun saat mencapai nilai 128 karena perbedaan indeks maksimum suara pada range berbeda (Riyani, 2019).

Adhif Rayana melakukan penelitian dengan judul “Filtering Sinyal Suara Gitar menggunakan *Band Pass Filter*”. Penelitian tersebut menganalisis sinyal suara gitar menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) dengan *software* Matlab. *Band Pass Filter* dilakukan untuk melewatkan frekuensi *cut-off* pertama dan kedua untuk meredam frekuensi diluar pita frekuensi utama. Hasilnya menunjukkan semakin tinggi frekuensi, maka amplitudo pada Matlab akan semakin renggang, sedangkan pada frekuensi rendah, amplitudo akan semakin rapat sehingga dapat mengurangi noise disekitar sumber bunyi (Rayana, 2019).

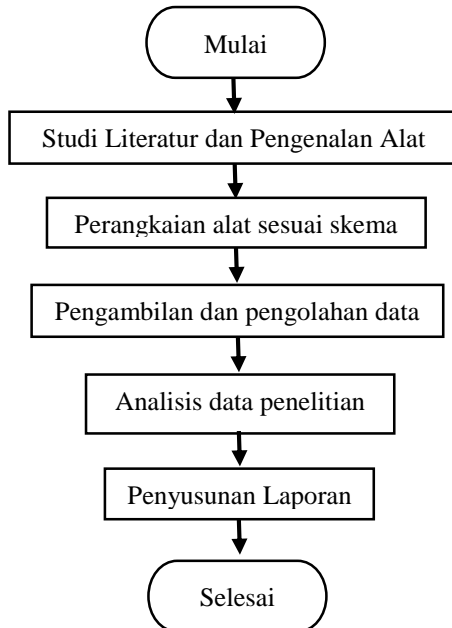
“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

BAB III METODOLOGI

Penelitian untuk mengetahui karakteristik akustik dari gamelan Jawa ini dilakukan melalui beberapa metode. Metode yang dilakukan mulai dari perangkaian skema alat, pengambilan data, hingga analisis untuk mendapatkan beberapa parameter yang diuji. Metode tersebut adalah sebagai berikut :

3.1 Tahap Penelitian

Tahapan-tahapan dari penelitian tugas akhir ini dapat dilihat dalam diagram alir pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Diagram alir pengujian bonang barung gamelan Jawa

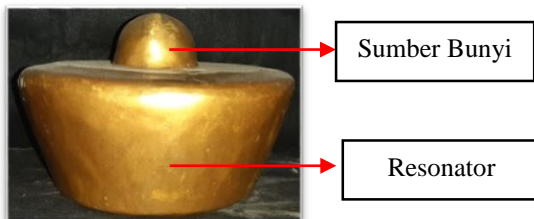
3.2 Bonang Barung

Alat yang diuji pada penelitian ini adalah gamelan Jawa dengan jenis *Bonang Barung Laras Pelog*. Pemilihan bonang barung ini diantaranya karena jarak sumber bunyi dan resonator sangat dekat (menempel) sehingga dapat diteliti karakteristik dari satu sistem alat musik dari parameter akustiknya, suara yang dihasilkan lebih jelas dan lantang karena termasuk dalam instrumen bernada lantang (*loud instrument*), dan bonang merupakan instrumen paling penting pada pementasan musik Jawa yang berperan sebagai pengatur tempo serta sebagai bagian terdepan dari posisi gamelan dalam ruang pementasan. Bonang Barung tersebut ditunjukkan pada gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.2 Bonang Barung Laras Pelog Gamelan Jawa
(sumber: alatdanmusik.blogspot.com)

Sumber dari bonang adalah benda berbentuk setengah bola dibagian ujung atasnya, sedangkan resonatornya adalah benda berbentuk mangkuk yang terdapat rongga di dalamnya, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3 Sumber Bunyi dan Resonator pada Bonang

3.3 Alat dan Bahan

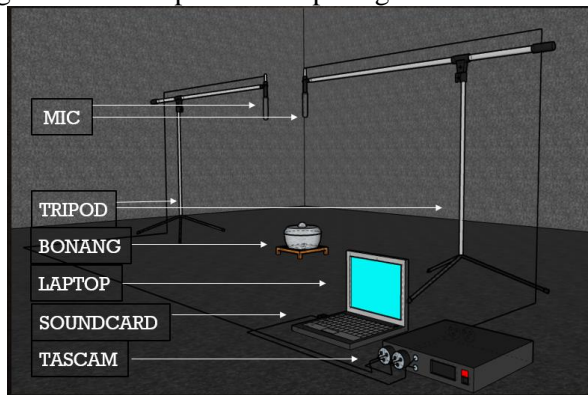
Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Komputer atau laptop yang telah terdapat aplikasi *Realtime Analyzer* dan *Sound Analyzing System* dari software YMEC.

2. *Tascam US-800* sebagai penguat bunyi yang ditangkap mikrofon untuk selanjutnya direkam oleh komputer.
3. Mikrofon tipe ECM 8000 yang berfungsi untuk menangkap bunyi yang dihubungkan dengan *realtime analyzer* saat pengukuran.
4. *Tripod* yang berfungsi untuk menyangga *microphone* supaya memiliki ketinggian tetap.
5. Kalibrator *Pistonphone* untuk kalibrasi pada *microphone*.
6. *Bonang Barung Laras Pelog* nada 2, 3, dan 5 sebagai sumber suara yang diuji pada penelitian dengan bahan dasar plat kuningan, plat galvanis, serta plat besi hitam.
7. Pemukul kayu untuk menghasilkan suara pada bonang.

3.4 Skema Alat

Pada tugas akhir ini, dilakukan pengukuran tingkat tekanan bunyi (*sound pressure level*) dari instrumen bonang barung dengan peralatan berupa mikrofon yang disambungkan pada amplifier serta telah terhubung dengan komputer yang telah terdapat *software yoshimasa electronic* (YMEC). Adapun skema alat serta rangkaian alat pada pengujian tugas akhir ini dapat diamati pada gambar 3.4 dan 3.5 berikut :



Gambar 3.4 Skema alat pengujian bonang barung gamelan Jawa



Gambar 3.5 Rangkaian alat pada pengujian bonang barung

3.5 Pengambilan Data

Penelitian ini dilakukan pada ruang semi-*anechoic*, Laboratorium Akustik dan Fisika Bangunan, Departemen Fisika ITS. Sebelum melakukan pengambilan data, terlebih dahulu bonang yang digunakan sebagai alat uji diletakkan pada tengah ruangan dengan kondisi yang steril dari benda yang dapat berpotensi memantulkan bunyi dalam ruang uji sehingga suara yang terdapat dalam ruangan adalah suara asli dari bonang. Selanjutnya *tripod* diletakkan disebelah bonang dengan ketinggian 1 meter dari lantai. Setelah itu, *microphone* dikalibrasi menggunakan kalibrator supaya data yang ditangkap oleh mikrofon memiliki nilai yang stabil. Kemudian mic dihubungkan pada Tascam Us-800 yang telah terhubung pada komputer untuk selanjutnya mic tersebut diletakkan pada *tripod* yang berada disebelah bonang.

Peralatan yang telah dirangkai dapat dilakukan untuk mengambil data berupa nilai tingkat kekerasan bunyi dari bonang. Pertama, diukur *background noise* terlebih dahulu untuk menghindari kebisingan dari lingkungan terlalu tinggi yang dapat memengaruhi hasil pengujian. *Background noise* pada saat pengujian memiliki nilai 37 – 42 dB sehingga terdapat asumsi bahwa tidak ada faktor pantulan bunyi di dalam ruangan.

Bonang dibunyikan dengan cara dipukul menggunakan tongkat kayu pada bagian *pencu* dari bonang. Bunyi tersebut direkam (mulai dari bunyi awal hingga bunyi tersebut tidak terdengar lagi) dan akan masuk pada mikrofon berupa sinyal analog yang kemudian akan dikuatkan oleh amplifier sehingga terbaca oleh komputer yang terdapat *realtime analyzer*

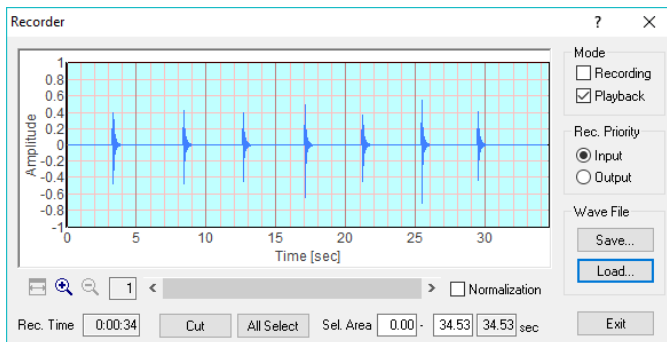
untuk menganalisis sinyal bunyi berdasarkan *realtime*. Pengulangan dilakukan untuk mendapat data pembandingan. Setelah salah satu nada bonang selesai diukur, selanjutnya diukur nada dan bahan yang lain.

3.6 Pengolahan Data

Data hasil pengukuran yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan program YMEC (*Yoshimasa Electronic*) untuk mengetahui sifat akustiknya. Dalam *software* YMEC terdapat aplikasi *Realtime Analyzer* untuk mengetahui spektrum dari gelombang bunyi. Analisis tersebut digunakan untuk mengubah sinyal suara menjadi spektrum berbentuk gelombang sinusoidal.

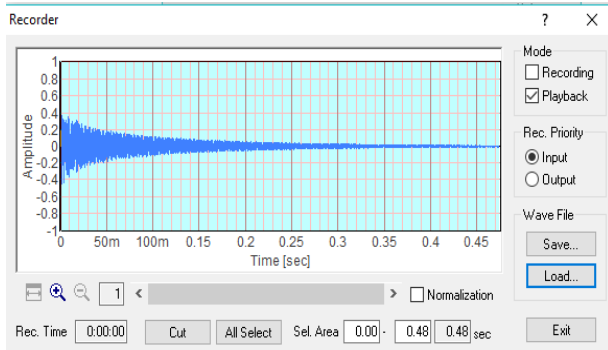
Analisis sinyal dengan *Realtime Analyzer* digunakan untuk mengubah sinyal suara menjadi spektrum berbentuk gelombang sinusoidal. Selanjutnya diolah menggunakan *Sound Analyzing System* untuk menganalisis spektrum tersebut dari penilaian objektif (terukur) parameter akustik gamelan. Parameter akustik pada YMEC diantaranya adalah Tau-e (τ_e), *Sub-sequent reverberation time* (T-sub), serta *Listening Level* (LL). Terdapat beberapa langkah dalam pengolahan sinyal dengan *software* YMEC.

Dalam satu perekaman, bonang dipukul beberapa kali, sehingga terdapat beberapa sinyal suara yang dihasilkan. Interval pemukulan bonang adalah mulai dipukul untuk menghasilkan suara, hingga suara tersebut tidak terdengar sama sekali. Pada proses pemukulan, besarnya gaya yang diberikan dibuat mendekati sama. Hal ini bertujuan supaya suara yang dihasilkan memiliki amplitudo sama tiap pengulangannya. Hasil dari perekaman tersebut ditunjukkan oleh gambar 3.6 berikut :



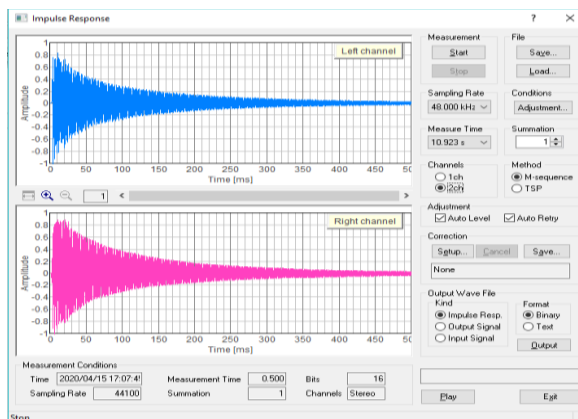
Gambar 3.6 Sinyal suara file wave (.wav) pada *Realtime Analyzer*

Gambar 3.6 diatas menunjukkan beberapa pemukulan bonang yang diuji. Setelah direkam, selanjutnya dilakukan pemotongan sinyal bunyi. Pemotongan sinyal tersebut dilakukan untuk mendapatkan bunyi pada masing-masing pemukulan, sehingga dapat diolah untuk menentukan nilai frekuensi dasar dan *sound envelope* dari gamelan pada tiap pemukulannya. Hasil pemotongan ditunjukkan oleh gambar 3.7 berikut :



Gambar 3.7 Hasil pemotongan sinyal pada *Realtime Analyzer*

Sinyal yang telah dipotong seperti pada gambar 3.7 diatas selanjutnya dianalisis respons impulsnya pada *realtime analyzer* sehingga dapat didapatkan nilai berdasarkan parameter akustiknya pada *Sound Analyzing System*. Hasil analisis respons impulsnya ditunjukkan pada gambar 3.8 berikut :



Gambar 3.8 *Impulse Response* dari suara gamelan yang diuji

Terlihat dua sinyal yang ditunjukkan oleh gambar 3.8 diatas merupakan energi suara yang ditangkap oleh dua mikrofon yang digunakan pada pengujian. Hasil yang didapatkan dari *impulse response* tersebut selanjutnya disimpan pada *realtime analyzer* sehingga dapat dianalisis dengan *sound analyzing system* untuk mendapatkan parameter LL, tau-e, dan T-sub serta analisis dengan Matlab untuk mendapatkan parameter *sound envelope*, frekuensi dasar, serta spektrogramnya.

