

## POLA RASIO AMPLITUDO KOMPONEN HARMONIK GENDER BARUNG LARAS SLENDRO

Agus Eko Prasetyo, Agus Purwanto, Sumarna  
Laboratorium Getaran dan Gelombang, Fisika FMIPA UNY  
Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rasio amplitudo warna suara wilah *gender barung* sehingga diperoleh kualitas suara wilah *gender barung* yang paling baik dan pola rasio amplitudo komponen harmonik *gender barung laras slendro*. Pola rasio amplitudo komponen harmonik yang akan ditentukan meliputi pola tiap-tiap wilah *gender barung* dan pola dalam satu set *gender barung*.

Data diperoleh dengan merekam suara wilah *gender barung* dengan program Sound Forge dan dianalisis dengan fasilitas FFT yang ada dalam program tersebut, sehingga diperoleh komponen warna suara penyusun bunyi wilah *gender barung* (frekuensi fundamental atau *prominent frequency*, frekuensi harmonik, dan amplitudo). Komponen warna suara direkonstruksi dengan perangkat elektronika dan *dilaras* dengan cara mengubah-ubah amplitudo frekuensinya. Sedangkan pola rasio amplitudo komponen harmonik suara *gender barung laras slendro* ditentukan dengan membuat grafik hubungan antara frekuensi dan rasio amplitudo untuk tiap-tiap wilah *gender barung*.

Hasil penelitian menunjukkan pelarasan warna suara tidak dapat menentukan rasio amplitudo warna suara yang menyatakan kualitas suara yang paling baik, tetapi bisa menentukan rasio amplitudo maksimal suara masih terdengar baik. Tidak ada batasan rasio amplitudo warna suara minimal, tetapi frekuensi-frekuensi harmonik penyusun suara tidak bisa dihilangkan maupun ditambah. Rasio amplitudo komponen harmonik tiap-tiap wilah *gender barung* mempunyai pola  $A = A_0 e^{c/f}$  dan konstanta penurunan rasio amplitudo dalam satu set *gender barung* memiliki pola  $c = c_1 e^{C^*n}$ .

**Kata kunci** : warna suara, rasio amplitudo, *gender barung*.

## PENDAHULUAN

*Gamelan* merupakan salah satu alat musik tradisional yang berasal dari Indonesia, khususnya dari pulau Jawa. *Gamelan* mempunyai keunikan dalam hal nada (*laras*) dan proses pembuatannya. Terdapat dua nada (*laras*) *gamelan* yaitu *laras slendro* yang bernada lima dan *laras pelog* bernada tujuh. Pembuatan *gamelan* meliputi beberapa proses yaitu pembentukan logam menjadi wilah dengan cara penempaan, penyepuhan, dan *pelarasan*. Hal yang sulit dalam pembuatan *gamelan* adalah *pelarasan*, karena belum ada acuan yang baku dalam *pelarasan gamelan*. Biasanya para ahli *laras gamelan* menggunakan kepekaan telinga dan perasaan dalam *melaras gamelan*. Tidak semua orang bisa *melaras gamelan*, bahkan orang yang mempunyai *gamelan* atau yang pandai memainkan *gamelan* belum tentu bisa *melaras gamelan*. Tapi sangat disayangkan dari keunikan tersebut sangat sedikit masyarakat Indonesia tertarik untuk memainkan *gamelan* atau bahkan mengkaji *gamelan* secara ilmiah.

*Gamelan* mendapatkan perhatian serius para ahli kebudayaan dari luar negeri. Pengkajian secara ilmiah tentang *gamelan* dirintis pertama kali oleh seorang fisiologis dari Inggris A.J. Ellis pada tahun 1884 mengenai *swantara* atau selang suara. Kemudian pada tahun 1933 dilanjutkan oleh Dr. Jaap Kunst dengan mengukur frekuensi wilah *gamelan* dalam satu oktaf dan kebanyakan dari *saron demung* (Wasisto Surjodiningrat et.al, 1969: 13-16). Di Indonesia penelitian *gamelan* pertama kali dilakukan pada tahun 1969 oleh Wasisto Surjodiningrat et. all dalam karyanya "Penjelidikan dalam pengukuran nada *gamelan-gamelan Djawa terkemuka di Jogjakarta dan Surakarta*" yang menyelidiki tentang frekuensi getar *gamelan laras slendro* maupun *laras pelog*

pada berbagai *gamelan* terkemuka di wilayah Yogyakarta dan Surakarta. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Ary Nugraha W. tentang “*Analisis Frekuensi Gender Barung dan Saron Demung Laras Slendro*” juga dengan menentukan frekuensi getar wilahnya dan diperoleh rumusan pola dasar  $f_n = f \times 2^{n/5}$  yang berlaku untuk *gender barung* dan *saron demung*, dengan  $f_n$

adalah frekuensi yang ingin ditentukan,  $f$  adalah *prominent frequency*, dan  $n$  adalah urutan *wilah* dari kecil hingga yang paling besar dari 0,1,2,3,4 dalam satu oktaf dan 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12, dan 13 untuk seluruh oktaf.

Penelitian tentang *gamelan* yang dilakukan oleh Wasisto Surjodiningrat et. all maupun Ary Nugraha W. hanya berpusat pada frekuensi getar tiap-tiap *wilah gamelan*. Namun penelitian yang dilakukan oleh Ary Nugraha W. menggunakan peralatan yang lebih teliti dan akurat dari pada yang dilakukan oleh Wasisto Surjodiningrat et. all. Hasil penelitian yang dilakukan Ary Nugraha W. dengan merekam suara *gender barung laras slendro* dengan menggunakan program Sound Forge 6.0 memperlihatkan adanya komponen warna suara (*prominent frequency* dan frekuensi harmonik beserta amplitudonya) setiap suara *wilah gender*. Komponen penyusun suara *wilah gender barung* tidak hanya terdiri dari satu frekuensi saja, tetapi tersusun dari beberapa frekuensi harmonik dengan rasio amplitudo tertentu. Cacah harmonik dan besar rasio amplitudo komponen warna suara akan mempengaruhi kualitas dari suara tersebut. Maka dalam pelarasan *gamelan* tidak cukup hanya berpusat pada *prominent frequency* saja, melainkan juga pada frekuensi harmoniknya.

