

Identifikasi Karakteristik Frekuensi Suara Instrumen Peking Pada Gamelan Untuk Mendukung Pelestarian Kebudayaan Yogyakarta

Muhammad Arif Maula¹, Hendra Setiawan²,
Fakultas Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia
Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia

¹13524004@students.uui.ac.id

²hendra.setiawan@uui.ac.id

Abstrak— Berkurangnya penggiat dalam bidang musik gamelan pada zaman sekarang ini dikhawatirkan akan mengakibatkan aset kebudayaan Indonesia yang luar biasa ini semakin lama dapat tergerus oleh perkembangan jaman, ditambah lagi dengan para pengrajin gamelan yang jumlahnya semakin menipis dan mereka dalam proses pembuatan instrumen tersebut sebagian besar masih mengandalkan kepekaan telinga dan intuisi mereka. Maka tidak heran jika setiap gamelan memiliki karakter suara tersendiri tergantung dari empunya. Dan sampai saat ini belum ada acuan yang pasti berapa tepatnya frekuensi setiap instrumen tersebut untuk setiap jenisnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik frekuensi instrumen peking pada gamelan yang ada di daerah Yogyakarta. Dengan menggunakan metode FFT untuk mencari berapa saja frekuensi dominan dan frekuensi penyusunnya pada setiap bilahnya. Pada penelitian ini didapatkan hasil frekuensi dominan peking slendro yang ada di Yogyakarta yaitu pada bilah 1, 1082 – 1103 Hz, bilah 2, 1237 – 1267 Hz, bilah 3, 1432 – 1469 Hz, bilah 5, 1642 – 1686 Hz, bilah 6, 1902 – 1925 Hz, bilah 7, 2155 – 2238 Hz. Untuk Peking Pelog yaitu pada bilah 1, 1102 – 1178 Hz, bilah 2, 1177 – 1282 Hz, bilah 3, 1276 – 1400 Hz, bilah 4, 1515 – 1640 Hz, bilah 5, 1603 – 1778 Hz, bilah 6, 1714 – 1865 Hz, bilah 7, 1868 – 2118 Hz. Untuk range kerja frekuensi peking slendro yaitu antara, 1082 Hz – 2238 Hz dan peking pelog memiliki range frekuensi antara, 1102 Hz – 2118 Hz.

Kata Kunci : Gamelan Yogyakarta, Peking, Frekuensi Dominan, Frekuensi Penyusun, FFT

I. PENDAHULUAN

Gamelan merupakan salah satu aset kebudayaan Indonesia yang telah ada semenjak berabad-abad lamanya. Bagi masyarakat di Pulau Jawa khususnya, gamelan merupakan sesuatu yang sudah tidak asing lagi. Selain didalam negeri, gamelan sudah dikenal juga diluar negeri. Banyak dari mereka yang berkunjung ke Indonesia hanya untuk belajar tentang kebudayaan Indonesia, khususnya gamelan.

Peking merupakan instrumen pada gamelan yang masih merupakan keluarga dari instrumen Saron dan Demung, hanya saja bentuknya lebih kecil dan oktafnya lebih tinggi. Seperti

instrumen gamelan yang lain, peking dibuat oleh empunya dengan menggunakan ketajaman pendengaran dan intuisi serta tidak banyak yang menggunakan alat bantu seperti tuner atau sejenisnya. Maka tidak heran jika setiap gamelan memiliki karakter suara tersendiri tergantung dari empunya. Dan sampai saat ini belum ada acuan yang pasti berapa tepatnya frekuensi setiap instrumen tersebut untuk setiap jenisnya.

Selain itu penelitian ini bertujuan untuk memperoleh frekuensi dominan dan variasi frekuensi penyusun pada instrumen peking pelog dan slendro yang nantinya dapat dibuat menjadi database untuk selanjutnya digunakan sebagai pembeda dengan alat musik yang lain.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gamelan Jawa

Gamelan adalah salah satu tradisi musikal yang hebat. Gamelan termasuk dalam keluarga besar keluarga besar metallophones yang tidak harmonis yang disetel ke slendro dengan lima nada atau tujuh nada pada pelog. Tidak ada *scale* yang mendekati 12-tet. Spektrum yang tidak harmonis dari instrumen tertentu pada gamelan berhubungan dengan interval yang tidak biasa dari *sacale* pelog dan slendro. Berbeda dengan instrumen barat yang mempunyai spectrum yang harmonis jika dibandingkan, maka perangkat gamelan akan mendekati *sacale* tangga nada diatonic pada instrumen barat [1]

Saron merupakan istilah umum untuk instrumen gamelan berbentuk bilahan dengan enam atau tujuh bilah yang terbuat dari perunggu atau kuningan yang ditumpangkan pada bingkai kayu yang juga berfungsi sebagai *resonator*. Saron ditabuh dengan pemukul yang terbuat dari kayu atau tanduk kerbau. Berdasar ukuran dan fungsinya, terdapat tiga jenis saron yaitu: saron demung (demung), saron barung (saron), dan saron panerus (peking). Perbedaan antar ketiganya terletak pada ukurannya yang berbedabeda dan oktaf nada yang dihasilkan [2].

Pada tahun 1993 Dr. Jaap Kunst [3] melakukan penelitian terhadap sistem nada gamelan Jawa dengan mengukur frekuensi nada dasar wilayahnya. Alat utama yang digunakan pada saat itu adalah *monochord* yang ketelitiannya mengandalkan pada kemampuan pendengaran seseorang.

Tuning gamelan hadir dengan 2 jenis, 5 not dengan sebutan slendro dan 7 not yang disebut pelog. Dari penelitian yang dilakukan Kunst bahwa interval pelog setiap nada pada *scale* slendro sama dengan 240 *cent*. Ini dapat diartikan bahwa *scale* slendro mirip pada 5 -*tet*. Gambar 2.7 di bawah ini menunjukkan *scale* nada slendro dan gambar 2.8 menunjukkan *scale* nada pelog.

note:	6	1	2	3	5	6
cents:	240	240	240	240	240	240

Gambar 2.1 *Scale* Nada Slendro[2]

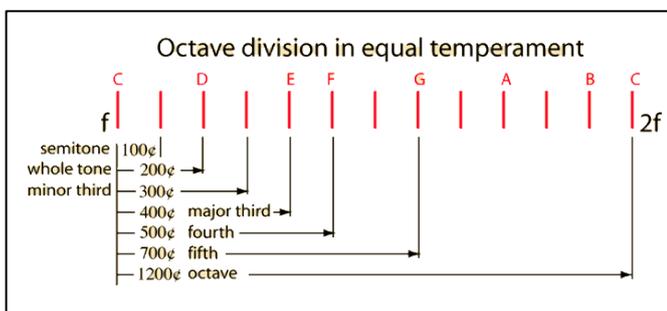
Pada pelog menurut Kunst lebih kompleks karena terdiri dari 7 pembagian nada yang tidak setara pada oktafnya.

note:	1	2	3	4	5	6	7	1
cents:	120	150	270	150	115	165	250	

Gambar 2.2 *Scale* Nada Pelog[2]

Pada hal ini Kunst mencoba melakukan *tuning* dengan menggunakan *monochord* yang berbentuk semacam senar yang diregangkan dan dibunyikan sesuai dengan nada yang diinginkan lalu dibandingkan dengan telinga namun hasilnya kurang efektif.