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

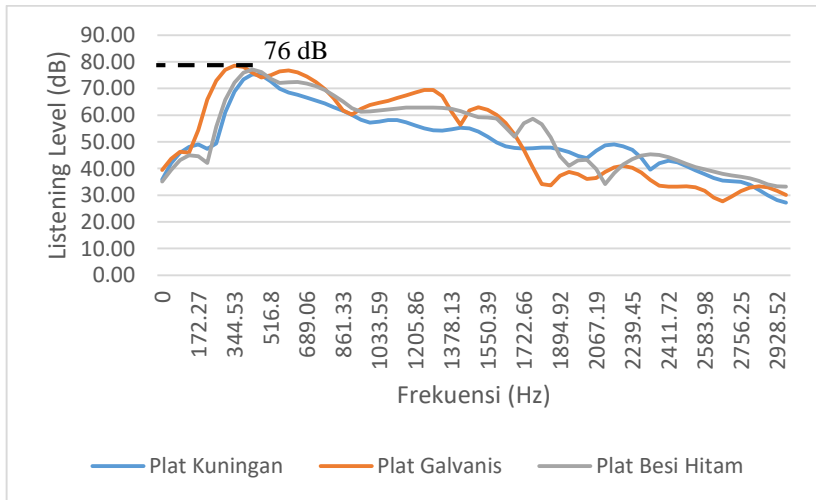
BAB IV HASIL DAN DISKUSI

Data yang telah diolah menggunakan *Realtime Analyzer*, selanjutnya akan dibahas untuk mengetahui karakter berdasarkan parameter akustik dari bonang. Parameter tersebut diantaranya adalah nilai *Listening Level*, *Sound Envelope*, Tau-e, Frekuensi Dasar, dan T-sub.

4.1 Analisis *Listening Level* terhadap Bunyi Bonang

Penilaian tingkat pendengaran bunyi (*listening level*) adalah untuk menunjukkan bahwa gaya pemukul yang diberikan terhadap pengujian bernilai mendekati sama. Pengukuran LL menggunakan *software Realtime Analyzer* dengan rentang frekuensi 0 – 3.000 Hz. Nilai dari LL perlu ditentukan, untuk mendapatkan karakteristik pada variasi nada dan variasi material, gaya pemukul yang diberikan bernilai hampir sama.

Nilai LL pada nada yang sama dengan variasi bahan yang berbeda ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut :

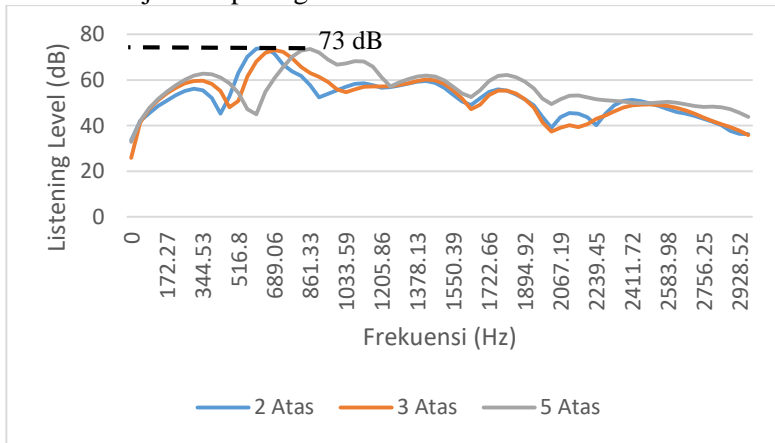


Gambar 4.1 Grafik tingkat pendengaran bunyi pada bonang nada 5 bawah

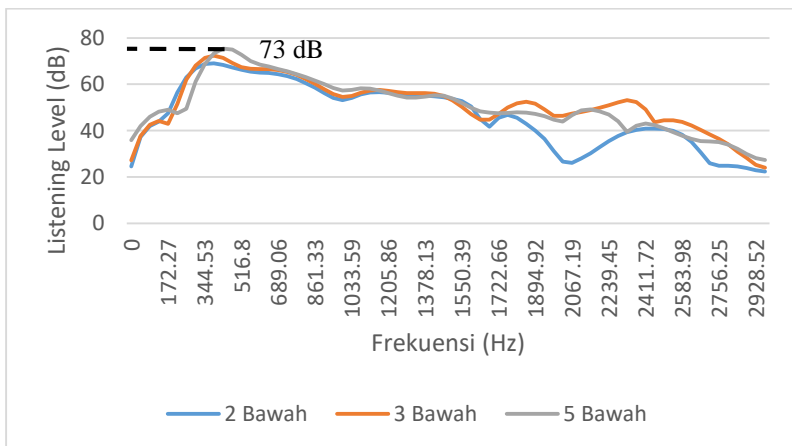
Grafik pada gambar 4.1 tersebut menunjukkan nilai LL hasil transformasi dari energi bunyi yang dihasilkan oleh sumber bunyi.

Frekuensi dominan dari nada 5 bawah dari ketiga bahan yang berbeda berada pada rentang nilai 400 Hz. Mengacu pada tabel 4.2 tentang nilai frekuensi dasar bonang, frekuensi yang dimiliki nada 5 bawah adalah berada pada rentang 405 – 433 Hz, sehingga nilai LL dari nada 5 bawah dari setiap bahan tersebut digunakan untuk pengujian parameter akustik

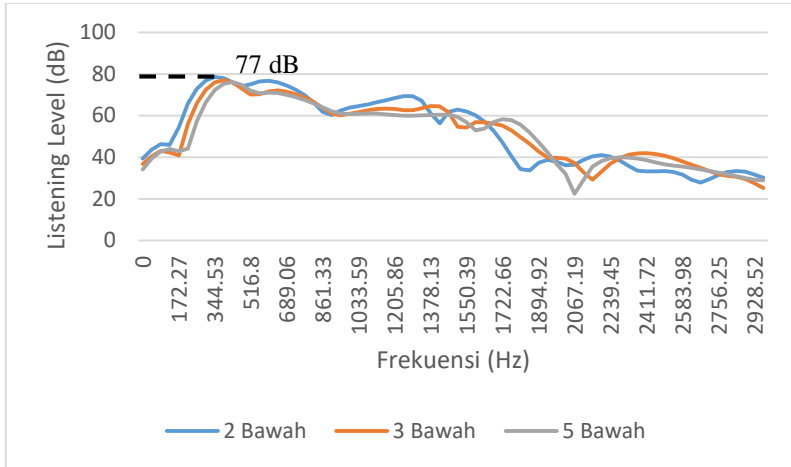
Variasi berikutnya adalah membandingkan LL pada material yang sama dari bahan berbeda. Grafik distribusi tingkat pendengaran bunyi tiap frekuensi ditunjukkan pada gambar 4.2 berikut :



(a)



(b)



(c)

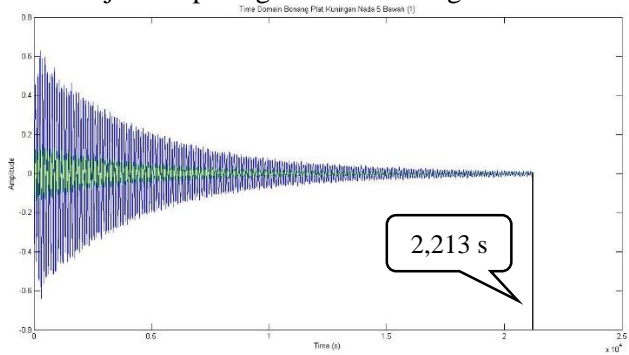
Gambar 4.2 Grafik Listening Level pada (a) nada atas plat kuningan, (b) nada bawah plat kuningan, dan (c) nada bawah plat galvanis.

Mengacu pada grafik yang terdapat dalam gambar 4.2, saat dilihat pada material yang sama dengan nada berbeda, *Listening Level* menunjukkan nilai yang mendekati sama. Bonang berbahan plat kuningan nada atas memiliki LL dengan rentang 73,2 dB – 74,1 dB; pada material plat kuningan nada bawah, memiliki nilai antara 69,1 dB – 75,4 dB; serta pada plat galvanis nada bawah menunjukkan nilai LL pada rentang 75,9 dB – 78,6 dB. Dengan nilai LL dari tiap variasi yang digunakan adalah 69,1 dB – 78,6 dB, maka dapat dinyatakan bahwa gaya pemukul yang digunakan pada saat pengukuran bernilai sama. Parameter LL tersebut tidak bergantung pada frekuensi dasar dari sumber bunyi, tetapi dapat memengaruhi waktu pada parameter *sound envelope*. Nilai LL pada penelitian ini, dapat dilihat pada tabel 4.1.

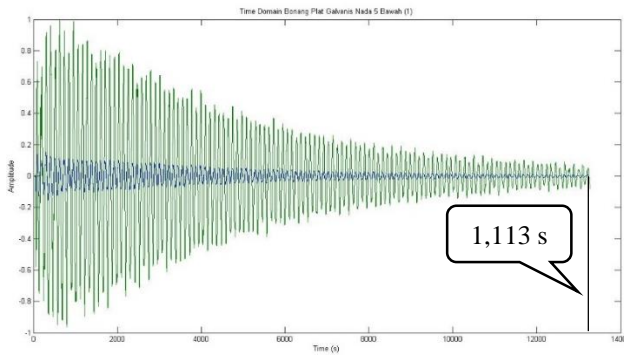
Pada permainan alat musik jawa, nilai *listening level* yang diberikan pada gaya pemukulnya menyesuaikan suasana yang terdapat pada emosi yang ingin ditunjukkan. Untuk menciptakan suasana yang ramai, maka gaya pemukul yang diberikan cukup besar sehingga menghasilkan nilai LL yang tinggi pula, serta sebaliknya apabila ingin memberikan kesan yang tenang akan diberikan gaya pemukul oleh *pengrawit* (pemain gamelan) yang kecil sehingga memiliki nilai tingkat pendengaran bunyi yang rendah.