Oleh karena itu, penelitian ini berusaha untuk menentukan berapa besar rasio amplitudo komponen warna suara, sehingga diperoleh suara dengan kualitas baik dan enak didengarkan dari *wilah-wilah gender barung*. Dengan menggunakan beberapa AFG sebagai pembangkit frekuensi harmonik dan sebuah *audio mixer* kita merekonstruksi suara *gender* sehingga memudahkan dalam mengatur amplitudo frekuensi tiap-tiap *channel* masukan frekuensi dari AFG. Penelitian ini melibatkan langsung seorang *pelaras* untuk menentukan apakah suara *gender* tersebut terdengar baik.

## KAJIAN TEORI

### A. Gamelan

*Gamelan* adalah sebuah pernyataan musikal berupa kumpulan alat-alat musik (bunyi-bunyian) tradisional dalam jumlah besar yang terdapat terutama di pulau Jawa. *Gamelan* yang lengkap mempunyai kira-kira 75 alat dan dapat dimainkan oleh 30 orang *niyaga* (penabuh). Semua alat tersebut dimainkan bersama-sama atau sebagian saja dengan cara yang sesuai, sehingga merupakan konser atau kumpulan suara yang teratur menurut tempo dan irama tertentu yang biasa disebut *gending*, sedangkan apabila dibunyikan tidak untuk mengiringi suatu *tembang* atau nyanyian manusia, maka *gendingnya* disebut *soran* (Bambang Y, 1984:15). Satu *gamelan* lengkap terdiri dari:

- <i>rebab</i>	- <i>gender-bonang</i>	- <i>gambang</i>
- <i>saron</i>	- <i>gong</i>	- <i>kenong-kempul</i>
- <i>siter</i>	- <i>kendhang-seruling</i>	- <i>demung</i>
- <i>peking</i>	- <i>kemong atau engkuk</i>	

Terdapat dua *laras* utama dalam *gamelan* jawa yaitu *laras slendro* dan *laras pelog*. *Laras slendro* mempunyai lima nada yaitu *barang* (1), *gulu* (2), *dada* (3), *lima* (5), dan *nem* (6), sedang *laras pelog* bernada tujuh yaitu *barang alit* (7=1), *gulu* (2), *dada* (3), *pelog* (4), *lima* (5), *nem* (6) dan *barang* (7).

Berdasarkan fungsinya *gamelan* dikelompokkan menjadi empat yaitu sebagai pemain irama, pembawa lagu pokok, penghias lagu pokok, dan penghias irama. Kelompok pertama *gamelan* yang berfungsi sebagai pemain irama adalah *gong*, *kenong*, *kempul*, dan *kemong*. Kelompok kedua *gamelan* yang berfungsi sebagai pembawa lagu pokok adalah *saron barung*, *saron demung*, *slenthem*, dan *bonang panembung*. Kelompok ketiga *gamelan* yang berfungsi sebagai penghias lagu pokok adalah *saron penerus* atau *peking*, *gender barung*, *bonang barung*, *gender penerus*, *bonang penerus*, dan *gambang*. Sedangkan kelompok keempat *gamelan* yang berfungsi sebagai penghias irama adalah *kendhang besar* dan *ketipung* (Bambang Y, 1984: 16-17).

Menurut bahan pembuatnya *gamelan* dibedakan menjadi dua yaitu alat-alat dari logam (besi, kuningan, perunggu, *gangsra*, dan *swasa*) dan alat-alat terbuat bukan dari logam (kayu). Yang termasuk *gamelan* terbuat dari logam seperti *gong*, *bonang*, *saron*, *slenthem*, *kehtuk*, *kenong*, *kempyang*, serta *gender*, sedangkan *kendhang*, *seruling*, *rebab*, *gambang*, *siter*, serta *ketipung* termasuk dalam *gamelan* terbuat bukan dari logam.

## B. Gender

*Gender* adalah nama salah satu alat musik pukul pada *gamelan* Jawa yang terdiri atas empat belas sampai lima belas *wilah*, terbuat dari bahan logam. *Wilah* merupakan suatu lempengan yang berfungsi sebagai penghasil getaran atau bunyi. *Wilah-wilah* tersebut digantung berjejer secara urut dengan seutas tali dan di bawahnya disusun berjejer pula beberapa *bumbung* (dari bambu atau seng) sebagai wadah gema.

*Wilah-wilah* dan *bumbung-bumbung* resonator pada *gender* memiliki ukuran yang tidak sama besar. Makin kecil ukuran *wilah*, makin tinggi nada yang dihasilkan, sebaliknya makin besar ukuran *wilah*, makin rendah nadanya. Sedangkan cara penyusunan *wilahnya* secara berurutan dari yang kecil di ujung sebelah kanan hingga yang paling besar di ujung sebelah kiri. Begitu juga *bumbung* resonator, ukurannya sesuai dengan *wilah* di atasnya; makin besar *wilah*, kedalaman *bumbung* dan diameter *bumbung* makin besar pula.

*Gender* dalam komposisi *gamelan* Jawa termasuk dalam kelompok *gamelan* yang berfungsi sebagai penghias lagu pokok. Namun dalam pagelaran wayang kulit *gender* mempunyai tugas utama yaitu mengiringi *suluk* dalang (Bambang Y, 1984: 104).

## C. Warna Suara

Warna suara atau sering disebut *timbre* menunjukkan kualitas suara dari suatu sumber suara atau instrumen musik (Nugraha, 2008: 132). Setiap instrumen musik mempunyai warna suara yang berbeda-beda meskipun nadanya sama. Misalnya nada A pada gitar, piano, dan harpa mempunyai frekuensi fundamental 440 Hz, tetapi jika dibunyikan menghasilkan suara yang berbeda. Tidak ada ukuran untuk menyatakan warna suara, apakah suara itu enak didengar dan dirasakan atau tidak. Persepsi ini tergantung dari perasaan orang yang mendengarnya.