Cent merupakan logaritma yang digunakan dalam interval musik. 12 nada tempramen dalam oktaf dibagi menjadi 12 *semitone* yang masing – masing terdiri dari 100 *cent*. *Cent* digunakan untuk mengukur interval terbatas yang sangat kecil. Ukuran ini dibuat oleh Alexander Ellis dan dikembangkan oleh Gaspard de Prony pada tahun 1830-an Ellis membuat pengukuran luas alat musik dari seluruh dunia, dengan menggunakan *cent* ekstensive untuk melaporkan dan membandingkan *scale* yang digunakan. Dalam buku *On the Sensations of Tone* karya Hermann von Helmholtz, hal ini menjadi metode standar untuk membandingkan pitches musik dengan interval dengan akurasi yang pasti [4]. Gambar 2.9 menunjukkan interval pada nada satu oktaf (dari nada C hingga C1) yang didalamnya terdapat setengah nada (*semitone*), interval 1 nada (*whole tone*), 1.5 nada (*minor third*) dan sebagainya.



Gambar 2.3 interval *cent* dalam satu oktaf [5]

Untuk menghitung interval dalam satuan *cent* dapat dilakukan dengan cara berikut ini

$$\text{C} = 1200 \frac{\ln\left[\frac{f_2}{f_1}\right]}{\ln 2}$$

(2.1)

C = interval dalam satuan *cent*

$\left[\frac{f_2}{f_1}\right]$ = perbandingan frekuensi interval tiap perpindahan nada

Perbedaan antara gamelan slendro dan pelog terdapat pada frekuensi fundamental masing-masing nada dan intervalnya. Interval nada diukur menggunakan ukuran *cent* yang didasarkan pada perhitungan logaritma, karena persepsi sistem pendengaran manusia terhadap frekuensi nada bersifat logaritmis [6]

Pada Penelitian[7] yang berjudul *Segmentation of Identical and Simultaneously Played Traditional Music Instruments using Adaptive*, bahwa frekuensi saron lebih tinggi dari demung yang berkisar 504-926 Hz sedangkan demung dengan range frekuensi 264-463 Hz. Frekuensi kenong berada antara 264-463 Hz, sama dengan kisaran frekuensi pada demung. Sedangkan frekuensi peking yang biasa disebut juga dengan saron penerus mempunyai frekuensi lebih tinggi dari saron yaitu 1008-1852 Hz. Frekuensi bonang memiliki kisaran antara 132-1832 Hz, seperti yang telah diketahui dalam satu set perangkat gamelan memiliki jumlah 14 buah nada. Sedangkan frekuensi kempul berada pada frekuensi 132-232 Hz.

B. Pengolahan Isyarat Digital

Menurut, [8]*Fast Fourier Transform* yakni algoritma yang digunakan untuk mengerjakan perhitungan *Fourier* yang rumit. *Transformasi Linear*, terutama *Fourier* dan *Laplace*, digunakan untuk menyelesaikan persoalan dalam *system linear*. Walaupun jarang digunakan dalam perhitungan *Transformasi Linear*, *Fourier* banyak dipakai dalam aplikasi-aplikasi dan terbukti memiliki hasil yang baik dan akurat.

Fast Fourier Transform biasanya digunakan dalam menyelesaikan permasalahan *wave-form optical*, *electrical* ataupun *acoustical* dan spektrum yang ditampilkan dapat digambarkan sebagai sesuatu yang dapat digambarkan dan dapat diukur. *Fast Fourier Transform* tidak harus berupa rumus matematika yang selalu menghitung. Tetapi dapat juga pengartian terhadap arti dari fungsi-fungsi kearah mana suatu fungsi tersebut berkelanjutan.

Fast Fourier Transform (FFT) [9] merupakan salah satu metode untuk mengubah suatu sinyal dari kawasan waktu ke kawasan frekuensi. FFT dikembangkan oleh Cooley dan Turkey pada tahun 1965 untuk menekan jumlah komputasi yang diperlukan pada proses transformasi *Fourier*[10]. Persamaan FFT dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)W_N^{kN} \quad (2.2)$$

Dengan

$X(k)$ = sinyal di kawasan frekuensi

$x(n)$ = sinyal di kawasan waktu

N = jumlah titik pada proses FFT

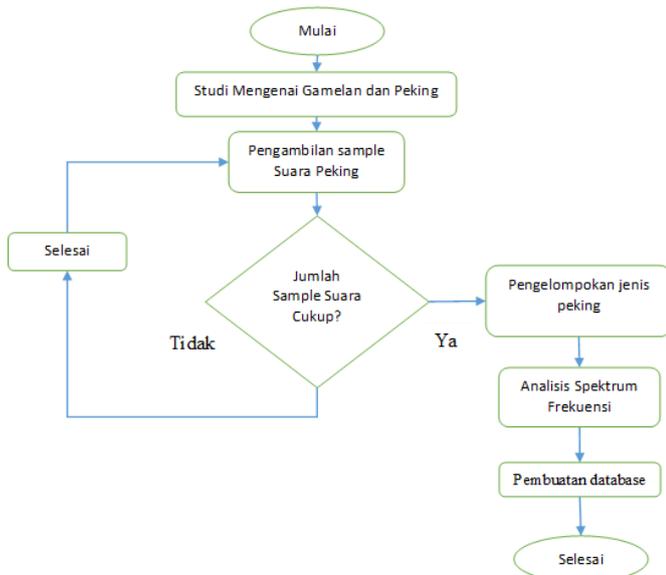
W_N^{kN} adalah *twiddle factor* yang bernilai $e^{-j2\pi nk}$

k adalah indeks yang bernilai 0, 1, 2, ... N-1

Setiap suara mempunyai komponen frekuensi fundamental dan frekuensi harmonik. Nilai frekuensi harmonik selalu mempunyai amplitudo yang lebih kecil dari frekuensi fundamentalnya, namun memiliki frekuensi yang lebih besar. Hasil FFT pada dasarnya dapat memperlihatkan semua komponen frekuensi yang terkandung pada suatu sinyal. Namun pengukuran komponen harmonik di kawasan frekuensi akan terganggu oleh kehadiran komponen frekuensi lainnya yang dikenal dengan istilah *sidelobes* karena proses windowing pada FFT tersebut. Algoritma *Pitch-synchronous* merupakan salah satu metode untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, namun mereka memerlukan informasi nilai periode yang akurat [11]

III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat beberapa langkah penelitian yang dikerjakan selama penelitian ini berlangsung, gambar 3.1 berikut adalah diagram alir dari penelitian ini:



Gambar 1.1 Alur Penelitian dan Analisa Spektrum Frekuensi Suara Peking

A. Studi Mengenai Gamelan dan Peking

Pada tahap awal, dilakukann pegumpulan data dan informasi yang berkaitan dengan instrumen gamelan dengan mebaca beberapa buku dan jurnal penelitian baik dalam negeri maupun luar negeri, selain itu juga melakukan survei tempat di Yogyakarta dimana terdapat instrumen gamelan khususnya instrumen peking dan melakukan wawancara kepada beberapa narasumber yang berasal dari tempat tersebut.