4.2 Analisis *Sound Envelope* terhadap Bunyi Bonang

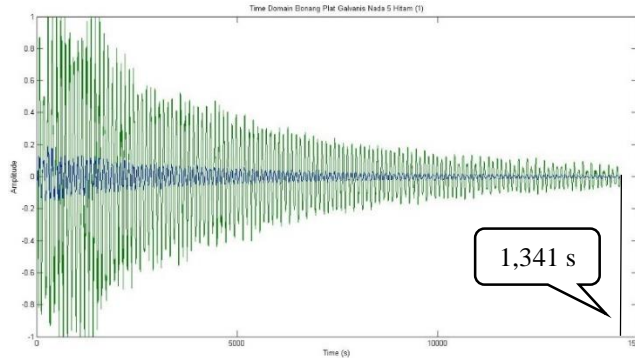
Analisis berdasarkan domain waktu menggunakan Matlab, bertujuan untuk mengetahui nilai *Sound Envelope* dari tiap bonang yang diuji. Terdapat 3 jenis bahan yang diukur diantaranya adalah bonang berbahan plat kuningan, plat galvanis, serta plat besi hitam dengan pengujian pada nada 5 bawah. Spektrum yang dihasilkan dari analisis *sound envelope* pada Matlab ditunjukkan pada gambar 4.3 sebagai berikut :



(a)



(b)

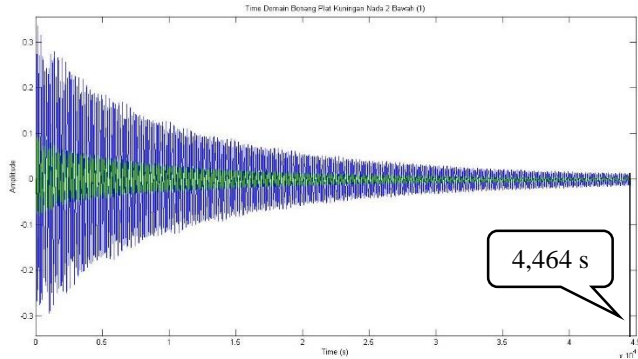


(c)

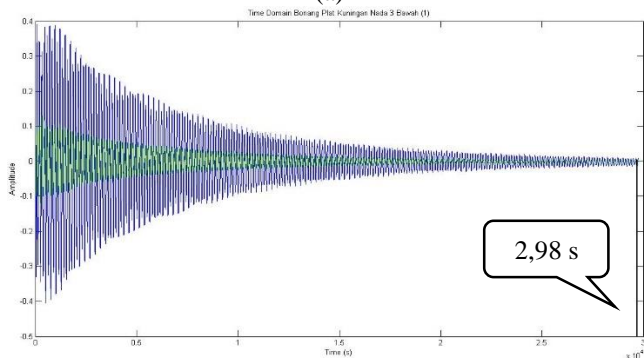
Gambar 4.3 Spektrum *sound envelope* nada 5 bawah pada (a) plat kuningan, (b) plat galvanis, dan (c) plat besi hitam.

Sesuai dengan grafik pada gambar 4.3 diatas, nilai *sound envelope* pada material yang berbeda menunjukkan nilai yang berbeda pula. Pada nada 5 bawah, dari ketiga material menunjukkan *sound envelope* paling tinggi secara berturut-turut adalah plat kuningan dengan nilai 2,213 s; kemudian plat besi hitam dengan nilai 1,341 s; dan paling rendah adalah plat galvanis dengan nilai 1,113 s. Dari karakteristik tersebut, menunjukkan bahwa massa jenis juga berpengaruh terhadap nilai *sound envelope*. Hal tersebut ditunjukkan dengan perbandingan nilai *sound envelope* pada nada yang sama dari bonang yang diuji. Terkait nilai densitas dari tiap material ditunjukkan pada tabel 4.4.

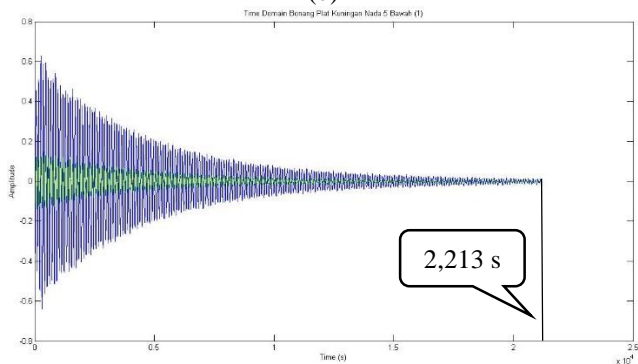
Selain membandingkan pada bahan yang berbeda, juga dianalisis berdasarkan material sejenis dengan nada yang berbeda. Penelitian ini menggunakan nada 2, 3, dan 5 bonang berbahan plat kuningan nada atas dan bawah, serta plat galvanis nada bawah. Contoh nilai *sound envelope* plat kuningan nada bawah dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut :



(a)



(b)

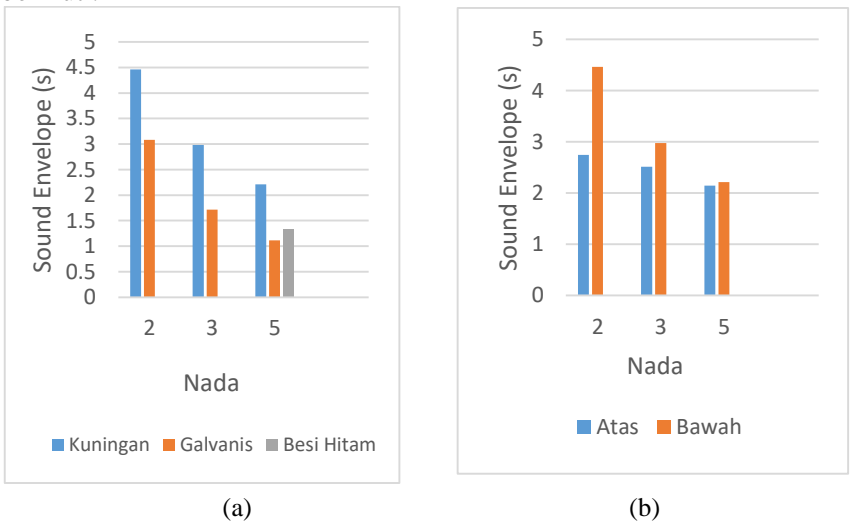


(c)

Gambar 4.4 Nilai *sound envelope* nada bawah plat kuningan pada (a) nada 2, (b) nada 3, dan (c) nada 5.

Sebagaimana terlihat pada gambar 4.4 tersebut, pada material penyusun bonang yang sama dengan nada berbeda, parameter *sound envelope* menunjukkan nilai yang berbanding terbalik dengan tinggi nada. Pada nada atas material plat kuningan, nilai *sound envelope* pada nada 2 adalah 2,745 s; nada 3 sebesar 2,512 s; dan nada 5 memiliki nilai 2,145 s. Sedangkan pada nada bawah dari plat kuningan, *sound envelope* pada nada 2 adalah 4,464 s; nada 3 adalah 2,98 s; dan nada 5 sebesar 2,213 s. Untuk bahan plat galvanis nada bawah, nilai *sound envelope* nada 2 sebesar 3,08 s; nada 3 adalah 1,716 s; dan nada 5 bernilai 1,113 s. Semakin tinggi nada yang dibunyikan, maka *sound envelope*-nya akan semakin kecil sebagaimana ditampilkan pada grafik dari gambar 4.5 (a).

Perbedaan oktaf pada nada bonang sebagaimana ditunjukkan pada grafik dalam gambar 4.5 (b) menunjukkan nilai *sound envelope* yang berbeda. Semakin tinggi nada yang dimiliki suatu instrumen, maka nilai *sound envelope* semakin rendah. Hal ini dikarenakan semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan dari sumber bunyi, dengan nilai SPL yang sama akan memiliki panjang gelombang yang lebih rendah. Gelombang yang rendah tersebut akan memiliki waktu yang lebih singkat untuk habis. Perbandingan nilai *sound envelope* pada variasi material serta perbedaan nilai pita oktaf dari plat kuningan, ditunjukkan pada gambar 4.5 berikut :



Gambar 4.5 Grafik *sound envelope* pada (a) nada bawah material berbeda dan (b) nada atas-bawah pada material plat kuningan.

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi nilai *sound envelope* pada gamelan diantaranya adalah gaya pemukul, komposisi material (ρ), dan rongga resonansi dari gamelan. Gaya pemukul memengaruhi nilai *sound envelope*, karena semakin keras gamelan dipukul akan menghasilkan nilai SPL yang semakin tinggi, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk bunyi tersebut benar-benar habis akan lebih lama. Pada penelitian ini, gaya pemukul yang diberikan diasumsikan sama, dengan posisi tangan pemukul yang tegak lurus terhadap *pencu* dari bonang, kemudian proses pemukulan adalah dengan mengayunkan tangan sampai pemukul mengenai ujung bonang tanpa memberikan gaya tambahan.

Faktor berikutnya adalah komposisi material, dimana material yang memiliki massa jenis lebih besar akan memiliki getaran yang ditimbulkan pada saat gamelan dipukul. Menurut teori terkait getaran benda, semakin besar massa jenis dari material penyusunnya, maka gamelan akan bergetar lebih lama sehingga nilai *sound envelope*-nya akan semakin besar. Mengacu pada tabel 4.4, pada penelitian ini, material yang memiliki massa jenis paling kecil pada nada yang sama secara berturut-turut adalah plat kuningan, plat galvanis, dan plat besi hitam sehingga nilai *sound envelope* yang paling besar adalah plat besi. Akan tetapi, pada penelitian ini menunjukkan nilai paling besar adalah plat kuningan. Hal ini dikarenakan proses pembuatan (penelaan dan penempaan) dari ketiganya berbeda-beda sehingga memiliki rongga resonansi berbeda dan didapatkan nilai *envelope* yang berbeda dengan rumusan teoritisnya.

Faktor selanjutnya adalah rongga resonansi yang ada pada gamelan. Rongga resonansi yang dimaksud adalah volume rongga yang dimiliki oleh tiap satuan dari gamelan. Rongga resonansi yang dimaksud adalah rongga-rongga kecil yang terdapat didalam material hasil proses penelaan dan penempaan pada saat pembuatan bonang. Semakin besar volume resonatornya, maka alat tersebut berpotensi untuk bergetar lebih lama, meskipun dengan gaya pemukul yang sama.

4.3 Analisis Tau-e terhadap Bunyi Bonang

Nilai Tau-e yang dihasilkan dapat dilihat pada bagian *Preference* dari *Sound Analyzing System* dari *software* YMEC. Nilai Tau-e optimum dari tiap analisis dapat dijadikan sebagai parameter akustik pada karakterisasi

gamelan. Nilai Tau-e dari tiap variasi pada penelitian ini, ditampilkan pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Nilai Tau-e, T-sub, dan *Listening Level* pada penelitian

No	Nada ke-	Material	τ_e (ms)	T-sub ₁ (s)	T-sub ₂ (s)	T-sub (s)	LL (dB)
1	2 Atas	Plat kuningan	30,8	0,71	0,86	0,78	73,24
2	2 Bawah	Plat kuningan	55,6	1,28	1,56	1,42	69,06
3	2 Bawah	Plat galvanis	52,0	1,20	1,38	1,29	76,17
4	3 Atas	Plat kuningan	27,2	0,63	0,84	0,73	73,61
5	3 Bawah	Plat kuningan	33,8	0,78	0,88	0,83	72,27
6	3 Bawah	Plat galvanis	26,8	0,62	0,65	0,63	77,02
7	5 Atas	Plat kuningan	24,8	0,57	0,68	0,63	74,08
8	5 Bawah	Plat kuningan	24,0	0,55	0,62	0,59	75,36
9	5 Bawah	Plat galvanis	21,4	0,49	0,52	0,51	78,59
10	5 Bawah	Plat besi hitam	22,4	0,52	0,56	0,54	77,11

Mengacu pada tabel 4.1 diatas, nilai Tau-e yang dimiliki oleh bonang nada 5 bawah dengan material yang berbeda, menunjukkan perbedaan nilai tiap variasinya. Nilai dari Tau-e nada 5 bawah berbahan plat kuningan adalah 24,0 ms; plat galvanis adalah 21,4 ms; sedangkan pada plat besi hitam bernilai 22,4 ms. Dari ketiga nilai tersebut menunjukkan nilai Tau-e pada bonang berbahan plat kuningan adalah lebih besar daripada dua bahan lainnya. Dengan nilai Tau-e bonang berbahan plat kuningan yang lebih besar, maka kandungan frekuensi yang dimiliki semakin besar pula saat dibandingkan dengan bahan yang lain. Kandungan frekuensi tersebut dapat divisualisasikan menggunakan spectrogram pada sub bab 4.4.