Warna suara merupakan ciri khas suatu sumber bunyi yang ditentukan oleh komponen-komponen penyusun sinyal suara atau bunyi. Komponen penyusun sinyal suara meliputi : frekuensi, amplitudo, jumlah harmonik, dan fase tiap-tiap frekuensi. Namun demikian pengaruh fase terhadap warna suara sulit dideteksi oleh telinga manusia (Rendra, 2007: 32, 40).

## D. Program Sound Forge 6.0

Program Sound Forge 6.0 adalah salah satu program komputer yang dapat digunakan untuk merekam dan menganalisis gelombang bunyi. Adapun ketentuan yang perlu dilakukan sebelum melakukan perekaman adalah menentukan *sample rate* dan *channel*, sedangkan untuk melakukan analisis data perlu menentukan *FFT size*, *FFT Overlap*, serta *Smoothing Window*. Pilihan ketentuan di atas yang telah tersedia adalah:

- *Sample rate* : 2000-192.000 Hz.
- *Channels* : *mono or stereo*.
- *FFT Size* : 128-65.536.
- *FFT Overlap* : 0-99%.
- *Smoothing Window* : *Blackman, Blackman-Harris, Hamming, Hanning, rectangle, triangular*.

Program Sound Forge 6.0 memiliki salah satu fasilitas yang digunakan untuk mengubah bentuk gelombang dari domain waktu menjadi domain frekuensi yaitu *Fast Fourier Transform (FFT) analysis*. Dengan fasilitas ini dapat dilihat spektrum sinyalnya. Dari spektrum ini dapat diperoleh nilai frekuensi fundamental atau *prominent frequency*, frekuensi harmonik, jumlah harmonik, dan amplitudo dalam dB. Nilai amplitudo dalam dB dapat dikonversikan menjadi amplitudo relatif terhadap *bit-rate* dengan menggunakan persamaan berikut ini,

$$dB = 20 \log \frac{\text{Amplitudo}}{2^{n_{bit}-1}}, \text{ atau}$$

$$\text{Amplitudo} = 2^{n_{bit}-1} \times 10^{\frac{dB}{20}}, \quad (2.7)$$

di mana  $n_{bit}$  adalah *bit-rate* yang digunakan ADC dalam perekaman.

Sehingga perbandingan nilai-nilai amplitudo atau rasio amplitudo dapat ditulis secara matematis sebagai berikut,

$$A_1 : A_2 : A_3 : \dots : A_n = 1 : 10^{\left(\frac{dB_2 - dB_1}{20}\right)} : 10^{\left(\frac{dB_3 - dB_1}{20}\right)} : \dots : 10^{\left(\frac{dB_n - dB_1}{20}\right)}, \quad (2.8)$$

di mana nilai  $n$  adalah harmonik ke- $n$ .

## E. Mixer Audio

Suatu pertunjukan musik sangatlah tidak efisien jika kita menggunakan masing-masing *amplifier* untuk menguatkan setiap bagian baik suara vokal penyanyi dan alat musik yang dimainkan oleh *band* pengiringnya. Untuk mengatasi hal ini diperlukan suatu perangkat elektronik sebagai titik pengumpul dari beberapa masukan yaitu *mixer audio*. Dalam *mixer audio* besarnya level suara yang masuk diatur sehingga keseimbangan level bunyi baik dari vokal maupun musik akan dapat dicapai sebelum dikuatkan oleh *amplifier*.

*Mixer audio* adalah suatu alat yang berfungsi memadukan (*mixing*), pengaturan jalur (*routing*) dan mengubah level, serta harmonisasi dinamis dari sinyal audio. *Mixer audio* menerima berbagai sumber suara misalnya dari *microphone*, alat musik, *CD player*, dan *tape deck*. Dari sini dengan mudah dapat dilakukan pengaturan level masukan dan keluaran mulai dari yang sangat lembut sampai keras. Salah satu syarat terpenting dalam *mixer audio* yang baik adalah mempunyai penguatan masukan dan pengaturan *equalizer* yang baik. Beberapa pilihan pengaturan yang umumnya terdapat pada *mixer audio* adalah sebagai berikut ([http://id.wikipedia.org/wiki/Audio\\_Mixer](http://id.wikipedia.org/wiki/Audio_Mixer)):

### 1. Gain

Biasa disebut juga *input level* atau *trim*. Fungsinya adalah untuk menentukan seberapa sensitif *input* yang kita inginkan diterima oleh *mixer*. Bila sinyal lemah, maka dapat dilakukan penambahan, bila terlalu kuat dapat dikurangi.

### 2. EQ pada channel

Pada setiap channel *mixer audio* selalu terdapat *Equalizer Section*. *Equalizer Section* berfungsi sebagai pengatur *tone* untuk memodifikasi suara yang masuk pada *channel* tersebut. Umumnya *sound engineer* melakukan perubahan suara melalui EQ yang mempunyai tujuan untuk mengubah suara instrumen menjadi suara yang lebih disukai dan untuk mengatasi frekuensi dari *input* yang bermasalah.

### 3. EQ yang fix

Tombol ini digunakan untuk menseting frekuensi masukan yang akan dikuatkan. Frekuensi yang akan di-*set* telah ditetapkan dari pabrik dan pembagiannya mirip dengan pembagian frekuensi pada *crossover*.

### 4. Sweepable EQ

*Sweepable EQ* biasa disebut *Quasi Parametric* atau *Semi Parametric* (bukan *full parametric* karena tanpa pengatur *band width*). Pada EQ yang *full parametric* kita dapat melakukan pengaturan untuk setiap parameternya, apakah itu parameter frekuensi, *band width*, ataupun parameter level.

#### 5. 48v Phantom

Bila diaktifkan tombol 48v phantom berfungsi untuk mengirim 48v DC ke *microphone* sebagai penyuplai tenaga.