B. Pengambilan Sample

Pengambilan data dilakukan pada 2 tempat di Yogyakarta yang terdapat instrumen gamelan diantaranya pada SMKI Yogyakarta dan Sanggar Tari Siswa Amung Bekso Yogyakarta. Mikrofon dipasang pada jarak 10-20cm di sisi segaris dengan bilah pada instrumen peking. Pengujian

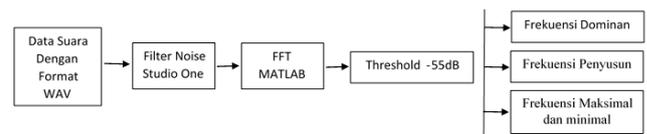
dilakukan sebanyak minimal 3 (tiga) kali untuk setiap peking dengan interval pemukulan 10 detik atau setelah dipastikan bahwa peking sudah tidak bergetar lagi.

C. Pengelompokan Data

Data terekam selanjutnya dikelompokkan menjadi 2 bagian yaitu peking dengan jenis slendro dan peking dengan jenis pelog. Masing – masing kelompok setelah itu dilakukan analisis di kawasan frekuensi secara matematis (FFT).

D. Analisis Spektrum Frekuensi

Dalam tahapan ini, dari data yang sudah dikelompokkan pada langkah sebelumnya di analisis dalam kawanan frekuensi dengan menggunakan *Fast Fourier Transform* menggunakan *software MATLAB*. Blok diagram sistem kerja analisis pada *MATLAB* dijelaskan pada gambar 3.2 berikut



Gambar 3.2 Blok Diagram Analisa Frekuensi Suara Peking

Data sampel suara peking yang diambil menggunakan format WAV dengan spesifikasi frekuensi sampling 48 KHz. Setelah dilakukan pengambilan sample, selanjutnya data suara tersebut dikelompokkan menjadi 2, yaitu peking dan slendro.

Data suara tersebut selanjutnya dilakukan filter *noise* dengan menggunakan aplikasi *Studio One*,preoses filter tersebut bertujuan untuk mengurangi *noise* pada saat perekaman dan mempermudah dalam analisis data, selain itu data suara tersebut juga dilakukan pemotongan data sesuai dengan panjang suara pada 1 – 3 ketukan pada setiap bilahnya.

Data yang telah kelompokkan dan sudah dipotong sesuai dengan panjang ketukannya, selanjutnya dilakuakn pemrosesan pada *MATLAB* yaitu dengan menggunakan fungsi FFT. FFT tersebut berfungsi untuk mengubah data dari domain waktu kedalam domain frekuensi.

Threshold -55 dB digunakan untuk membuat standar amplitude suara yang akan diloloskan. Jika amplitude suara kurang dari – 55 dB maka tidak akan diloloskan. Selain itu juga dilakukan normalisasi amplitude. Cara kerja normalisasi amplitude yaitu jika ada data suara yang memiliki amplitude paling tinggi dan telah lolos dari *threshold -55 dB* maka akan bernilai satu dan sisanya akan bernilai kurang dari 1. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam proses analisis frekuensi dan dalam pembuatan database.

Frekuensi dominan didiapatkan dari hasil FFT dan nilai sudah dilakukan *threshold* sebesar -55 dB dengan nilai *Normalize Amplitude* sebesar 1 atau dapat diartikan frekuensi yang paling dominan pada setiap bilahnya.

Frekuensi penyusun adalah frekuensi yang t memiliki nilai amplitude kurang dari frekuensi dominan nya dan pada kasus ini yaitu frekuensi telah lolos dalam *threshold -55 db* dan memiliki nilai amplitude kurang dari 1.

Setelah itu untuk frekuensi dominan maksimal dan frekuensi dominan minimal didapat dari data hasil frekuensi dominan dari 3 instrumen peking slendro maupun pelog dan dilihat dari frekuensi pada setiap bilahnya dimana yang memiliki frekuensi terendah dan tertinggi.

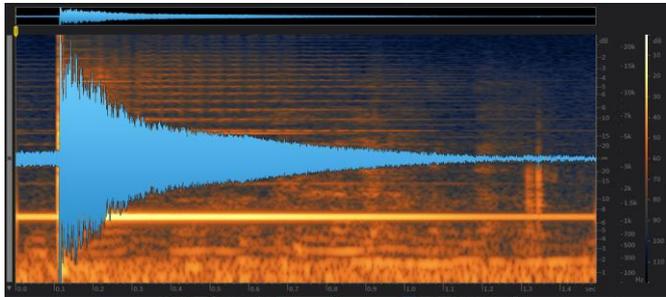
E. Pembuatan Database

Setelah hasil yang didapat pada analisa sudah sesuai dengan target, maka pembuatan database dapat dimulai. Informasi yang dimasukkan dalam database ini adalah berupa data frekuensi dominan, frekuensi penyusun, frekuensi terendah dan tertinggi, frekuensi rata – rata pada setiap bilahnya dan amplitude pada masing – masing bilah pada peking slendro dan peking pelog.

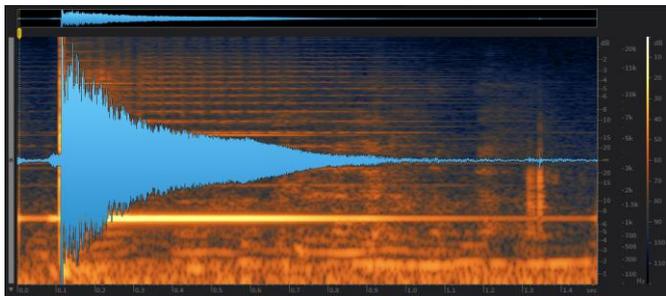
IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Pemrosesan sinyal pada MATLAB menggunakan metode FFT

Sebelum dilakukan pemrosesan sinyal pada MATLAB, data suara tersebut dikelompokkan terlebih dahulu menjadi 2 bagian yaitu peking jenis slendro dan pelog. Setelah itu dilakukan filter noise menggunakan aplikasi Studio One untuk mengurangi noise pada saat perekaman dan mempermudah analisis data, selain itu data suara tersebut juga dilakukan pemotongan data sesuai dengan panjang suara pada 1 – 3 ketukan pada setiap bilahnya.