Nilai tau-e pada bahan yang sama, menunjukkan pada nada atas dari plat kuningan secara berturut-turut adalah 30,8 ms pada nada 2; 27,2 ms pada nada 3; dan 24,8 ms pada nada 5 atas. Untuk nada bawahnya memiliki nilai masing-masing 55,6 ms pada nada 2; 33,8 ms pada nada 3; serta 24,0 pada nada 5. Pada bonang berbahan plat galvanis nada bawah, nada 2 memiliki nilai Tau-e sebesar 52,0 ms; nada 3 bernilai 26,8; dan nada 5 memiliki nilai 21,4 ms.

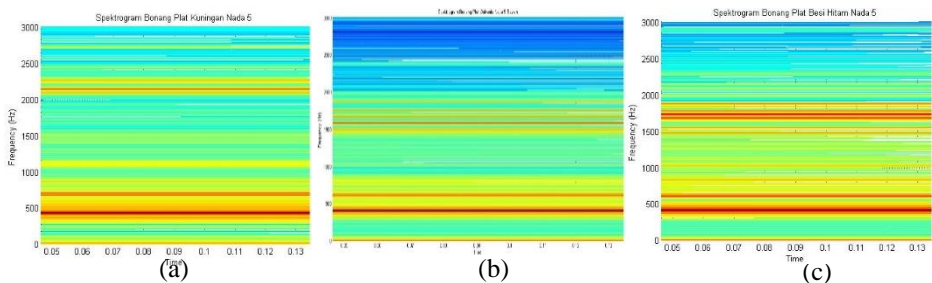
Pengaruh nilai Tau-e yang semakin besar akan menghasilkan nilai kandungan spektrum frekuensi semakin besar. Nilai Tau-e dapat

digunakan untuk menganalisis spektrum frekuensi dari sumber bunyi, baik dari frekuensi dasarnya ataupun harmonisanya. Selain itu, Tau-e juga dapat melihat distribusi frekuensi dari alat musik serta nilai maksimum frekuensi harmonisanya.

4.4 Analisis Spektrogram

Tau-e yang didapatkan dari analisis pada sub-bab 4.3 dapat divisualisasikan pada timbre berupa spektrogram pada matlab dengan rentang frekuensi 0 – 3.000 Hz dari suara bonang. Kemerataan frekuensi ditunjukkan pada persebaran warna sejenis pada rentang frekuensi yang diuji. Pada penelitian ini, rentang frekuensi 0 – 3.000 Hz menunjukkan kemerataan frekuensi yang baik saat terdapat warna dominan merah atau kuning yang lebih luas diantara frekuensi tersebut.

Dari ketiga jenis bahan pada nada yang sama, bahan plat kuningan memiliki rentang lebih luas daripada bahan lainnya. Spektrogram nada 5 bawah dengan material berbeda ditunjukkan oleh gambar 4.6 berikut :

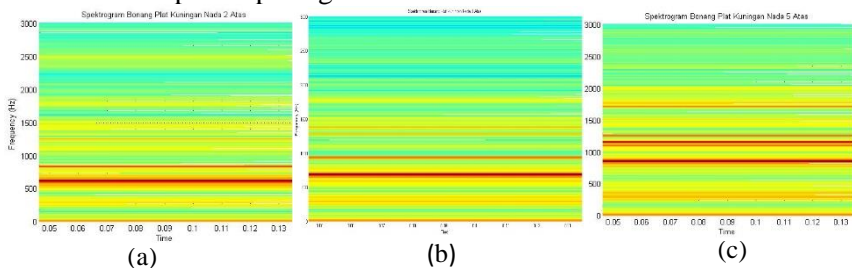


Gambar 4.6 Spektrogram nada 5 bawah pada (a) plat kuningan, (b) plat galvanis, dan (c) plat besi hitam

Nilai frekuensi harmonisa dari analisis spektrogram pada gambar 4.6 diatas merupakan gradasi warna merah pekat hingga warna merah yang paling atas dengan warna terang. Dari ketiga material yang diuji diatas, nilai spektrogramnya menunjukkan pada frekuensi sekitar 1,8 kHz masih terdapat nilai yang menggambarkan frekuensi harmonisa dari nada 5 pada material plat besi hitam dan plat galvanis. Sedangkan pada nada 5 bawah material plat kuningan menunjukkan nilai frekuensi harmonisa maksimum lebih tinggi. Dari data tersebut, maka dapat diasumsikan bahwa plat kuningan mampu mencapai frekuensi harmonisa yang lebih

tinggi daripada plat galvanis dan plat besi hitam, dengan frekuensi dasar 400 Hz. Selan nilai frekuensi harmonisa maksimum yang mampu diresonansi, spektrogram juga dapat menunjukkan kandungan frekuensi dengan melihat distribusi frekuensi pada rentang yang ditunjukkan. Dari nada yang sama, spektrogram dengan *timbre* paling banyak adalah pada plat kuningan (dengan nilai Tau-e yang paling tinggi), kemudian plat besi hitam, dan paling sedikit adalah bonang berbahan plat galvanis.

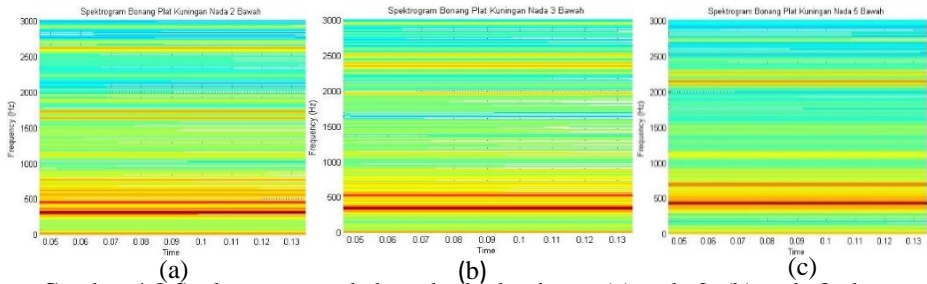
Spektrogram selanjutnya adalah menampilkan nilai pada variasi nada atas dari bonang berbahan plat kuningan. Analisis spektrogram dengan Matlab ditampilkan pada gambar 4.7 berikut :



Gambar 4.7 Spektrogram nada atas plat kuningan (a) nada 2, (b) nada 3, dan (c) nada 5

Berdasarkan gambar 4.7 diatas menunjukkan spektrogram nada 2, 3, dan 5 pada plat kuningan nada atas, terdapat beberapa perbedaan nilai frekuensi harmonisanya. Pada nada 2, nilai frekuensi harmonisa menunjukkan nilai maksimum pada frekuensi 1.300 Hz, nada 3 pada frekuensi 1.400 Hz, sedangkan pada nada 5 pada frekuensi 1.800 Hz. Dari ketiga nilai tersebut, frekuensi harmonisa yang lebih besar adalah pada nada 2, kemudian nada 5, dan paling rendah adalah nada 5 bawah. Distribusi frekuensi harmonisa pada nada 2 dan 5 memiliki nilai yang lebih merata saat dibandingkan dengan nada 3. Dari distribusi tersebut, dapat dinyatakan bahwa respons dari nada 3 atas bonang berbahan plat kuningan memiliki rentang yang cukup kecil dan tidak mampu menjangkau nilai frekuensi melebihi 1.300 Hz.

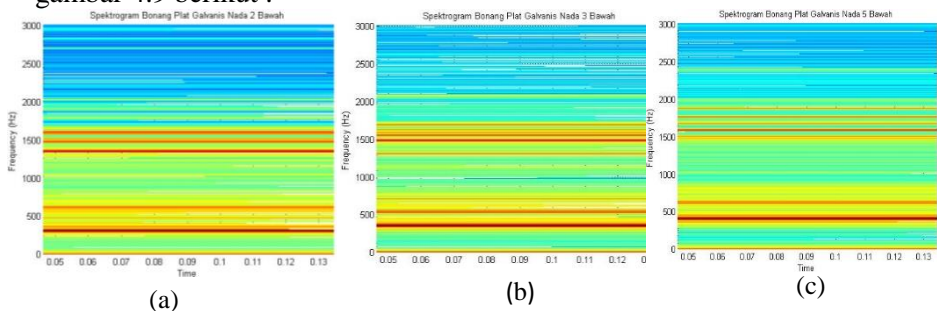
Spektrogram selanjutnya adalah nilai pada variasi nada bawah pada bonang berbahan plat kuningan. Analisis spektrogram tersebut ditunjukkan pada gambar 4.8 berikut :



Gambar 4.8 Spektrogram nada bawah plat kuningan (a) nada 2, (b) nada 3, dan (c) nada 5

Dari ketiga spektrogram yang terdapat pada gambar 4.8 diatas, pada nada 2, 3, dan 5 dari plat kuningan nada bawah yang diuji diatas, menunjukkan spektrogram pada nilai frekuensi harmonisa yang berbeda-beda. Pada nada 2, nilai frekuensi harmonisa menunjukkan nilai maksimum pada frekuensi 2.700 Hz, nada 3 pada frekuensi 2.500 Hz, sedangkan pada nada 5 pada frekuensi 2.200 Hz dengan persebaran frekuensi harmonisanya pada rentang 600 Hz sampai 1.400 Hz. Dari ketiga nilai tersebut, nada 2 memiliki frekuensi harmonisa yang lebih besar dari nada 3 dan 5 bawah, sehingga bonang berbahan plat kuningan nada 2 bawah mampu meresonansi bunyi hingga frekuensi 2,7 kHz.

Spektrogram selanjutnya adalah menampilkan nilai pada variasi nada atas dan nada bawah pada bonang berbahan plat kuningan. Analisis spektrogram dengan Matlab dari variasi tersebut ditunjukkan pada gambar 4.9 berikut :



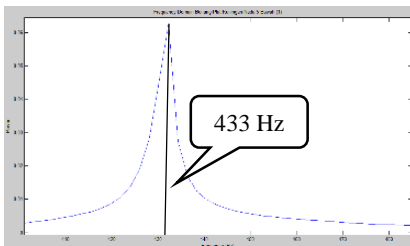
Gambar 4.9 Spektrogram nada bawah plat galvanis (a) nada 2, (b) nada 3, dan (c) nada 5

Spektrogram yang ditampilkan pada gambar 4.9 diatas, menunjukkan nada 2, 3, dan 5 bawah dari plat galvanis diatas, nada 2 memiliki nilai frekuensi harmonisa maksimum pada nilai 1.700 Hz, pada nada 3 memiliki frekuensi harmonisa maksimum sekitar 1.800 Hz, sedangkan pada nada 5 memiliki frekuensi harmonisa maksimum 1.900 Hz. Nilai maksimum antara ketiga nada tersebut, nada 2 memiliki nilai frekuensi harmonisa paling tinggi dibandingkan nada 3 dan 5. Pada plat galvanis nada bawah ini, semakin tinggi nada bonang, memiliki respons terhadap frekuensi semakin rendah. Saat ditinjau berdasarkan distribusi spektrumnya, secara umum dari perbedaan nada pada bahan yang sama, secara berturut-turut *timbre* yang paling merata adalah nada 2, 3, dan 5. Hal tersebut dikarenakan nilai tau-e lebih besar pada nada 2 saat dibandingkan dengan nada 3 dan 5.

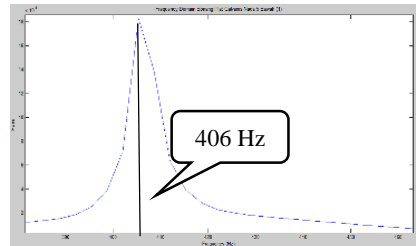
Pada ketiga jenis variasi nada pada material yang sama, distribusi yang paling merata pada nada 2, 3, dan 5 secara berurutan mulai dari nada atas plat kuningan, nada bawah plat kuningan, dan distribusi yang kurang merata adalah nada bawah plat galvanis. Dari ketiga jenis tersebut, maka plat kuningan dinyatakan lebih responsif pada frekuensi harmonisa lain pada alat musik gamelan yang lain, serta lebih cocok untuk dimainkan dengan ensambel musik sejenis yang memiliki frekuensi lebih tinggi.