#### 6. Reverse

Bila diaktifkan tombol *reverse* berguna untuk membalik phase dari *channel* (positif menjadi negatif).

#### 7. Mic/line

Tombol tekan ini untuk mengubah *sirkuit gain control* tergantung apakah yang menjadi input adalah *mic*, *effect return*, atau *tape deck/CD*.

#### 8. High Pass filter

Tombol ini akan memotong frekuensi rendah dari *input* yaitu dari 80 Hz ke bawah dan dapat diaktifkan bila sumber suara tidak memproduksi suara dengan jangkauan frekuensi serendah itu.

#### 9. EQ In/Out

Merupakan tombol sederhana untuk mengaktifkan dan menon-aktifkan *section EQ* pada *channel*. Juga berguna untuk membandingkan suara yang telah diEQ hanya dengan menekan tombol tersebut bolak-balik.

#### 10. Group Assigns

*Group assigns* adalah yang menentukan kemana signal *channel* akan dikirim, apakah ke *group* atau ke *master L/R*

#### 11. PFL dan SOLO

Tombol *PFL (Pre Fade Listening)* jika diaktifkan akan membantu untuk mendengarkan melalui *headphone*. Juga untuk mengecek penguatan sinyal *channel*.

#### 12. Auxiliary Sends

Tombol ini dapat mengirim sinyal dari suatu *channel pada mixer* ke sistem monitor, atau juga ke berbagai macam *unit effect*, dan mengirim sinyal keluaran *effect* ke *channel* yang berbeda pada *mixer*.

#### 13. Pre Fade

Pada *mixer* besar umumnya terdapat *auxiliary* yang terbagi atas *pre fade* dan atau *post fade*. *Pre fade* yang memiliki *pre EQ* baik dan ideal digunakan untuk mengirim sinyal ke *monitor section*.

#### 14. Post Fade

*Post fade* digunakan untuk mengirim sinyal ke *effect*, atau mengirim sinyal ke *mixer* yang terpisah untuk keperluan *broadcast* (stasiun TV atau radio), dan lain-lain.

#### 15. Auxiliary Master

Setiap *auxiliary* dari *channel* memiliki satu tombol lagi sebagai pengatur level untuk keseluruhannya. Misalnya *aux 1* setiap *channel* memiliki *master aux 1* untuk mengatur seluruh

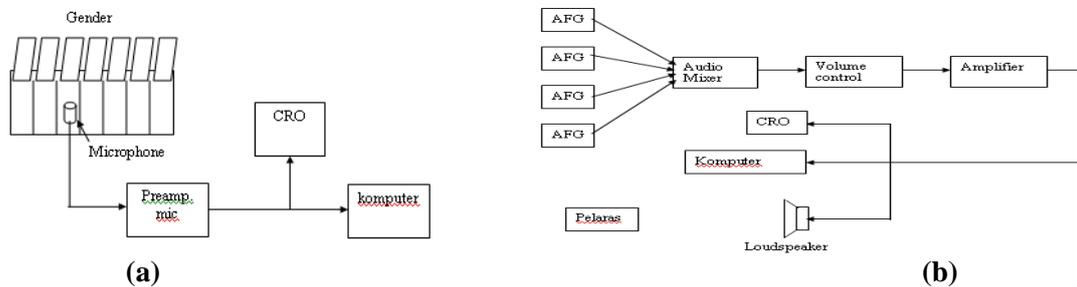
level dari *aux 1* setiap *channel*, begitu juga *auxiliary* lainnya. Hal ini berarti bila *mixer* memiliki 4 *auxiliary out*, maka akan terdapat 4 *auxiliary master*.

### 16. Auxiliary Return

Tombol ini digunakan untuk mengirim sinyal dari *unit effect* ke *mixer* untuk digabungkan dan diseimbangkan secara tepat dengan level dari sinyal aslinya.

## METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini langkah awal dilakukan dengan merekam suara tiap *wilah gender barung* dengan menggunakan program Sound Forge 6.0. Rangkaian perekaman *suara gender barung* seperti pada Gambar 1. Dengan menggunakan fasilitas FFT yang ada dalam program tersebut hasil rekaman dianalisis dan diperoleh komponen warna suara yaitu frekuensi fundamental atau *prominent frequency*, frekuensi harmonik, dan amplitudo. Komponen-komponen warna suara dari hasil rekaman *wilah gender barung* direkonstruksi lagi dengan menggunakan perangkat elektronik (Gambar 2). Dengan bantuan seorang ahli *laras gamelan* komponen warna suara *dilaras* sampai diperoleh kualitas suara *gender* yang baik dengan mengubah amplitudo frekuensi harmoniknya. Setelah diperoleh suara yang baik, suara tersebut direkam dengan program Sound Forge 6.0 dan dianalisis dengan fasilitas FFT yang ada dalam program tersebut untuk memperoleh komponen warna suara hasil rekonstruksi suara *gender*.



Gambar 1. (a)Rangkaian perekaman suara *wilah gender barung*, (b). Rangkaian perekonstruksi warna suara *wilah gender barung*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian ini diperoleh dari perekaman suara *gender barung laras slendro*. Suara dari empat belas *wilah* dalam satu set *gender barung laras slendro* direkam menggunakan program Sound Forge. Rekaman suara tiap-tiap *wilah* dianalisis dan diperoleh komponen penyusun sinyal suara yang meliputi frekuensi harmonik, amplitudo, jumlah harmonik, dan rasio amplitudo. Data hasil perekaman digunakan untuk merekonstruksi suara *gender* dengan perangkat elektronika dan diatur amplitudonya hingga diperoleh suara yang terbaik. Data penyusun sinyal suara, baik dari hasil perekaman dan rekonstruksi digunakan untuk menentukan pola rasio amplitudo harmonik.