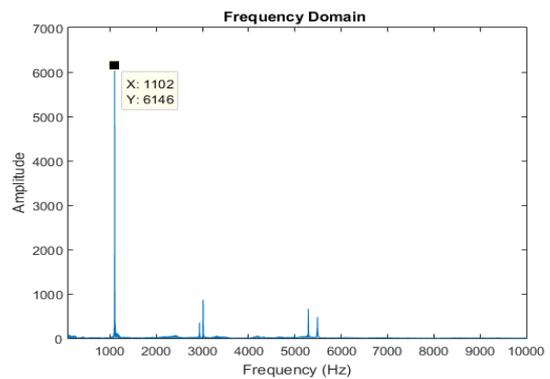
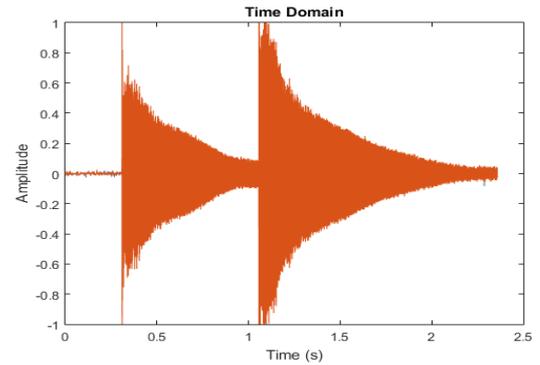
Gambar 4.1 Data Suara Yang Belum Dilakukan Filter Noise



Gambar 4.2 Data Suara Yang Sudah Dilakukan Filter Noise

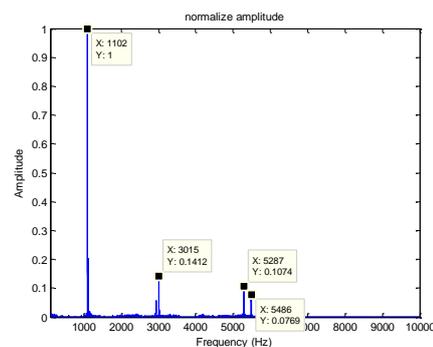
Selanjutnya data yang telah terpotong tersebut dilakukan pengolahan menggunakan software MATLAB untuk mengetahui berapa frekuensinya dengan menggunakan fungsi FFT Tujuan dari FFT adalah mengubah data dari domain waktu kedalam domain frekuensi untuk mempermudah mengetahui frekuensi berapa saja yang merupakan frekuensi

dominan dan frekuensi penyusunnya. Pengolahan data tersebut menggunakan MATLAB versi 2015.



Gambar 4.3 Data dari domain waktu ditransformasikan kedalam bentuk domain frekuensi

Dari gambar diatas diambil contoh suara salah satu peking pada domain waktu yang ditransformasikan kedalam domain frekuensi. Gambar tersebut memberikan informasi bahwa frekuensi dominan pada sampel suara peking pelog bilah pertama sebesar 1102 Hz. Frekuensi tersebut didapatkan dengan cara melihat data yang memiliki amplitude paling tinggi. Pada gambar tersebut terlihat frekuensi yang memiliki amplitude paling tinggi yaitu pada 1102 Hz dengan amplitude 6146. Untuk mempermudah melihat tinggi rendahnya amplitude, maka dilakukan normalisasi amplitude yang nantinya frekuensi yang memiliki amplitude tertinggi akan bernilai 1 dan dari data tersebut dapat memudahkan untuk mengetahui frekuensi dominannya. Berikut adalah gambar frekuensi hasil dari transformasi FFT dengan normalisasi amplitude.



Gambar 4.4 Frekuensi Dengan *Normalize Amplitude*

B. Frekuensi Dominan Peking Slendro dan Pelog

Untuk mencari frekuensi dominan pada masing – masing bilah menggunakan metode yang sama. Berikut adalah tabel frekuensi dominan peking slendro dan pelog.

Tabel 4.1 Frekuensi Dominan Peking Slendro dan Pelog Instrumen 1

Data Frekuensi Dominan			
Instrumen 1			
Slendro 1		Pelog 1	
Bilah	Frekuensi	Bilah	Frekuensi
1	1083 Hz	1	1151 Hz
2	1250 Hz	2	1244 Hz
3	1432 Hz	3	1333 Hz
5	1664 Hz	4	1573 Hz
6	1902 Hz	5	1687 Hz
i	2212 Hz	6	1817 Hz
		7	1985 Hz

Tabel 4.2 Frekuensi Dominan Peking Slendro dan Pelog Instrumen 2

Data Frekuensi Dominan			
Instrumen 2			
Slendro 2		Pelog 2	
Bilah	Frekuensi	Bilah	Frekuensi
1	1082 Hz	1	1178 Hz
2	1237 Hz	2	1282 Hz
3	1432 Hz	3	1400 Hz
5	1642 Hz	4	1640 Hz
6	1922 Hz	5	1778 Hz
i	2155 Hz	6	1865 Hz
		7	2118 Hz

Tabel 4.3 Frekuensi Dominan Peking Slendro dan Pelog Instrumen 3

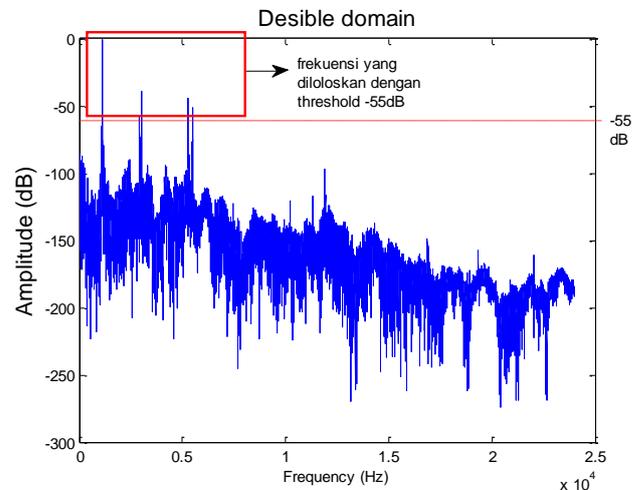
Data Frekuensi Dominan			
Instrumen 3			
Slendro 3		Pelog 3	
Bilah	Frekuensi	Bilah	Frekuensi
1	1103 Hz	1	1102 Hz
2	1267 Hz	2	1177 Hz
3	1469 Hz	3	1276 Hz
5	1686 Hz	4	1515 Hz
6	1925 Hz	5	1603 Hz
i	2238 Hz	6	1714 Hz
		7	1868 Hz

Untuk peking jenis slendro pada bilah 1 memiliki range frekuensi antara 1103 Hz - 1082 Hz, pada bilah 2 memiliki range frekuensi 1267 Hz – 1237 Hz, pada bilah 3 memiliki range 1469 Hz – 1432 Hz, pada bilah 5 memiliki range antara

1686 Hz- 1642 Hz, pada bilah 6 memiliki range antara 1925 Hz – 1902 Hz, pada bilah i memiliki range 2238 Hz – 2155 Hz. Sedangkan pada peking jenis pelog pada bilah 1 memiliki range frekuensi antara 1102 Hz – 1178 Hz, pada bilah 2 memiliki range 1177 Hz – 1282 Hz, pada bilah 3 memiliki range 1276 Hz – 1400 Hz, pada bilah 4 memiliki range 1515 Hz – 1640 Hz, pada bilah 5 memiliki range antara 1603 Hz – 1778 Hz, pada bilah ke 6 memiliki range 1714 Hz – 1865 Hz, pada bilah 7 memiliki range 1868 Hz – 2118 Hz. Untuk tabel range kerja frekuensi peking pelog dan slendro dapat dilihat pada tabel 4.3 Frekuensi Dominan Terendah dan Tertinggi Peking Slendro dan Peking Pelog.