4.5 Analisis Frekuensi terhadap Bunyi Gamelan

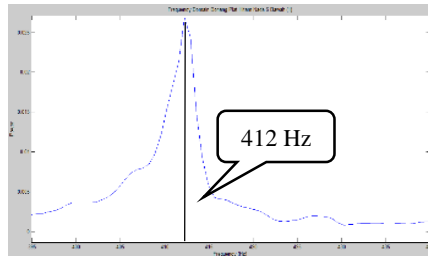
Tiap nada pada bonang memiliki frekuensi dasar yang berbeda. Frekuensi tersebut merupakan frekuensi dominan yang dimiliki oleh tiap nada dari suatu instrumen musik, untuk menggambarkan tinggi atau rendahnya frekuensi dari suara yang dihasilkan alat musik atau sumber bunyi. Hasil analisis frekuensi dasar dengan Matlab pada material yang berbeda dari nada 5 ditampilkan pada gambar 4.10 berikut :



(a)



(b)

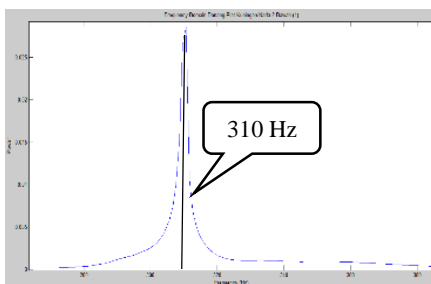


(c)

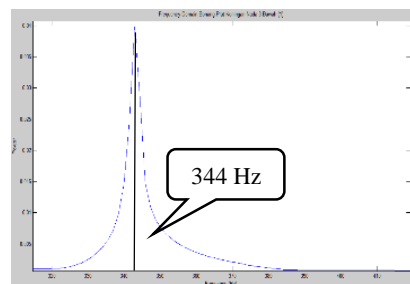
Gambar 4.10 Grafik frekuensi dasar nada 5 bawah pada (a) plat kuningan, (b) plat galvanis, dan (c) plat besi hitam

Nilai frekuensi dasar yang terdapat pada gambar 4.10 di atas menunjukkan frekuensi dasar dari bonang nada 5 bawah dari beberapa variasi material. Nilai dari ketiganya memiliki rentang antara 400 – 440 Hz, dengan referensi yang digunakan pada *bonang barung laras pelog* nada 5 bawah adalah 433 Hz. Perbedaan frekuensi tersebut merupakan suatu hal yang dapat terjadi pada gamelan karena nilai frekuensi yang sesuai dengan *babonan* pada saat pembuatannya tidak memiliki parameter subjektif terkait nilai frekuensinya.

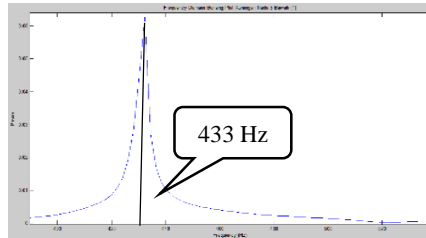
Variasi selanjutnya adalah membandingkan nada yang berbeda pada material sama. Variasi tersebut dapat digunakan pada nada 2, 3, dan 5 dari bonang berbahan plat kuningan nada atas dan nada bawah, serta plat galvanis nada bawah. Analisis nilai frekuensi dasar pada nada bawah material plat kuningan, ditunjukkan oleh gambar 4.11 berikut :



(a)



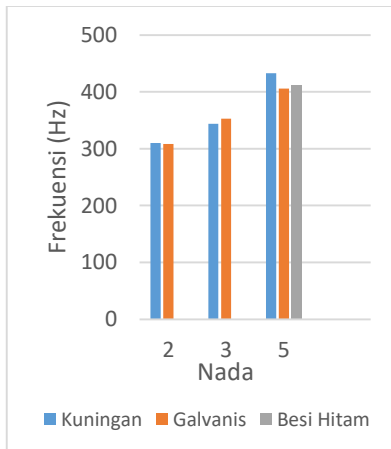
(b)



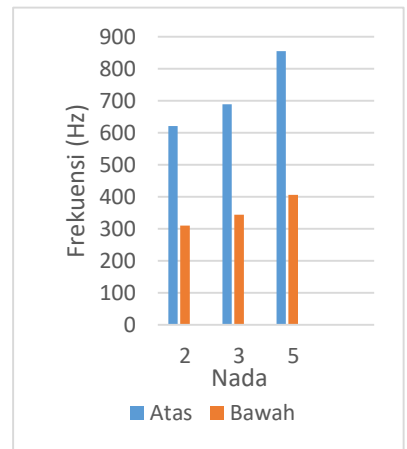
(c)

Gambar 4.11 Grafik frekuensi dasar nada bawah plat kuningan dengan (a) nada 2, (b) nada 3, dan (c) nada 5.

Berdasarkan gambar 4.11 diatas menunjukkan perbedaan frekuensi dasar pada bonang dari nada yang berbeda. Semakin tinggi nada yang diuji, maka semakin tinggi pula nilai frekuensi dasarnya. Grafik perbandingan nilai frekuensi dasar analisis Matlab, ditunjukkan pada gambar 4.12 berikut :



(a)



(b)

Gambar 4.12 Grafik frekuensi dasar analisis Matlab (a) nada bawah material berbeda dan (b) nada atas-bawah material plat kuningan

Analisis parameter akustik menggunakan Matlab dapat menampilkan nilai berdasarkan domain waktu atau disebut sebagai *sound envelope*, serta nilai berdasarkan domain frekuensi yang disebut sebagai frekuensi dasar. Pada penelitian ini, hasil analisis menggunakan Matlab tersebut ditampilkan pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Nilai *sound envelope* dan frekuensi dasar hasil analisis dengan Matlab

No.	Nada bonang	Material	Envelope (s)	f_0 (Hz)
1	2 Atas	Plat kuningan	2,75	620,8
2	2 Bawah	Plat kuningan	4,46	310,0
3	2 Bawah	Plat galvanis	3,08	308,4
4	3 Atas	Plat kuningan	2,51	689,7
5	3 Bawah	Plat kuningan	2,98	343,9
6	3 Bawah	Plat galvanis	1,72	353,1
7	5 Atas	Plat kuningan	2,16	855,2
8	5 Bawah	Plat kuningan	2,21	433,0
9	5 Bawah	Plat galvanis	1,11	406,0
10	5 Bawah	Plat besi hitam	1,34	412,3

Grafik pada gambar 4.8 (a) menunjukkan perbedaan material penyusun dari bonang, memiliki nilai frekuensi dasar yang berbeda. Sedangkan pada gambar 4.8 (b) menunjukkan perbedaan oktaf yang ada pada salah satu nada gamelan memiliki frekuensi dasar yang berbeda, dengan nilai nada tinggi adalah 2 kali lipat dari nada rendah, sebagaimana ditampilkan pada tabel 4.3. berikut :

Tabel 4.3 Nilai frekuensi harmonisa bonang berbahan plat kuningan

No.	Nada	Frekuensi Nada Atas (Hz)	Frekuensi Nada Bawah (Hz)	$\frac{F_{atas}}{F_{bawah}}$
1	2	620,8	310,0	2,003
2	3	689,7	343,9	2,006
3	5	855,2	433,0	1,975

Faktor yang menyebabkan perbedaan nilai frekuensi dari gamelan diantaranya adalah proses penempaannya, komposisi material, serta penelaan atau pelarasannya (penyesuaian nada dari bonang dengan nada referensi). Gamelan dibuat dengan cara mencampurkan material inti dengan timah, kemudian ditempa untuk mendapatkan bentuk sesuai jenis gamelannya. Proses penempaan ini akan memengaruhi kerapatan pada gamelan. Terbentuknya rongga-rongga baru hasil proses penempaan pada gamelan dapat memberikan nilai frekuensi dasar yang berbeda.

Kerapatan atau komposisi material pada gamelan akan memengaruhi getaran yang dihasilkan, serta massa yang dimiliki oleh tiap buah gamelan. Semakin besar kerapatan akan menghasilkan frekuensi yang semakin tinggi, karena panjang gelombang akan semakin kecil.

Faktor selanjutnya adalah proses penelaan atau bisa juga disebut *pelarasan*. Proses tersebut bertujuan untuk mendapatkan bunyi tiap buah gamelan sesuai dengan acuan atau disebut *babonan* sehingga dengan massa yang sama, dapat menghasilkan frekuensi berbeda tiap partisinya. Pelarasan tersebut dilakukan oleh seorang pembuat atau disebut *empu* dengan kemahiran untuk menela suatu bagian dari bonang supaya menghasilkan suara sesuai *babonan*-nya, meskipun hanya penilaian subjektif atau penilaian sesuai dengan kepekaan pendengarannya.

Pada frekuensi dasar dari nada atas dan bawah pada penelitian ini, dapat dihitung nilai frekuensi harmonisanya. Frekuensi harmonisa yang merupakan perbedaan frekuensi antara nada dasar dan nada di atasnya dengan perbedaan 1 oktaf, 2 oktaf, dst atau disimbolkan dengan $n \times f_0$. Nilai frekuensi harmonisa tersebut ditampilkan pada tabel 4.3 berikut :

Dari tabel 4.3 diatas, menunjukkan pada nada 2, 3, dan 5 dari plat kuningan memiliki nilai frekuensi harmonisa sesuai persamaan 2.2 pada tinjauan pustaka. Sehingga, pada bonang berbahan plat kuningan yang diuji dalam penelitian ini menunjukkan beda notasi antara nada atas dan nada bawah, dapat beresonansi saat dibunyikan secara bersamaan.

Nilai frekuensi harmonisa dari suatu sumber bunyi terhadap frekuensi dasarnya, dapat dilihat menggunakan spektrogram. Spektrogram tersebut dapat menampilkan frekuensi harmonisa maksimum yang dapat diresonansikan oleh sumber bunyi, serta respon dari frekuensi lain terhadap frekuensi dasar yang dimiliki sumber bunyi.

4.6 Analisis T-sub terhadap Bunyi Bonang

Nilai T-sub yang didapatkan, dapat digunakan untuk menentukan nilai T-sub pada karakterisasi bonang. Nilai T-sub perlu dicari untuk mengetahui respons impuls dari sumber bunyi terhadap medan suara yang dihasilkan di dalam ruangan. Mengutip persamaan 2.2 pada tinjauan pustaka, contoh perhitungan nilai Tau-e untuk menentukan nilai T-sub secara perhitungan pada nada 2 atas dari material plat kuningan adalah:

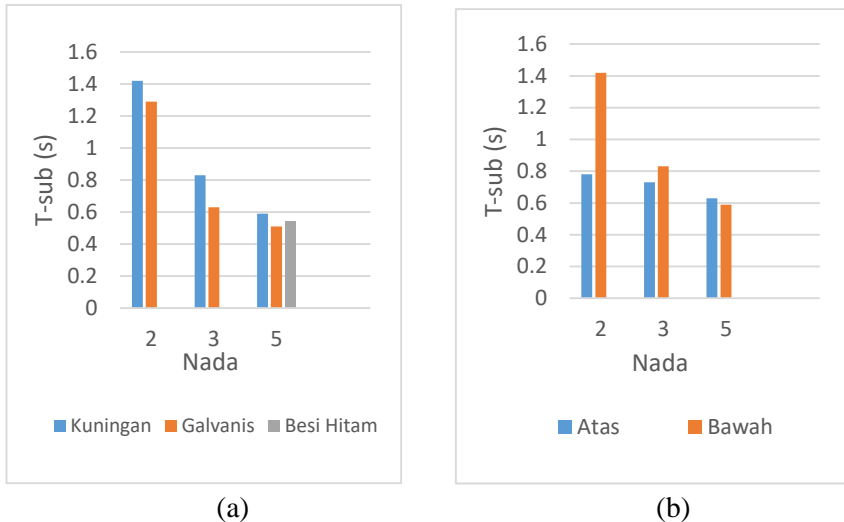
$$T_{sub} \cong 23 \tau_e \dots\dots\dots (4.1a)$$

$$T_{sub} \cong 23 \times 30,8 \text{ ms} \dots\dots\dots (4.1b)$$

$$T_{sub} \cong 784,2 \text{ ms} = 0,78 \text{ s} \dots\dots\dots (4.1c)$$

Selain dari perhitungan, pada *Sound Analyzing System* juga menampilkan nilai T-sub yang diperoleh dari spektrum suara bonang hasil pengukuran. Data dari analisis hasil perhitungan dan pengukuran antara τ_e dengan T-sub tersebut ditampilkan pada tabel 4.1.