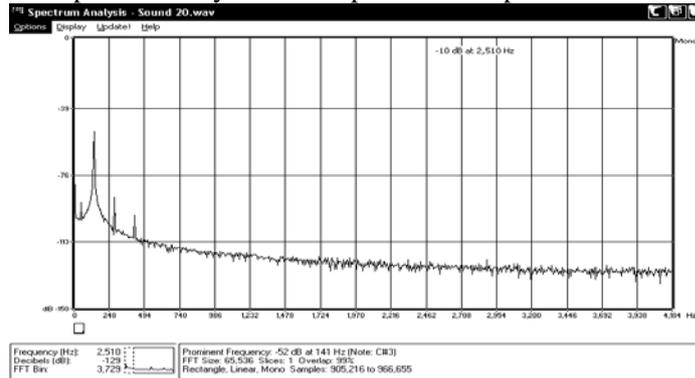
### A. Analisis suara perekaman dan rekonstruksi suara *gender barung laras slendro*.

Hasil rekaman (bentuk sinyal dalam domain waktu) suara *wilah 1 oktaf III gender barung laras slendro* yang diperoleh menggunakan program Sound Forge dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Bentuk gelombang *wilah 1 oktaf III*

Sinyal hasil rekaman di atas dianalisis menggunakan FFT yang terdapat dalam program Sound Forge dan diperoleh spektrum sinyal suara seperti terlihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2. Hasil analisis (FFT) suara *wilah* 1 oktaf III

Spektrum sinyal suara *wilah* 1 oktaf III menunjukkan adanya 3 frekuensi harmonik dengan amplitudo yang berbeda. Nilai masing-masing frekuensi harmonik dan amplitudonya yaitu harmonik pertama (*prominent frequency*) 141 Hz dengan amplitudo -52 dB, harmonik kedua 282 Hz dengan amplitudo -88 dB, dan harmonik ketiga 423 Hz dengan amplitudo -98 dB. Untuk *wilah-wilah* yang lain dengan metode yang sama diperoleh komponen penyusun sinyal suara seperti terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Komponen penyusun sinyal suara *wilah gender barung*

oktaf	wilah	Frekuensi (Hz)	Amplitudo (dB)
II	6	124	-29
		249	-68
		373	-76
		651	-82
III	1	141	-52
		282	-88
		423	-98
	2	150	-27
		178	-24
		357	-64
	3	535	-78
		205	-30
		410	-68
	6	240	-31
		478	-72
	IV	1	275
549			-69
824			-90
2		310	-20
		620	-60
3		354	-23
		533	-63
		709	-66
		1342	-81
		1881	-89
5		413	-22
		825	-66
		2130	-88

V	6	467	-26
		935	-71
		2318	-85
	1	541	-29
		1081	-74
		2434	-77
	2	622	-32
		1243	-84
		2470	-86
3	712	-33	
	1424	-82	
	1949	-78	
	2299	-79	

Frekuensi hasil rekaman *gender barung* di atas digunakan untuk *pelarasan* amplitudo frekuensi harmonik sehingga diperoleh suara *gender barung* yang baik. Rasio amplitudo tiap-tiap frekuensi harmonik dapat dihitung dengan persamaan (2.8). Hasil rasio amplitudo rekaman *gender barung* dan *pelarasan* rekonstruksi suara *gender barung* dapat dilihat pada Tabel 4.2. Nilai rasio amplitudo *pelarasan* rekonstruksi merupakan rasio maksimal suara masih baik atau enak didengar, karena *pelaras* belum bisa menyatakan suara yang paling enak didengar.

Tabel 4.2. Rasio amplitudo warna suara *gender barung* dan warna suara hasil rekonstruksi suara *gender barung*

oktaf	wilah	Frekuensi(Hz)	Rasio amplitudo	
			Rekaman	Rekonstruksi
II	6	124	1	1
		249	$12,6 \times 10^{-3}$	$19,5 \times 10^{-3}$
		373	$4,47 \times 10^{-3}$	$5,62 \times 10^{-3}$
		651	$2,24 \times 10^{-3}$	$2,82 \times 10^{-3}$
III	1	141	1	1
		282	$15,8 \times 10^{-3}$	$17,78 \times 10^{-3}$
		423	$5,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$
	2	150	1	1
		178	1	1
	3	357	$10 \times 10^{-3}$	$6,31 \times 10^{-3}$
		535	$2,0 \times 10^{-3}$	$3,52 \times 10^{-3}$
	5	205	1	1
		410	$12,6 \times 10^{-3}$	$31,62 \times 10^{-3}$
	6	240	1	1
478		$9,9 \times 10^{-3}$	$7,4 \times 10^{-3}$	
IV	1	275	1	1
		549	$12,6 \times 10^{-3}$	$11,22 \times 10^{-3}$
		824	$1,00 \times 10^{-3}$	$1,41 \times 10^{-3}$
	2	310	1	1
		620	$10 \times 10^{-3}$	$25,12 \times 10^{-3}$
	3	354	1	1
		533	$10 \times 10^{-3}$	$28,18 \times 10^{-3}$
		709	$7,08 \times 10^{-3}$	$35,08 \times 10^{-3}$
		1342	$1,26 \times 10^{-3}$	$25,12 \times 10^{-3}$
		1881	$5,0 \times 10^{-4}$	$3,98 \times 10^{-3}$

IV	5	413	1	1
		825	$6,3 \times 10^{-3}$	$10,0 \times 10^{-3}$
		2130	$5,0 \times 10^{-4}$	$5,01 \times 10^{-3}$
	6	467	1	1
		935	$5,6 \times 10^{-3}$	$39,81 \times 10^{-3}$
		2318	$1,12 \times 10^{-3}$	$3,98 \times 10^{-3}$
V	1	541	1	1
		1081	$5,6 \times 10^{-3}$	$15,85 \times 10^{-3}$
		2434	$3,98 \times 10^{-3}$	$4,47 \times 10^{-3}$
	2	622	1	1
		1243	$2,5 \times 10^{-3}$	$10,0 \times 10^{-3}$
		2470	$1,99 \times 10^{-3}$	$2,4 \times 10^{-3}$
	3	712	1	1
		1424	$3,55 \times 10^{-3}$	$19,95 \times 10^{-3}$
		1949	$5,6 \times 10^{-3}$	$2,82 \times 10^{-3}$
		2299	$5,0 \times 10^{-3}$	$8,91 \times 10^{-3}$