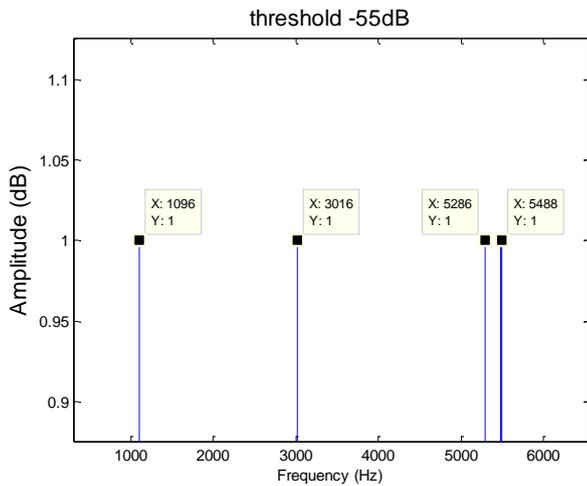
C. Frekuensi Penyusun Peking Slendro dan Pelog

Setiap bilah pada masing – masing peking tidak hanya memiliki frekuensi dominannya saja, tetapi juga memiliki frekuensi penyusun yang besarnya berbeda – beda. Gambar di bawah ini menampilkan data suara peking pelog instrumen ketiga pada bilah pertama yang berada dalam domain desible. Untuk mengetahui berapa saja besarnya frekuensi penyusun, maka dilakukan penetapan *threshold* pada masing – masing bilah yaitu sebesar – 55db .Setelah dilakukan pembatasan pada -55db, maka frekuensi yang akan muncul yaitu frekuensi yang lolos dari *threshold* tersebut.



Gambar 4.5 Data Suara Dalam Domain Desible

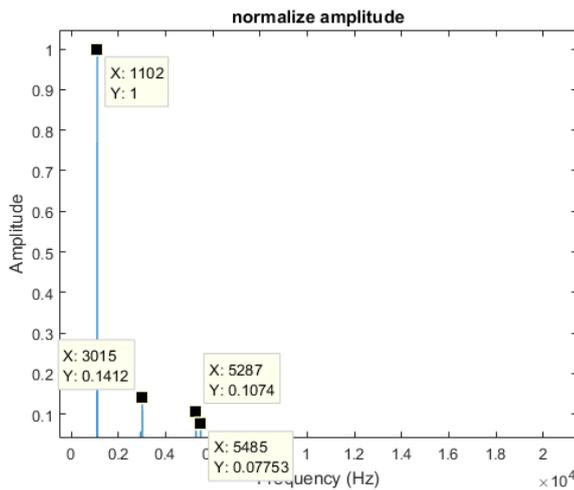
Tujuan dari *threshold* tersebut adalah untuk membatasi frekuensi yang akan diloloskan agar semua frekuensi yang diloloskan memiliki standar. Dari gambar 4.5 diatas, frekuensi yang diloloskan yaitu dari 0 hingga – 55 dB. Di bawah batas tersebut maka frekuensi yang masuk tidak dapat terdeteksi. Di bawah ini adalah gambar 4.6 yang merupakan frekuensi yang sudah dilakukan *threshold* dan telah dilakukan normalisasi amplitude.



Gambar 4.6 Frekuensi Dengan *Threshold* -55dB

Gambar 4.6 diatas menunjukkan frekuensi yang telah dilakukan *threshold* sebesar -55 dB. Dari gambar tersebut dapat dilihat semua frekuensi yang tertampil memiliki amplitude bernilai 1. Nilai 1 tersebut didapat dari algoritma yang telah dibuat yaitu saat terdapat frekuensi yang memiliki amplitude antara 0 hingga - 55 dB maka akan bernilai 1 dan sisanya akan tidak terdeteksi.

Dari gambar 4.6 tersebut memberikan informasi bahwa frekuensi yang tertampil yaitu 1107 Hz, 3014 Hz, 5290 Hz, 5484 Hz, tetapi untuk mengetahui frekuensi yang mana yang memiliki amplitude yang terendah hingga tertinggi dan frekuensi yang mana merupakan frekuensi dominan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.6 Frekuensi Dengan *Normalize Amplitude*

Dari gambar 4.7 tersebut frekuensi 1102 Hz memiliki amplitude sebesar 1, yang dapat diartikan bahwa frekuensi 1102 merupakan frekuensi dominan dan frekuensi 3015 Hz, 5287 Hz, 5485 Hz merupakan frekuensi penyusunnya karena memiliki amplitude kurang dari 1.

Tabel 4.4 Frekuensi Penyusun Peking Slendro dan Pelog Instrumen 1

Instrumen 1	
-------------	--

slendro 1		Normalize amplitude	pelog 1		Normalize amplitude
Bilah	Frekuensi		Bilah	Frekuensi	
1	1083 Hz	0 dB	1	1151 Hz	0 dB
	2911 Hz	-20.175 dB		2951 Hz	-5.021 dB
				3212 Hz	-20.087 dB
2	1250 Hz	0 dB	2	1244 Hz	0 dB
	3480 Hz	-24.731 dB		3134 Hz	-25.193 dB
3	1432 Hz	0 dB	3	1333 Hz	0 dB
	4067 Hz	-24.293 dB		3524 Hz	-4.761 dB
5	1664 Hz	0 dB	4	1573 Hz	0 dB
	4376 Hz	-23.350 dB			
6	1902 Hz	0 dB	5	1687 Hz	0 dB
i	2212 Hz	0 dB	6	1817 Hz	0 dB
	5641 Hz	-23.876 dB		3485 Hz	-22.499 dB
	8913 Hz	-16.306 dB			
			7	1985 Hz	0 dB
				982 Hz	-23.742 dB
				3557 Hz	-23.742 dB