Berdasarkan data yang terdapat pada tabel 4.1, dapat ditampilkan menjadi bentuk grafik tiap variasinya. Grafik tersebut ditunjukkan oleh gambar 4.13 berikut :



Gambar 4.13 Grafik T-sub pada (a) nada bawah material berbeda dan (b) nada atas-bawah pada material plat kuningan.

Gambar 4.13 diatas menunjukkan grafik T-sub pada masing-masing variasi bonang. Nilai waktu dengung sub-sequen (T-sub) menunjukkan waktu dengung dalam ruangan dari satu titik sumber bunyi. Dengan pengujian bonang yang diletakkan pada tengah ruang semi-anechoic, maka nilai T-sub merupakan nilai waktu dengung pada titik tersebut. Perbedaan antara waktu dengung ruang dengan waktu dengung sub-sequen adalah nilai T-sub menggambarkan waktu dengung efektif terhadap respons impuls dari ruang serta medan suara yang dapat memengaruhi nilai *sound envelope*.

Nilai T-sub rata-rata pada penelitian ini memiliki rentang nilai 0,51 s sampai 1,42 s. Mengacu pada grafik yang terdapat pada gambar 4.13

diatas, saat membandingkan nada 5 bawah dari ketiga material yang diuji, nilai T-sub tertinggi secara berturut-turut adalah plat kuningan dengan nilai 0,59 s; plat besi hitam dengan nilai 0,54 s; dan paling rendah adalah plat galvanis dengan nilai 0,51 s. Dari data tersebut dapat dinyatakan bahwa ketiga material tersebut memiliki T-sub yang hampir sama dengan selisih kurang dari 0,1 s pada nada sama.

Pada material yang sama tetapi dengan nada yang berbeda, nilai T-sub nada atas pada plat kuningan nada 2 adalah 0,78 s; nada 3 bernilai 0,73 s; dan nada 5 adalah 0,63 s. Pada nada bawah plat kuningan adalah 1,42 s pada nada 2; 0,83 s pada nada 3; dan 0,59 s pada nada 5. Nada bawah dari plat galvanis nada 2 bernilai 1,29 s; nada 3 adalah 0,63 s; dan nada 5 memiliki nilai 0,51 s. Dari beberapa data tersebut menunjukkan pada nada yang semakin tinggi, nilai T-sub akan semakin rendah pada tiap variasi material yang digunakan, dan juga sebaliknya.

Nilai T-sub yang didapatkan dari penelitian ini, dapat digunakan sebagai parameter akustik dari sumber bunyi, sehingga saat dimainkan pada suatu ruangan pagelaran dapat disesuaikan dengan nilai waktu dengung ruang tersebut. Respons dari adanya interaksi ruang terhadap bunyi gamelan akan memengaruhi bagaimana kualitas bunyi yang didengarkan oleh pendengar. T-sub dari bonang yang memiliki rentang nilai 0,51 s – 1,42 s, dapat dimainkan pada suatu ruang dengan nilai waktu dengung kurang dari 1,4 s untuk mendapatkan kesan emosi pada bunyi asli dari gamelan. Hal tersebut dikarenakan saat menggunakan nilai waktu dengung yang melebihi T-sub dari sumber bunyi, maka bunyi yang didengar bukan bunyi asli dari sumber, melainkan terdapat bunyi pantulan dari faktor ruang.

4.7 Analisis Sifat Bahan Bonang

Massa jenis material dianalisis untuk membandingkan massa serta volume tiap nada dari gamelan. Hal ini dilakukan karena pada proses pembuatan gamelan, menggunakan massa yang sama pada tiap nadanya, tetapi yang membedakan adalah proses penelaan dan penempeannya hingga menghasilkan nada tertentu.

Rongga yang terdapat pada bonang, memiliki fungsi sebagai penguat bunyi sehingga menghasilkan suara yang cukup keras dan disebut sebagai *loud instrument*. Rongga yang mengakibatkan terdapat bunyi sesuai dengan nada yang diinginkan perlu diperhatikan untuk dapat menjadikan gamelan sebagai sumber bunyi pada frekuensi tertentu sesuai nada

tersebut. Perhitungan nilai massa jenis bonang barung dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.4 Massa dan volume resonator pada bonang barung

No	Nada bonang	Material	Massa (kg)	Volume (m ³)
1	2 Atas	Plat kuningan	1,037	0,00292
2	2 Bawah	Plat kuningan	0,867	0,00310
3	2 Bawah	Plat galvanis	1,090	0,00297
4	3 Atas	Plat kuningan	1,144	0,00272
5	3 Bawah	Plat kuningan	0,850	0,00337
6	3 Bawah	Plat galvanis	1,084	0,00301
7	5 Atas	Plat kuningan	1,154	0,00290
8	5 Bawah	Plat kuningan	0,859	0,00308
9	5 Bawah	Plat galvanis	1,172	0,00290
10	5 Bawah	Plat besi hitam	1,193	0,00288

Dari tabel 4.4 diatas, dapat dilihat bahwa pada bahan yang sama memiliki massa yang hampir sama. Sedangkan pada nada yang sama, memiliki volume yang hampir sama. Hal tersebut disebabkan pada saat pembuatan bonang dengan bahan yang sama, luasan lempengan plat yang digunakan adalah sama sehingga memiliki massa yang hampir sama. Frekuensi berbeda yang dihasilkan pada nada yang berbeda, dikarenakan proses pelarasan atau penyesuaian dengan bunyi referensi melalui proses tempa yang akan menghasilkan rongga-rongga kecil didalam bonang sehingga menghasilkan suara yang khas hasil dari penempaan tersebut.

4.8 Analisis Resonator Bonang

Resonator bonang memiliki posisi yang menempel (dapat disebut dengan jarak yang dekat) dengan sumber bunyinya. Bonang dari jenis yang sama, pada tiap nada yang berbeda memiliki konstanta kekakuan bahan yang sama. Sedangkan pada massa yang sama, material berbeda yang digunakan akan memiliki konstanta kekakuan bahan yang berbeda. Mengacu pada frekuensi yang terdapat pada tabel 4.2 serta massa yang terdapat pada tabel 4.4 dengan menggunakan persamaan 2.4c, contoh

perhitungan pada bonang nada 2 atas berbahan plat kuningan adalah sebagai berikut :

$$k = 4\pi^2 \times 620,8^2 \times 1,037 \dots \dots \dots (4.3a)$$

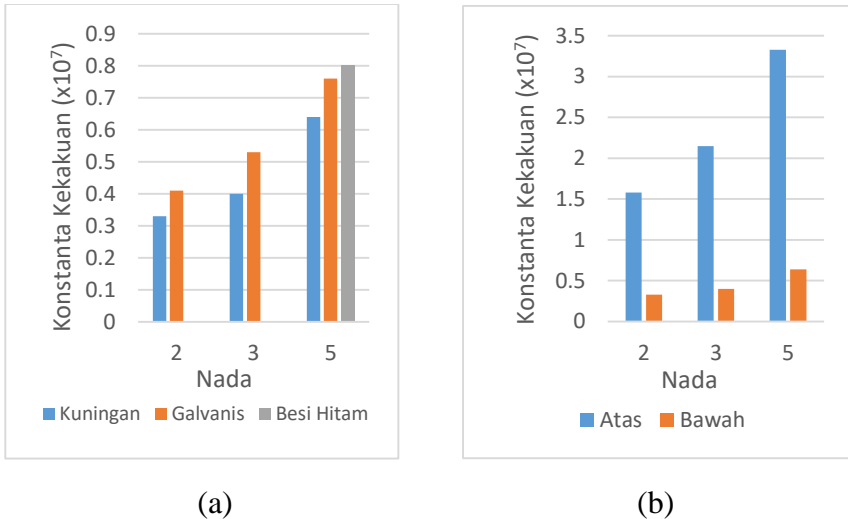
$$k = 1,58 \times 10^7 \dots \dots \dots (4.3b)$$

dengan menggunakan persamaan yang sama, maka dapat dihitung nilai pada seluruh variasi yang digunakan. Data hasil perhitungan yang didapatkan, ditampilkan pada tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Nilai konstanta kekakuan bahan penyusun bonang

No.	Nada	Material	k (x10 ⁷)
1	2 Atas	Kuningan	1.58
2	2 Bawah	Kuningan	0.33
3	2 Bawah	Galvanis	0.41
4	3 Atas	Kuningan	2.15
5	3 Bawah	Kuningan	0.40
6	3 Bawah	Galvanis	0.53
7	5 Atas	Kuningan	3.33
8	5 Bawah	Kuningan	0.64
9	5 Bawah	Galvanis	0.76
10	5 Bawah	Besi Hitam	0.80

Nilai yang terdapat pada tabel 4.5 diatas, dapat ditampilkan pada grafik perbandingan nilai antara konstanta kekakuan bahan hasil perhitungan dari tiap variasi yang digunakan. Grafik tersebut ditunjukkan pada gambar 4.15 berikut :



Gambar 4.15 Grafik konstanta kekakuan bahan (a) nada bawah dan (b) nada atas bawah pada material plat kuningan

Sesuai pada grafik yang terdapat pada gambar 4.15 diatas, dengan asumsi kerapatan bahan yang sama menunjukkan nilai konstanta kekakuan yang dimiliki oleh variasi bahan adalah berbeda. Sedangkan saat ditinjau berdasarkan nada yang sama, idealnya memiliki massa yang sama tiap variasinya.

Berdasarkan teori pada sub-bab 2.4 dari persamaan 2.3 yang menyatakan bahwa bahan yang sama memiliki konstanta kekakuan yang sama, hal tersebut tidak dapat diidentifikasi terhadap alat musik gamelan. Faktor yang menyebabkan gamelan tidak dapat diidentifikasi berdasarkan parameter konstanta kekakuan bahannya diantaranya adalah karena proses pembuatannya, fungsi dari gamelan, dan subjektifitas pembuat.

Saat ditinjau dari faktor proses pembuatannya, gamelan yang sebagian besar terbuat dari logam, dibuat dengan proses yang cukup lama diantaranya proses peleburan dan pencampuran bahan dasar, pembentukan wujud gamelan, serta proses pelarasan (penyesuaian dengan nada referensi). Pembuatan yang dilakukan secara manual tentu akan memberikan perbedaan apabila dibandingkan dengan pembuatan secara vabrikasi. Proses vabrikasi atau pencetakan kemungkinan akan dapat menghasilkan volume, massa jenis bahan, dan nada yang sama.

Akan tetapi pada gamelan yang dibuat secara manual akan menghasilkan nilai yang bervariasi, dan hal tersebut yang menjadikan ciri khas dari bunyi gamelan Jawa saat dibandingkan dengan musik klasik.

Faktor selanjutnya adalah fungsi dari gamelan. Meskipun dengan jenis yang sama, apabila fungsi gamelan tersebut berbeda akan dibuat dengan karakter yang berbeda. Sebagai contoh adalah pada saat pagelaran wayang akan dibuat berbeda dengan pementasan seni tari. Perbedaan daerah juga memiliki karakter yang berbeda meskipun pada satu jenis gamelan yang sama.

Kemudian saat ditinjau berdasarkan subjektifitas pembuat gamelan, tiap *empu* (pengrajin gamelan) akan memiliki sumber bunyi referensi yang berbeda-beda meskipun dari jenis bahan yang sama. Kalibrasi yang menggunakan kepekaan telinga dan rasa dari pengrajin gamelan akan memengaruhi proses pelarasan dan penyesuaian terhadap bunyi referensi gamelan yang dibuat dengan cara ditempa. Secara fisis, proses pembuatan manual dari gamelan, pada saat penempaan untuk menyesuaikan dengan bunyi referensi, akan menghasilkan rongga-rongga kecil dengan ukuran mikro dari bahan gamelan yang akan menghasilkan ciri khasnya.