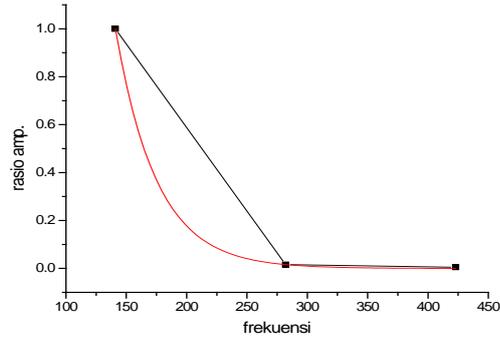
Frekuensi harmonik memiliki pola  $f_n = nf_1$ , dengan  $n$  adalah harmonik ke- $n$  dan  $f_1$  merupakan frekuensi dasar atau yang lebih dikenal dengan frekuensi fundamental. Jika diamati pada tabel untuk setiap *wilah gender barung* baik rekaman dan rekonstruksi, amplitudo frekuensi harmonik cenderung menurun dengan naiknya frekuensi harmonik. Amplitudo hasil pelarasan yang bukan komponen harmonik penyusun suara *gender barung* nilainya lebih kecil dari pada amplitudo frekuensi harmonik yang berada di atasnya. Hal ini terlihat pada frekuensi 533 Hz pada *wilah* 3 oktaf IV dan frekuensi 1949 Hz pada *wilah* 3 oktaf V, karena frekuensi-frekuensi tersebut bukan frekuensi harmoniknya.

Hasil rekaman *gender barung* dan hasil *pelarasan* rekonstruksi suara *gender barung* dengan perangkat elektronika menunjukkan bahwa rasio amplitudo komponen warna suara hasil rekonstruksi dengan perangkat elektronika lebih besar daripada rasio amplitudo komponen warna suara *gender barung*, kecuali pada *wilah* 3 dan *wilah* 6 oktaf III.

Berdasarkan hasil rasio amplitudo warna suara *gender barung* dan rasio amplitudo warna suara hasil rekonstruksi, kecuali *wilah* 3 dan *wilah* 6 oktaf III, dapat dinyatakan bahwa *wilah-wilah gender barung* yang diteliti memiliki kualitas baik karena memiliki rasio amplitudo warna suara *gender barung* lebih kecil daripada rasio amplitudo warna suara rekonstruksi suara *gender barung* dengan perangkat elektronika. Frekuensi yang bukan harmonik dari komponen warna suara *gender barung* seharusnya tidak muncul dalam komponen penyusun warna suara *gender barung*, karena dapat mempengaruhi kualitas suara *gender barung* tersebut.

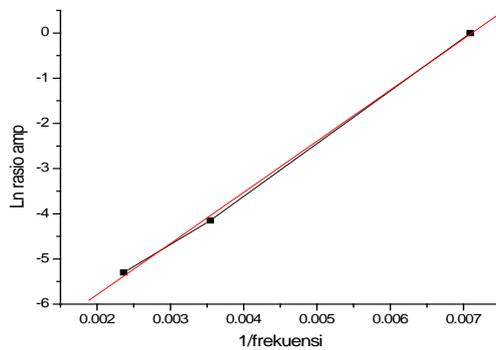
## B. Penentuan pola rasio amplitudo komponen harmonik *gender barung* laras slendro

Rasio amplitudo harmonik tiap-tiap *wilah gender barung* baik hasil rekaman maupun rekonstruksi terlihat menurun dengan menaiknya frekuensi harmonik. Untuk menentukan pola rasio amplitudo harmonik tiap-tiap *wilah gender barung*, maka dibuat grafik hubungan antara frekuensi harmonik dan rasio amplitudo. Grafik antara frekuensi harmonik dan rasio amplitudo pada *gender barung* cenderung berpola eksponensial, seperti terlihat pada Gambar 4.3. Namun pola ini hanya berlaku untuk *wilah gender barung* yang memiliki jumlah harmonik lebih dari dua harmonik. Untuk *wilah* yang memiliki dua harmonik pola tersebut tidak bisa diterapkan.



Gambar 4.3. Grafik hubungan antara frekuensi harmonik dengan rasio amplitudo rekaman *wilah* 1 oktaf III.

Hasil rekaman *gender barung*, seperti yang terlihat pada Tabel 4.1, menunjukkan bahwa *wilah* pada *gender barung* memiliki frekuensi harmonik yang bervariasi dari satu harmonik sampai dengan lima harmonik. Agar pola di atas dapat diterapkan pada semua *wilah gender barung*, maka perlu mengubah nilai-nilai pada sumbu x dan y pada grafik di atas sehingga diperoleh pola grafik yang linier. Untuk mendapatkan pola grafik yang linier, sumbu x nilainya diubah dengan 1/frekuensi dan sumbu y dengan logaritma natural rasio amplitudo, sehingga untuk semua *wilah* diperoleh pola grafik linier seperti terlihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4. Grafik hubungan antara 1/frekuensi harmonik dan logaritma natural rasio amplitudo rekaman *wilah* 1 oktaf III.