Tabel 4.5 Frekuensi Penyusun Peking Slendro dan Pelog Instrumen 2

Instrumen 2					
slendro 2		Normalize amplitude	pelog 2		Normalize amplitude
Bilah	Frekuensi		Bilah	Frekuensi	
1	1081 Hz	0 dB	1	1178 Hz	0 dB
2	1237 Hz	0 dB	2	1282 Hz	0 dB
3	1432 Hz	0 dB	3	1400 Hz	0 dB
	3540 Hz	-20.355 dB			
5	1641 Hz	0 dB	4	1640 Hz	0 dB
6	1922 Hz	0 dB	5	1778 Hz	0 dB
	160 Hz	-22.615 dB		2692 Hz	-18.711 dB
	3484 Hz	-15.189 dB		3449 Hz	-19.412 dB
				4275 Hz	-21.110 dB
			8872 Hz	-19.828 dB	
i	2156 Hz	0 dB	6	1865 Hz	0 dB
	3657 Hz	-18.711 dB		110 Hz	-16.654 dB
				2389 Hz	-17.393 dB
			7	2118 Hz	0 dB
				78 Hz	-22.734 dB

Tabel 4.6 Frekuensi Penyusun Peking Slendro dan Pelog Instrumen 3

Instrumen 3					
slendro 3		Normalize amplitude	pelog 3		Normalize amplitude
Bilah	Frekuensi		Bilah	Frekuensi	

1	1103 Hz	0 dB	1	1102 Hz	0 dB
				3015 Hz	-17.016 dB
				5287 Hz	-19.412 dB
				5486 Hz	-22.384 dB
2	1276 Hz	0 dB	2	1177 Hz	0 dB
				5509 Hz	-19.494 dB
3	1469 Hz	0 dB	3	1276 Hz	0 dB
5	1686 Hz	0 dB	4	1515 Hz	0 dB
	1470 Hz	-20.819 dB		3991 Hz	-11.150 dB
6	1925 Hz	0 dB	5	1603 Hz	0 dB
				4364 Hz	-20.446 dB
i	2238 Hz	0 dB	6	1714 Hz	0 dB
	161 Hz	-20.537 dB			
	1926 Hz	-17.077 dB			
	3700 Hz	-11.437 dB			
			7	1868 Hz	0 dB
				3368 Hz	-13.073 dB

Tabel 4.2 memberikan informasi bahwa frekuensi penyusun setiap bilah pada masing – masing instrumen peking slendro dan pelog memiliki frekuensi yang tidak jumlahnya tidak sama, ada yang satu bilah hanya terlihat 1 frekuensi yaitu frekuensi dominannya saja dan ada juga yang satu bilah mempunyai lebih dari satu frekuensi penyusun. Frekuensi yang memiliki amplitude 0 dB merupakan frekuensi dominan (f_0) dan yang memiliki nilai kurang dari 0 dB merupakan hasil dari frekuensi yang diloloskan dari threshold sebesar – 55 dB. Perbedaan jumlah frekuensi penyusun tersebut dimungkinkan karena pengaruh dari bahan pembuatan, keras lembutnya pemukulan dan umur dari instrumen tersebut.

D. Rentang Frekuensi Peking Slendro dan Pelog

Berikut adalah tabel frekuensi dominan terendah dan tertinggi pada peking slendro maupun peking pelog yang diambil dari sampel suara 3 buah peking slendro dan 3 buah peking pelog.

Tabel 4.7 Rentang Frekuensi Peking Slendro dan Peking Pelog

Slendro			
bilah	max	min	selisih
1	1103 Hz	1082 Hz	21 Hz
2	1267 Hz	1237 Hz	30 Hz
3	1469 Hz	1432 Hz	37 Hz

5	1686 Hz	1642 Hz	44 Hz
6	1925 Hz	1902 Hz	23 Hz
i	2238 Hz	2155 Hz	83 Hz
Rata - Rata Selisih Frekuensi			40 Hz

Tabel 4.8 Rentang Frekuensi Peking Slendro dan Peking Pelog

Pelog			
bilah	max	min	selisih
1	1178 Hz	1102 Hz	76 Hz
2	1282 Hz	1177 Hz	105 Hz
3	1400 Hz	1276 Hz	124 Hz
4	1640 Hz	1515 Hz	125 Hz
5	1778 Hz	1603 Hz	175 Hz
6	1865 Hz	1714 Hz	151 Hz
7	2118 Hz	1868 Hz	250 Hz
Rata - Rata Selisih Frekuensi			144 Hz

Tabel 4.3 memberikan informasi bahwa frekuensi dominan peking slendro memiliki frekuensi yang mirip dengan instrumen peking slendro yang lain. Karena dilihat dari data frekuensi peking slendro 1, 2 dan 3 yang memiliki selisih frekuensi yang tidak terlalu jauh yakni antara 21 Hz – 83 Hz. Pada instrumen pelog, memiliki selisih frekuensi yang besar dibanding frekuensi peking slendro yakni antara 76 Hz- 250 Hz. Frekuensi peking slendro lebih tinggi dibanding frekuensi peking pelog. Dari data tabel tersebut, Peking slendro memiliki frekuensi paling tinggi dibanding peking pelog pada bilah tertingginya yakni 2238 Hz, sedangkan pelog pada bilah tertingginya 2118 Hz. Sedangkan untuk frekuensi terendah pada peking slendro adalah 1082 Hz dan pada peking pelog 1102 Hz. Untuk rata – rata selisih frekuensi pada setiap bilah peking slendro yaitu 40 Hz dan pada peking pelog sebesar 144 Hz. Dari hasil rata – rata selisih frekuensi tersebut menguatkan bahwa peking slendro memiliki frekuensi yang dapat dikatakan lebih konsisten dibandingkan peking pelog.

E. Selisih Frekuensi Dominan Setiap Bilah Peking Slendro dan Peking Pelog

Untuk mempermudah analisa karakteristik anatara peking slendro dan peking pelog maka dilakukan perhitungan selisih frekuensi pada masing-masing interval antara bilah peking slendro dan peking pelog. Berikut adalah tabel selisih frekuensi antar bilah pada peking slendro dan peking pelog.