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian tugas akhir, didapatkan nilai *sound envelope*, Tau-e, *timbre*, frekuensi dasar, dan T-sub pada penelitian ini. Kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut :

1. Karakteristik akustik untuk nada 5 bawah dari bonang dengan variasi material, nilai *sound envelope* paling tinggi secara berturut-turut adalah bonang berbahan plat kuningan sebesar 2,21 s; plat besi hitam sebesar 1,34 s; dan plat galvanis sebesar 1,11 s. Nilai Tau-e secara berturut-turut adalah 24,0 ms pada plat kuningan; 22,4 ms pada plat besi hitam; dan 21,4 ms pada plat galvanis. *Timbre* paling besar secara berurutan adalah plat kuningan, plat besi hitam, dan plat galvanis. Nilai frekuensi dasar adalah 433,0 Hz untuk plat kuningan; 412,3 Hz pada plat besi hitam, serta 406,0 Hz untuk material plat galvanis. Pada nilai T-sub secara berturut-turut adalah 0,59 s pada plat kuningan; 0,54 s pada plat besi hitam; dan 0,51 s pada plat galvanis.
2. Parameter akustik dari karakteristik bonang pada material sama dengan variasi nada, menunjukkan notasi yang semakin tinggi pada bonang, memiliki nilai yang berbanding terbalik dengan *sound envelope*, tau-e, *timbre*, dan T-sub. Sedangkan nilai frekuensi dasarnya akan sebanding dengan semakin tingginya notasi nada bonang pada tiap bahan yang diuji.
3. Dari parameter yang digunakan, bonang yang memiliki karakteristik akustik paling tinggi adalah bonang berbahan plat kuningan, dengan penilaian berdasarkan parameter *sound envelope*, Tau-e, *timbre* frekuensi dasar, dan T-sub.

5.2 Saran

Saran terkait penelitian selanjutnya diantaranya:

1. Menggunakan semua nada yang ada pada gamelan tersebut, tidak hanya beberapa jenis nada saja supaya dapat diketahui karakteristik secara penuh dari alat yang diuji.
2. Menggunakan alat bantu yang dapat memberikan gaya pemukul yang sama pada saat pengujian.
3. Menggunakan gamelan dengan proses pembuatan yang sama.

4. Membandingkan antara pembuatan manual dengan pembuatan secara vabrikasi.
5. Mengukur faktor akustik ruang dari salah satu jenis gamelan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ando, Y. (1998). *Architectural Acoustics: Blending Sound Source, Sound Field, and Listener*. New York: Springer.
- Ardiansyah, A. (2014). *Pengaruh Resonator terhadap Bunyi Slenthem berdasarkan Sound Envelope*. Surabaya: ITS.
- Everest, A. F. (2001). *Master Handbook of Acoustics: 5th edition*. USA: Mc. Graw Hill.
- Jacobsen, F. (2011). *Fundamental of Acoustics and Noise Control*. Denmark: University of Denmark.
- Lindsay, J. (1979). *Javanese Gamelan*. Oxford: Oxford University Press.
- Palgunadi, B. (2002). *Serat Kandha Karawitan Jawi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Prasetio, L. (2003). *Elektro Akustik*. Surabaya: ITS.
- Rayana, A. (2019). *Filtering Sinyal Suara Gitar Menggunakan Band Pass Filter*. Aceh: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan.
- Riyani, A. (2019). *Identifikasi Sinyal Suara Manusia menggunakan Metode FFT Berbasis Matlab*. Purwokerto: Institut Teknologi Telkom.
- Sethares, W. A. (2005). *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale 2nd edition*. New York: Springer.
- Sumarsam, S. (2003). *Gamelan, Interaksi Budaya dan Perkembangan Musikal di Jawa*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Supanggah, R. (2011). *Bothekan-Garap Karawitan*. Surakarta: ISI Press.

Suyatno, S. (2016). *Karakteristik Akustik Gamelan Jawa Milik PSTK ITB*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Suyatno, S. (2016). *Pengembangan Parameter dan Desain Akustik Ruang Pagelaran Jawa*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

LAMPIRAN

1. Program pada MATLAB R2013a

a. Untuk mencari nilai *sound envelope* dan frekuensi dasar

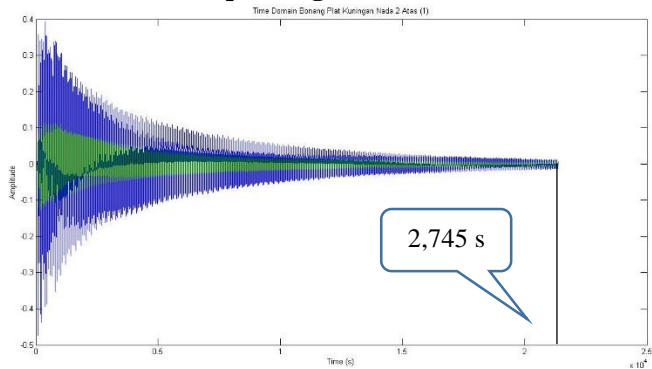
```
[f, fs]=audioread('2 atas (1).wav');  
l=length(f);  
figure(1)  
plot(f)  
title('Time Domain Bonang Plat Kuningan Nada 2 Atas  
(1)');  
xlabel('Time (s)');  
ylabel('Amplitude')
```

```
N = size(f,1);  
figure(2);  
subplot(2,1,1);  
stem(1:N, f(:,1));  
df=fs/N;  
w=(-(N/2):(N/2)-1)*df;  
y=fft(f(:,1),N)/N;  
y2=fftshift(y);  
figure(3)  
plot(w,abs(y2))  
title('Frequency Domain Bonang Plat Kuningan Nada 2  
Atas (1)');  
xlabel('Frequency (Hz)');  
ylabel('Power')
```

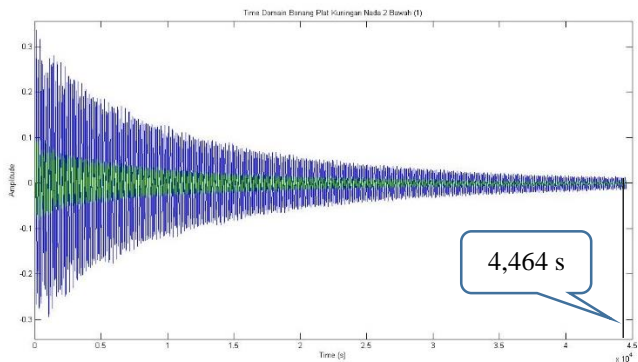
b. Untuk mencari distribusi frekuensi pada spektrogram

```
kanan=data(:,1); %pemisahan data kolom 1 dari wave  
kiri=data(:,2); %pemisahan data kolom 2 dari wave  
spectrogram(kanan,kaiser(4096,5),220,16384,fs,'yaxis'  
) %plot spektrogram dari data kolom 1 (kanan)  
kiri=kanan(1:10000); %pengambilan data kanan dari  
data ke-1 sampai data ke 10000)  
spectrogram(kiri,kaiser(4096,5),220,16384,fs,'yaxis')  
title('Spektrogram Bonang Plat Galvanis Nada 5  
Bawah');  
ylim([0 3000])
```

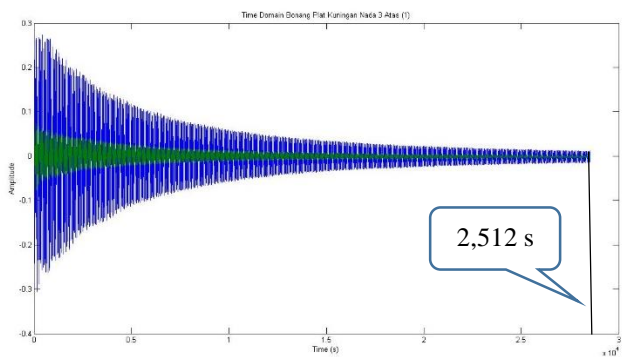
2. Analisis *Sound Envelope* dengan MATLAB R2013a



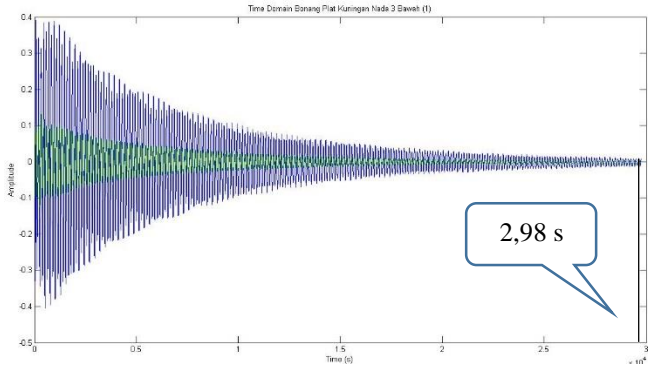
Gambar 1. *Sound envelope* plat kuningan nada 2 atas



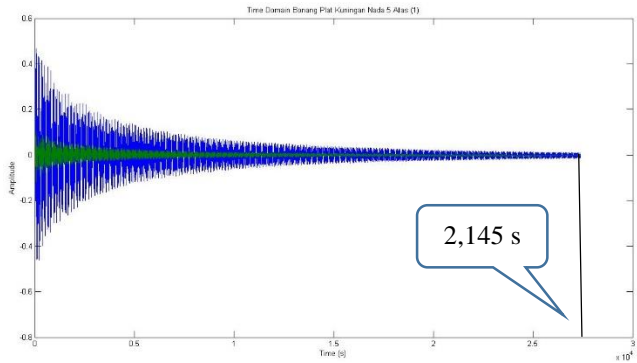
Gambar 2. *Sound envelope* plat kuningan nada 2 bawah



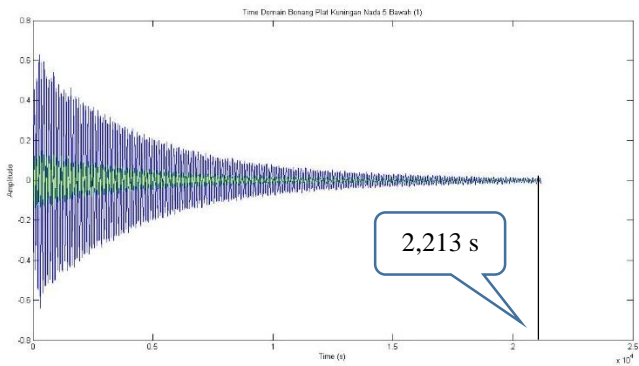
Gambar 3. *Sound envelope* plat kuningan nada 3 atas



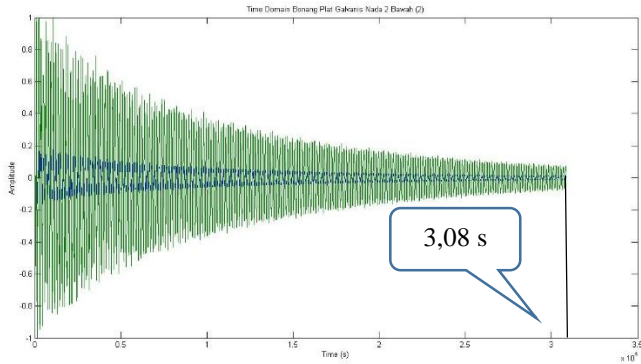
Gambar 4. *Sound envelope* plat kuningan nada 3 bawah



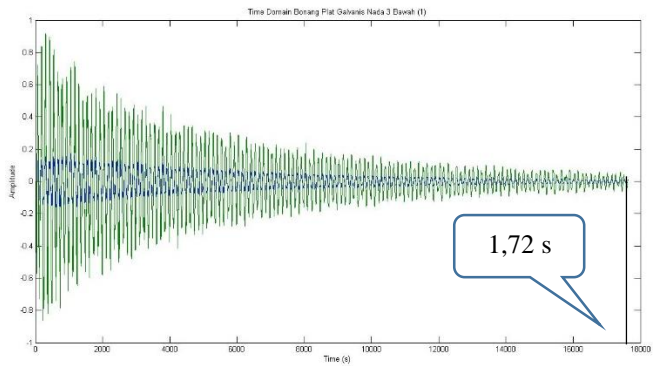
Gambar 5. *Sound envelope* plat kuningan nada 5 atas