Gambar 4.4 di atas adalah grafik hubungan antara 1/frekuensi harmonik dan logaritma natural rasio amplitudo rekaman *wilah* 1 oktaf III. Grafik merupakan garis lurus yang bersesuaian dengan persamaan regresi linier  $y = a + bx$  dengan y dan x bersesuaian dengan logaritma natural amplitudo dan 1/frekuensi. Sedangkan nilai a dan b disebut dengan koefisien perpotongan dan koefisien kemiringan. Dengan menggunakan program Origin dapat diplot regresi linier seperti pada gambar 4.4, sehingga diperoleh nilai a dan b berturut-turut -8,055 dan 1131,918 Hz dengan R sebesar 0,9994. Untuk *wilah gender barung* yang lain dengan metode yang sama, diperoleh nilai a, b, dan R yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

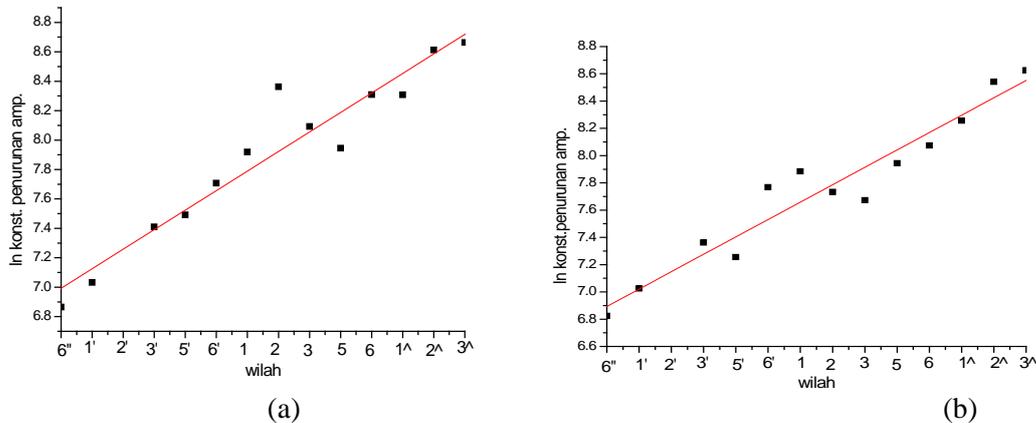
Tabel 4.3. Nilai koefisien a dan b, nilai R pada regresi linier grafik hubungan antara 1/frekuensi harmonik dengan logaritma natural rasio amplitudo *gender barung*.

oktaf	wilah	rekonstruksi			rekaman		
		a	b (Hz)	R	a	b	R
II	6	-7,494	919,50	0,998	-7,874	957,71	0,995
III	1	-7,982	1124,23	0,999	-8,055	1131,92	0,999
	3	-8,972	1574,64	0,989	-9,274	1652,43	0,999
	5	-6,908	1416,13	1	-8,748	1793,36	1
	6	-9,854	2364,91	1	-9,269	2224,61	1

IV	1	-9,590	2655,29	0,998	-9,876	2749,83	0,992
	2	-7,368	2284,14	1	-13,816	4282,81	1
	3	-6,101	2148,82	0,966	-9,312	3269,18	0,998
	5	-7,157	2819,6	0,965	-7,363	2857,54	0,965
	6	-6,812	3208,72	0,999	-8,926	4063,19	0,989
V	1	-7,271	3849,56	0,991	-7,879	4057,53	0,954
	2	-8,352	5118,39	0,995	-9,235	5500,16	0,955
	3	-7,885	5576,47	0,967	-8,452	5788,46	0,949

Persamaan regresi linier untuk semua *wilah gender barung* adalah  $\ln A = \ln A_0 + \frac{c}{f}$  atau  $A = A_0 e^{c/f}$ . Dengan mengacu pada grafik hubungan antara 1/frekuensi harmonik dan ln rasio amplitudo, maka dapat dinyatakan bahwa rasio amplitudo komponen harmonik tiap-tiap *wilah gender barung* mempunyai pola  $A = A_0 e^{c/f}$  dengan  $A$  adalah rasio amplitudo,  $A_0$  adalah rasio amplitudo untuk frekuensi yang sangat besar,  $f$  adalah frekuensi harmonik, dan  $c$  adalah suatu konstanta penurunan rasio amplitudo.

Sedangkan untuk menentukan pola komponen harmonik pada satu set *gender barung*, dibuat grafik hubungan hubungan antara konstanta penurunan rasio amplitudo dari hasil analisis pola rasio amplitudo komponen harmonik tiap-tiap *wilah gender barung* sebagai fungsi dari *wilah* pada satu set *gender barung*. Grafik hubungan antara logaritma natural konstanta penurunan rasio amplitudo sebagai fungsi dari *wilah* pada satu set *gender barung* dari rekaman dan rekonstruksi *gender barung* masing-masing dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.



Gambar 4.5. (a) Grafik hubungan antara logaritma natural konstanta penurunan rasio amplitudo hasil rekaman sebagai fungsi *wilah* satu set *gender barung*. (b) Grafik hubungan antara logaritma natural konstanta penurunan rasio amplitudo rekonstruksi sebagai fungsi *wilah* satu set *gender barung*

Gambar 4.5 dan 4.6 grafik hubungan antara logaritma natural konstanta penurunan rasio amplitudo sebagai fungsi dari *wilah* dari rekaman dan rekonstruksi pada satu set *gender barung* dengan plot regresi linier diperoleh persamaan yaitu  $y = 6.993 + 0.133x$ , dengan  $R = 0.958$  dan  $y = 6.893 + 0.128x$ , dengan  $R = 0.966$  atau dapat ditulis secara umum  $\ln c = \ln c_1 + C^* n$ . Sehingga dari dua persamaan regresi linier dari grafik hubungan antara ln konstanta penurunan rasio amplitudo dan *wilah* dapat disimpulkan bahwa komponen harmonik pada satu set *gender barung* konstanta penurunan rasio amplitudo memiliki pola  $\ln c = \ln c_1 + C^* n$  atau  $c = c_1 e^{C^* n}$ , dengan  $c$  adalah konstanta penurunan rasio amplitudo,  $c_1$  adalah konstanta penurunan rasio amplitudo untuk *wilah* yang paling rendah (*wilah* 6 oktaf II),  $n$  adalah urutan *wilah* dalam satu set *gender barung* ( $n = 0,1,2,\dots,13$ ), dan  $C^*$  adalah suatu konstanta.