Tabel 4.9 Selisih Frekuensi Antar Bilah Pada Peking Slendro

bilah	slendro 1		slendro 2		slendro3	
	frek.	cent	frek.	cent	frek	cent
1 ke 2	167 Hz	248	155 Hz	232	164 Hz	240

2 ke 3	182 Hz	235	195 Hz	253	202 Hz	256
3 ke 5	232 Hz	260	210 Hz	237	217 Hz	239
5 ke 6	238 Hz	231	280 Hz	273	239 Hz	230
6 ke i	310 Hz	261	233 Hz	198	313 Hz	261
rata-rata	225,80 Hz		214,60 Hz		227,00 Hz	

Selisch 4.10 Frekuensi Antar Bilah dan Peking Pelog

bilah	pelog1		pelog2		pelog3	
	frek.	cent	frek	cent	frek	cent
1 ke 2	93 Hz	135	104 Hz	146	75 Hz	114
2 ke 3	89 Hz	120	118 Hz	152	99 Hz	140
3 ke 4	240 Hz	287	240 Hz	274	239 Hz	297
4 ke 5	114 Hz	121	138 Hz	140	88 Hz	98
5 ke 6	130 Hz	129	87 Hz	83	111 Hz	116
6 ke 7	168 Hz	153	253 Hz	220	154 Hz	149
rata-rata	133,20 Hz		137,40 Hz		122,40 Hz	

Jarak interval pada peking pelog dapat dikatakan lebih rapat dibanding peking slendro karena pembagian nada pada peking pelog lebih banyak, yaitu ada 7 tangga nada dan pada peking slendro ada 6 tangga nada. Jika dilihat dari tabel frekuensi maksimal dan minimal peking slendro dan pelog, yang memiliki frekuensi tertinggi adalah peking slendro dengan 6 tangga nada dan memiliki frekuensi antara 1082 Hz hingga 2238 Hz, sedangkan peking pelog dengan pembagian 7 tangga nada memiliki frekuensi antara 1102 Hz hingga 2118 Hz. Dapat disimpulkan bahwa penyebab rapat dan renggangnya interval antar bilah yakni dari jumlah tangga nada pada peking slendro lebih sedikit dibanding peking pelog serta range frekuensi yang lebih jauh pada peking slendro dibandingkan peking pelog.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Dr. Jaap Kunst bahwa interval nada pada scale slendro sama dengan 240 cent. Dilihat dari hasil penelitian Dr. Jaap Kunst tersebut dapat dibandingkan dengan hasil pada tabel 4.4 bahwa rata – rata frekuensi dengan satuan cent sekitar 240 cent.

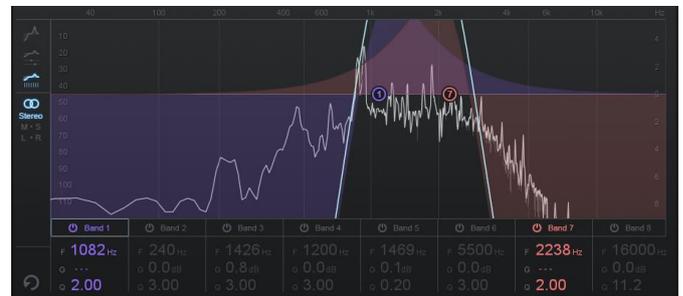
Jika dilihat dengan satuan cent, dapat dibuktikan bahwa peking slendro memiliki interval yang cenderung konsisten dibandingkan peking pelog, karena peking slendro memiliki interval sekitar 240 cent dan peking pelog tidak beraturan.

F. Pengujian Range Frekuensi Peking Slendro dan Pelog yang Terdapat pada Gamelan

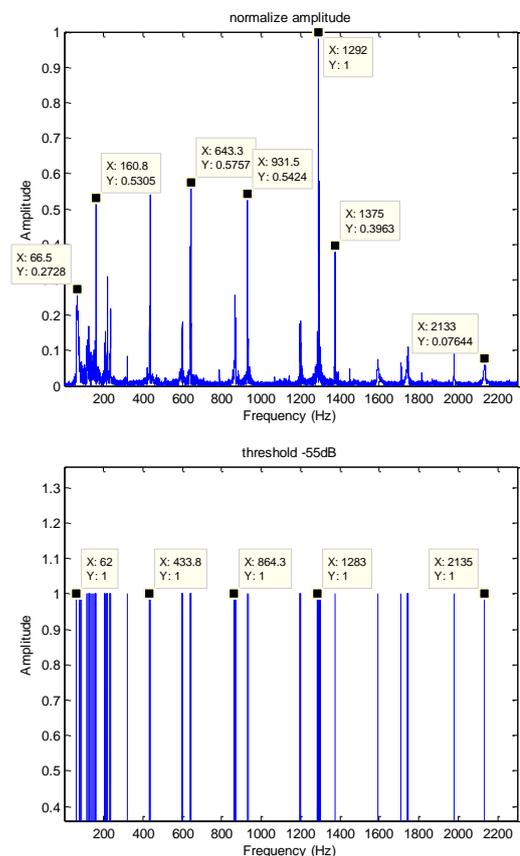
Pada tahap ini, dilakukan pengujian untuk membuktikan bahwa saat gamelan dimainkan terdapat instrumen peking yang dimainkan atau tidak dalam sampel suara yang diuji. Sampel suara berasal dari rekaman suara seperangkat gamelan yang sedang dimainkan. Dengan mengetahui range frekuensi

kerja peking secara general, dapat mempermudah dalam pembuktian bahwa terdapat instrumen peking yang dimainkan dalam permainan instrumen gamelan tersebut. Dari database yang telah dibuat, diketahui bahwa range frekuensi instrumen peking yaitu antara 1082 Hz hingga 2238 Hz. Untuk membuktikan bahwa adanya instrumen peking yang dimainkan maka perlu dilakukan pemfilteran antara 1082 Hz hingga 2238 Hz.

Gambar 4.8 merupakan hasil pemfilteran data sample suara gamelan yang dimainkan dengan menggunakan aplikasi Studio One dan

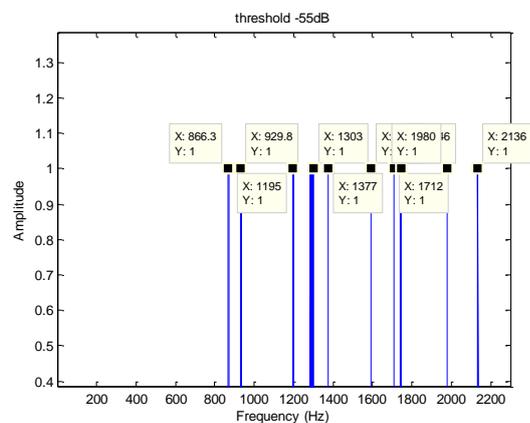
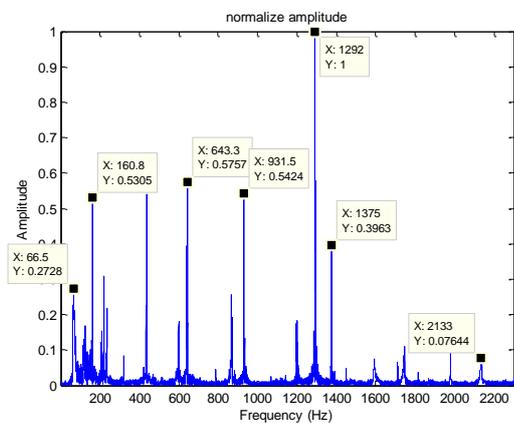


Gambar 4.7 Sampel suara yang difilter pada 1082 Hz – 2238 Hz



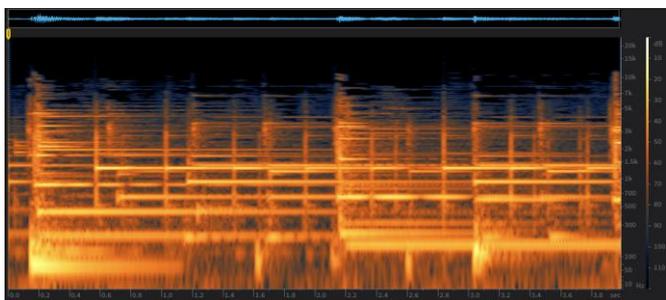
Gambar 4.8 Frekuensi yang tertampil pada MATLAB yang belum dilakukan filter

Dari gambar 4.9, diketahui bahwa frekuensi yang belum dilakukan proses filter tertampil antara 61 Hz – 2132 Hz dan dari gambar tersebut terlihat pada frekuensi 1292 Hz memiliki amplitude yang paling tinggi.