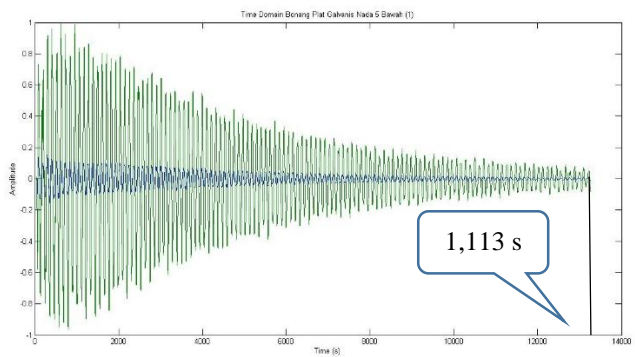
Gambar 6. *Sound envelope* plat kuningan nada 5 bawah



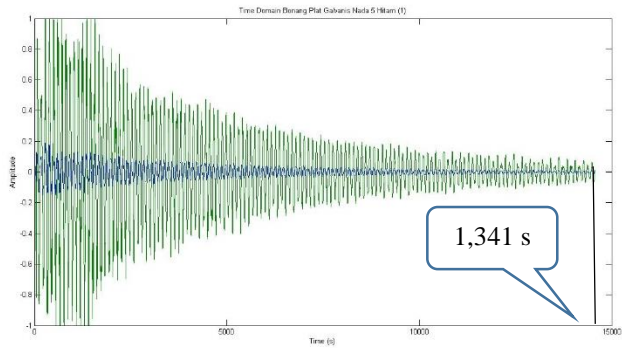
Gambar 7. *Sound envelope* plat galvanis nada 2 bawah



Gambar 8. *Sound envelope* plat galvanis nada 3 bawah

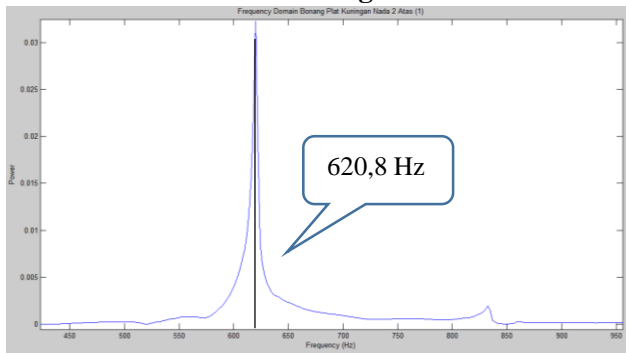


Gambar 9. *Sound Envelope* plat galvanis nada 5 bawah

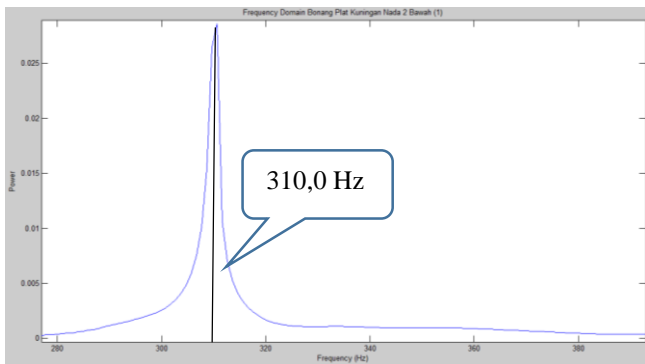


Gambar 10. *Sound envelope* plat besi hitam nada 5 bawah

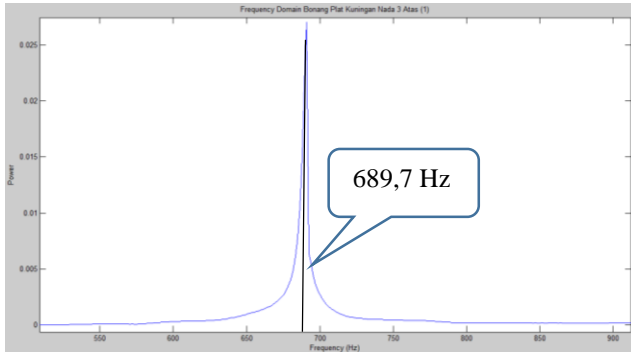
3. Analisis Frekuensi Resonansi dengan MATLAB R2013a



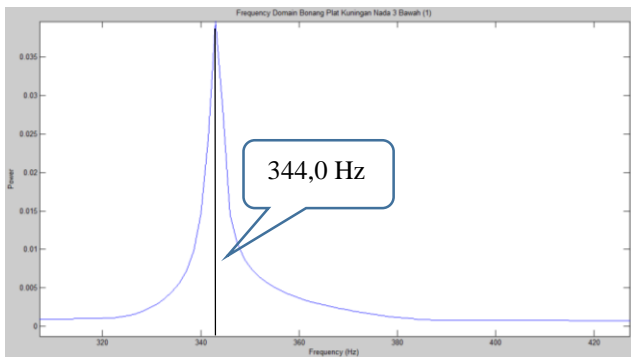
Gambar 11. Frekuensi dasar plat kuningan nada 2 atas



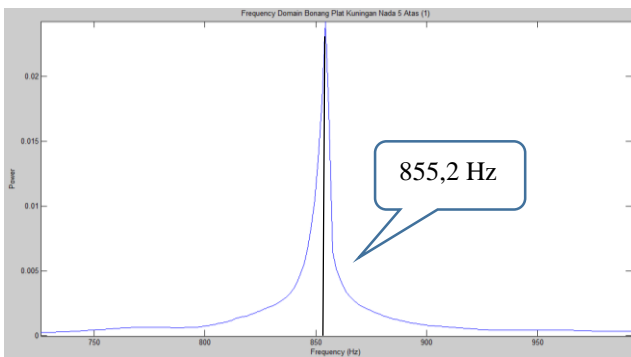
Gambar 12. Frekuensi dasar plat kuningan nada 2 bawah



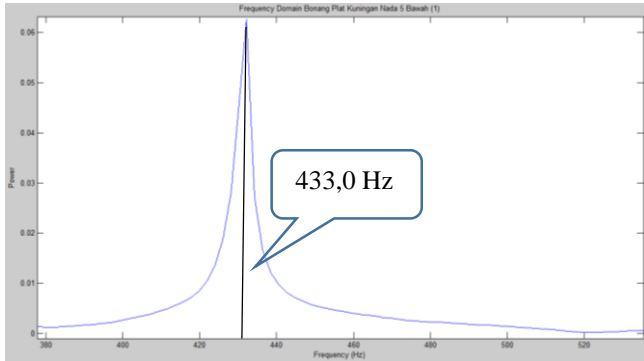
Gambar 13. Frekuensi dasar plat kuningan nada 3 atas



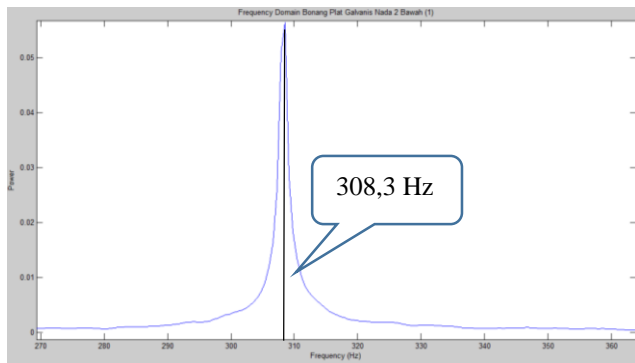
Gambar 14. Frekuensi dasar plat kuningan nada 3 bawah



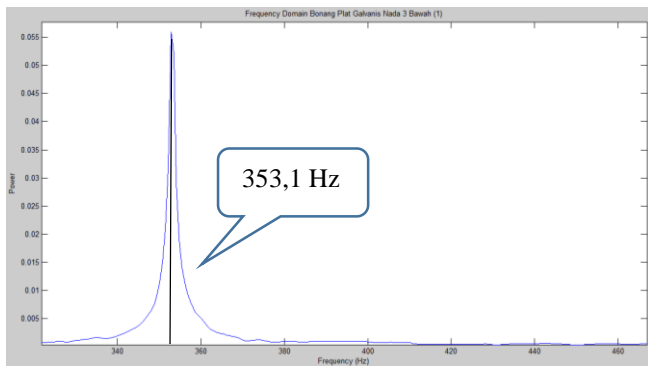
Gambar 15. Frekuensi dasar plat kuningan nada 5 atas



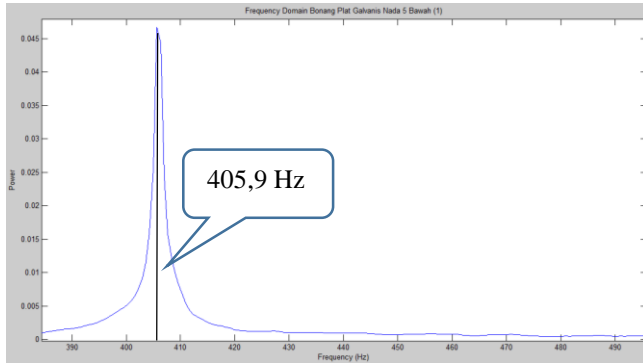
Gambar 16. Frekuensi dasar plat kuningan nada 5 bawah



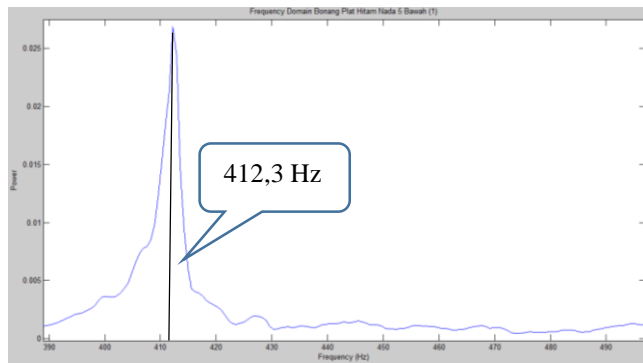
Gambar 17. Frekuensi dasar plat galvanis nada 2 bawah



Gambar 18. Frekuensi dasar plat galvanis nada 3 bawah



Gambar 19. Frekuensi dasar plat galvanis nada 5 bawah



Gambar 20. Frekuensi dasar plat besi hitam nada 5 bawah

BIODATA PENULIS



Sakti Rangga Irawan atau biasa dipanggil Sakti, lahir di Blitar, 1 Juli 1998. Anak pertama Imam Susilo, S.Si dan Hartutik dari tiga bersaudara. Riwayat pendidikan penulis mulai dari SDN Sananwetan 3 (2004 – 2010), SMPN 1 Blitar (2010 – 2013), SMAN 1 Blitar (2013 – 2016), dan saat ini telah menyelesaikan pendidikan di Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Analitika Data (FSAD), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya (2016 – 2020). Bidang keahlian dari penulis saat menempuh pendidikan Strata-1 (S1) adalah Instrumentasi Akustik pada Laboratorium Akustik dan Fisika Bangunan. Penulis tertarik untuk mempelajari akustik ruang dan instrument akustik, karena sejak menempuh pendidikan di bangkus SMP, penulis memiliki minat untuk mendalami seni dan budaya tradisional dari Jawa. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti organisasi dan kepanitiaan diantaranya sebagai Tim Supernova Great Event of FMIPA ITS 2017, Tim Pemandu Semesta LKMM FSAD ITS, Koordinator Pemandu Integralistik Gerigi ITS 2018, Kepala Departemen PSDM Himasika ITS periode 2018/2019, Kepala Departemen Kaderisasi Fosif ITS periode 2018/2019, Tim Pemandu Peradaban LKMM TM ITS 2020. Pengalaman Kerja Praktik penulis di PT. ALTA INTEGRA yang merupakan jasa konsultan akustik dan *supplier* material akustik cukup memberikan wawasan terkait peran bidang akustik dalam dunia industry. Penulis memiliki hobi bermain alat musik tradisional Jawa (gamelan) dan band, serta buku terkait filosofi Jawa dan sejenisnya. Semoga dengan dibuatnya Laporan Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat untuk pembaca dan bisa ikut serta memunculkan karya lainnya yang mempelajari budaya tradisional Indonesia untuk dipadukan dengan kemajuan teknologi dan bidang sains.B