Hasil pelarasan rasio amplitudo rekonstruksi suara *gender barung* direkonstruksi lagi dengan menerapkan pola yang telah diperoleh dan memunculkan harmonik yang sudah ada untuk tiap-tiap *wilah gender barung*. Koefesien penurunan rasio amplitudo ( $c$ ) diperoleh dari persamaan  $c = c_1 e^{C^n}$  dan rasio amplitudo ( $A$ ) diperoleh dari persamaan  $A = A_0 e^{c/f}$ . Rasio amplitudo hasil analisis dengan menerapkan pola rasio amplitudo komponen dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil analisis rasio amplitudo harmonik dengan menerapkan pola rasio amplitudo komponen harmonik *gender barung*

oktaf	wilah	frek. harmonik(Hz)	$A_0$	$c$	$A$	
II	6	124	-7,494	984,959	1	
		249	-7,494	984,959	0,0185	
		373	-7,494	984,959	0,0050	
		651	-7,494	984,959	0,0016	
III	1	141	-7,9819	1119,01	1	
		282	-7,9819	1119,01	0,0189	
		423	-7,9819	1119,01	0,0050	
	3	178	-8,9717	1444,329	1	
		357	-8,9717	1444,329	0,0171	
		535	-8,9717	1444,329	0,0045	
	5	205	-6,9079	1640,9	1	
		410	-6,9079	1640,9	0,0183	
	IV	6	240	-9,8538	1864,224	1
			480	-9,8538	1864,224	0,0206
1		275	-9,5896	2117,94	1	
		549	-9,5896	2117,94	0,0214	
		824	-9,5896	2117,94	0,0059	
IV	2	310	-7,3682	2406,19	1	
		620	-7,3682	2406,19	0,0206	
	3	354	-6,1013	2733,67	1	
		709	-6,1013	2733,67	0,0209	
		1063	-6,1013	2733,67	0,0058	
		1881	-6,1013	2733,67	0,0019	
	5	413	-7,1567	3105,72	1	
		825	-7,1567	3105,72	0,0234	
		2130	-7,1567	3105,72	0,0023	
	6	467	-6,8124	3528,4	1	
		935	-6,8124	3528,4	0,0228	
		2318	-6,8124	3528,4	0,0024	
V	1	541	-7,2711	4008,61	1	
		1081	-7,2711	4008,61	0,0247	
		2434	-7,2711	4008,61	0,0031	
	2	622	-8,3521	4554,18	1	
		1243	-8,3521	4554,18	0,0258	
		2470	-8,3521	4554,18	0,0042	
	3	712	-7,8853	5173,99	1	
		1424	-7,8853	5173,99	0,0264	
		1949	-7,8853	5173,99	0,0099	
		2299	-7,8853	5173,99	0,0066	

Untuk membuktikan bahwa kedua pola di atas bisa diterapkan, maka suara rekonstruksi dari hasil analisis penerapan pola rasio amplitudo pada Tabel 4.4 dibandingkan dengan suara *gender barung* yang asli. Rekonstruksi dari hasil analisis penerapan pola rasio amplitudo memiliki suara yang sama dengan suara *gender barung* aslinya. Apabila cacah komponen harmonik ditambah maka akan menaikkan nadanya meskipun frekuensi fundamentalnya sama. Dari hasil membandingkan suara *gender barung* asli dan suara rekonstruksi dari hasil analisis penerapan pola rasio amplitudo dapat disimpulkan bahwa kedua pola di atas yaitu pola rasio amplitudo komponen harmonik tiap-tiap wilah *gender barung* dan pola penurunan konstanta rasio amplitudo untuk satu set *gender barung* dapat diterapkan pada *gamelan gender barung laras slendro*. Penambahan jumlah komponen harmonik sangat mempengaruhi kualitas dari suara *gender barung*.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam *pelarasan* warna suara, belum ditemukan rasio amplitudo warna suara yang menghasilkan kualitas suara yang paling baik, tetapi hanya bisa dinyatakan rasio amplitudo maksimal suara masih terdengar baik.
2. Dari analisis suara *gender barung*, rasio amplitudo komponen harmonik tiap-tiap wilah *gender barung* mempunyai pola  $\ln A = \ln A_0 + c/f$  atau  $A = A_0 e^{c/f}$  dengan  $A$  adalah rasio amplitudo,  $f$  adalah frekuensi harmonik, dan  $c$  adalah suatu konstanta penurunan rasio amplitudo. Sedangkan konstanta penurunan rasio amplitudo pada satu set *gender barung* memiliki pola  $\ln c = \ln c_1 + C^*n$  atau  $c = c_1 e^{C^*n}$ , dengan  $c$  adalah konstanta penurunan rasio amplitudo,  $c_1$  adalah konstanta penurunan rasio amplitudo untuk wilah yang paling rendah (wilah 6 oktaf II),  $n$  adalah urutan wilah dalam satu set *gender barung* ( $n = 0,1,2,\dots,13$ ), dan  $C^*$  adalah suatu konstanta .
3. Kualitas suara yang baik sangat ditentukan oleh komponen-komponen warna suara. Meskipun tidak ada batasan rasio amplitudo warna suara minimal, frekuensi-frekuensi harmonik penyusun suara tidak bisa dihilangkan maupun ditambah.

## DAFTAR PUTAKA

- Surjodiningrat, Wasisto. Sudarjana, P.J. dan Susanto Adhi. 1969. "Penjelidikan dalam pengukuran nada gamelan-gamelan Djawa terkemuka di Jogjakarta dan Surakarta". Jogjakarta: Laboratorium Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada.
- Nugraha, A. 2008. "Analisis Frekuensi Gender Barung dan Saron Demung Laras slendro". Skripsi. Yogyakarta, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rendra, E. 2007. "Analisis dan Sintetis Bunyi Pada Gitar Semi-Akustik". Skripsi. Yogyakarta, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Bambang Y . 1984. "Gamelan Jawa". Jakarta, Karyaunipress.
- [http://id.wikipedia.org/wiki/Audio\\_Mixer](http://id.wikipedia.org/wiki/Audio_Mixer). Download tanggal 17 September 2008.