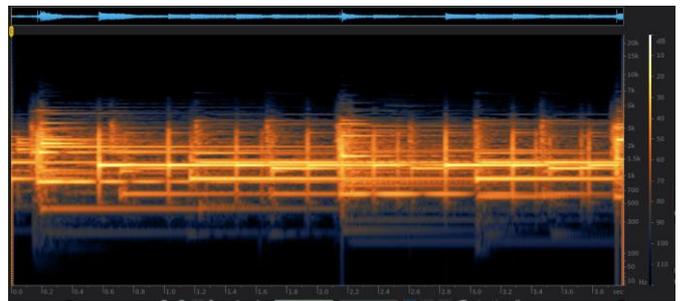
Gambar 4.9 Frekuensi yang tertampil pada MATLAB yang sudah dilakukan filter

Dari gambar 4.10 tersebut dapat diambil informasi bahwa frekuensi yang tertampil setelah dilakukan filter yaitu 872.8 Hz – 2136 Hz. Terdapat 10 frekuensi yang muncul setelah dilakukan threshold -55 dB diantaranya 872 Hz, 929.8 Hz, 1202 Hz, 1296 Hz, 1377 Hz, 1594 Hz, 1712 Hz, 1746 Hz, 1980 Hz, 2136 Hz.



Gambar 4.10 spectrogram data suara yang belum dilakukan filter

Pada gambar spectrogram 4.11 terlihat bahwa masih adanya frekuensi rendah yang ditandai dengan warna oranye terang dan terdapat pada bagian bawah spectrogram, jika dilihat dari frekuensinya terlihat bahwa frekuensi yang tertampil dimulai pada frekuensi sekitar 60 Hz.



Gambar 4.11 spectrogram data suara yang belum dilakukan filter

Untuk gambar 4.12 bila dibandingkan dengan gambar 4.11 terlihat perbedaan yang signifikan antara data yang telah difilter dan yang belum difilter, perbedaannya yaitu pada warna oranye muda yang terdapat pada spectrogram dimulai pada frekuensi sekitar 800 Hz.

Jika dilihat dari range frekuensi peking 1082 Hz – 2238 Hz, bahwa kemungkinan terdapat instrumen peking yang sedang dimainkan dimana pada frekuensi sampel suara yang diuji masih terdapat dalam range frekuensi peking yaitu dari 1202 Hz – 2136 Hz. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa database yang telah dibuat dapat digunakan sebagai sarana pembeda frekuensi instrumen peking dengan instrumen yang lain.

V. KESIMPULAN

Dari Penelitian tentang identifikasi karakteristik frekuensi instrumen peking pada gamelan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Secara umum terdapat dua jenis peking yang ada di Yogyakarta, yaitu peking slendro dan pelog. Peking slendro memiliki range frekuensi antara 1082 Hz – 2238 Hz dan peking pelog memiliki range frekuensi antara 1102 Hz – 2118 Hz.
2. Frekuensi dominan Peking Slendro yang ada di Yogyakarta yaitu pada bilah 1, 1082 – 1103 Hz, bilah 2, 1237 – 1267 Hz, bilah 3, 1432 – 1469 Hz, bilah 5, 1642 – 1686 Hz, bilah 6, 1902 – 1925 Hz, bilah i, 2155 – 2238 Hz. Sedangkan untuk Peking Pelog yaitu pada bilah 1, 1102 – 1178 Hz, bilah 2, 1177 – 1282 Hz, bilah 3, 1276 – 1400 Hz, bilah 4, 1515 – 1640 Hz, bilah 5, 1603 – 1778 Hz, bilah 6, 1714 – 1865 Hz, bilah 7, 1868 – 2118 Hz.
3. Hasil pengujian menunjukkan adanya variasi frekuensi penyusun pada setiap bilah pada instrumen peking dengan jumlah frekuensi penyusun satu sampai dengan lima variasi frekuensi pada setiap bilangannya dengan interval yang tidak dapat dirumuskan.
4. Interval pada nada slendro mempunyai rata – rata sekitar 240 cent dan sesuai dengan yang diteliti oleh Dr. Jaap Kunts dan untuk nada pelog memiliki interval nada yang berbeda pada setiap nadanya.
5. Database yang telah dibuat dapat digunakan sebagai pembeda instrument peking dengan intrumen yang lain dengan melihat pada kawasan frekuensi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. A. Sethares, *Tuning, timbre, spectrum, scale: Second edition*, 2nd ed. London: Springer-Verlag London, 2005.
- [2] Sumarsam, *Interaksi Budaya dan Perkembangan Musikal di Jawa*, Cet. 1. Pustaka Pelajar, 2003.
- [3] J. Kunts, "Music in Java," pp. 1–5, 1949.
- [4] D. Benson, "Music: A mathematical offering," *Music A Math. Offer.*, no. December, pp. 1–411, 2009.
- [5] "The Use of Cents for Expressing Musical Intervals." [Online]. Available: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Music/cents.html>.
- [6] P. Guillaume, *Music and Acoustics: From Instrument to Computer*. London, United Kingdom: ISTE LTD, 2006.
- [7] Y. K. Suprpto, M. H. Purnomo, and M. Hariadi, "Segmentation of Identical and Simultaneously Played Traditional Music Instruments using Adaptive," *Technology*, vol. 20, no. 3, pp. 88–92, 2009.
- [8] J. W. Cooley and J. W. Tukey, "An Algorithm for Machine Calculation of Complex Fourier Series," *Math. Comput.*, 1965.
- [9] R. L. ; D. M. Allen, *Signal Analysis Time, Frequency, Scale, and Structure*, EBook: Do. New York, NY John Wiley & Sons 2004, 2004.
- [10] J. W. Cooley, P. A. W. Lewis, and P. D. Welch, "The Fast Fourier Transform and its Applications," *IEEE Trans. Educ.*, vol. 12, no. 1, pp. 27–34, 1969.
- [11] D. of E. E. . M. I. M. M. NB Cox Affiliation: University of British Columbia, "Technical considerations in computation of spectral harmonics-to-noise ratios for sustained vowels.," *J. speech Hear. Res.* 1989 Mar; 32(1) 203-18, 1989.