

Frekuensi Fundamental dan Model Persamaan Amplitudo untuk Suara Perangkat Gong Gamelan Jawa

Fundamental Frequency and Amplitude Equation Model for Javanese Gamelan Gong

Irfan Ma'ruf, Hendra Setiawan*, Almira Budiyo

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14.5 Yogyakarta
hendra.setiawan@uii.ac.id*

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh frekuensi fundamental dan model persamaan amplitudo suara gong pada perangkat gamelan Jawa yang ada di Yogyakarta. Data diperoleh dari 15 buah gong yang berada di tiga lokasi yang berbeda di Yogyakarta. Fungsi FFT digunakan untuk mendapatkan frekuensi fundamental dan frekuensi penyusun pada setiap suara instrumen gong. Sedangkan regresi non linear digunakan untuk mendapatkan model persamaan yang paling mendekati untuk fungsi amplitudo pada kawasan waktu. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa berdasarkan diameternya frekuensi gong dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu ukuran diameter 40 cm – 65 cm memiliki frekuensi diatas 100 Hz dan ukuran diameter 71 cm – 93 cm memiliki frekuensi dibawah 100 Hz. Dengan menggunakan regresi non linear diperoleh bahwa persamaan amplitudo yang paling mendekati untuk suara gong adalah persamaan logaritmik.

Kata Kunci: Gong, gamelan, kawasan frekuensi, frekuensi fundamental, model logaritmik

Abstract – This study aims to obtain a fundamental frequency and a sound amplitude equation model of the gong on a Javanese gamelan set in Yogyakarta. Data was obtained from 15 gongs in three different locations in Yogyakarta. The FFT function is used to obtain fundamental frequencies and constituent frequencies for each sound of a gong instrument. While non-linear regression is used to get the most suitable equation model for the amplitude function in the time domain. From the research conducted it was found that based on the diameter, the gong can be grouped into two groups i.e. the diameter of 40 cm - 65 cm that has a frequency above 100 Hz and the diameter of 71 cm - 93 cm has a frequency below 100 Hz. Moreover, by using non-linear regression, we obtained that the amplitude equation model for sound of the gong is a logarithmic equation function.

Keywords: Gong, gamelan, frequency domain, fundamental frequency, logarithmic model.

1. Pendahuluan

Setiap gong yang terdapat di daerah yang berbeda memiliki karakteristik yang juga berbeda. Apabila melihat bentuk fisiknya, mungkin masih banyak orang yang dapat membedakan masing-masing gong. Tetapi hanya beberapa orang yang dapat membedakan suara dari masing-masing

gong. Semakin mudarnya rasa kecintaan generasi sekarang terhadap seni tradisional khususnya gamelan dikhawatirkan dapat membuat punahnya gamelan itu sendiri. Perkembangan teknologi diharapkan mampu untuk melindungi dan mengembangkan kesenian daerah. Dalam upaya penyimpanan informasi dan karakteristik alat musik kesenian tradisional diperlukan penelitian mendalam berkaitan dengan berbagai aspek

Gamelan adalah perangkat musik asli Indonesia, yang terdiri dari beberapa komponen alat musik. Gamelan sering juga disebut dengan istilah karma atau kawi. Gamelan memainkan banyak peran dalam masyarakat Jawa mulai dari keagamaan, hiburan hingga pendidikan [1]. Sebagian besar bahan pembuat gamelan adalah perunggu yang merupakan campuran dari 3 bagian timah dan 10 bagian tembaga. Instrumen gamelan yang terbuat dari perunggu antara lain: gong, saron, slentem, bonang, kethuk, gender, kempyang, dan kenong. Terdapat instrumen gamelan yang terbuat dari kayu dan kulit diantaranya: seruling, kendang, rebab, siter, ketipung, dan gambang [2]. Dalam satu set gamelan biasanya terdiri atas 70 sampai 75 instrumen. Pada gamelan Jawa terdapat dua jenis laras utama, yaitu pelog bernada tujuh dan slendro bernada lima. Nada pelog terdiri dari barang alit (7=1), gulu (2), dada (3), pelog (4), lima (5), nem (6), dan barang (7) [2].

Gong adalah sebuah kata yang menirukan bunyi, kata gong merujuk pada gong gantung dengan posisi vertikal, variasi ukuran besar maupun sedang, dimainkan di tengah-tengah bundarannya (pencu) menggunakan tabuh bundar berbalut kain. Permulaan dan akhiran dalam sebuah pementasan gendhing ditandai dengan pemukulan gong. Gong sangat penting dalam satuan kelompok dasar lagu, sehingga kelompok itu sendiri dinamai gongan. Gong gantung terdiri dari tiga instrumen yaitu gong ageng, gong suwukan dan kempul. Kempul mempunyai ukuran yang lebih kecil dan nada satu oktaf yang lebih tinggi dibandingkan dengan gong suwukan dan gong ageng. Terdapat dua kelompok nada pada kempul yaitu slendro dan pelog. Slendro mempunyai lima nada per oktaf, yaitu: 3 5 6 1 2. Pelog mempunyai 7 nada per oktaf, yaitu: 3 4 5 6 7 [2]. Salah satu gamelan Bali yang terkenal saat ini adalah gong kebyar. Dalam susunan penuh gong kebyar memiliki 24 instrumen disetel ke dalam skala pentatonik yang disebut pelog [3]. Gong dengan laras yang benar menghasilkan banyak parsial dengan frekuensi harmonik dan inharmonik [4].

Dari berbagai kajian di atas, informasi lengkap berkaitan dengan frekuensi fundamental dan frekuensi penyusun dan bentuk perubahan amplitudo suara gong belum dapat ditemukan. Untuk itu, melalui penelitian ini diharapkan informasi tersebut dapat dihimpun secara komprehensif

2. Metode Penelitian

Secara garis besar tahapan dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga yaitu pengumpulan data, ekstraksi informasi dan analisis hasil sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Penelitian dilakukan pada tiga set gamelan yang ada di tiga lokasi berbeda di Yogyakarta, yaitu Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidikan dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Kantor Kecamatan Ngaglik, dan Kantor Kecamatan Ngemplak. Perekaman suara gong dilakukan menggunakan high sensitive microphone TASCAM DR-05 dengan kecepatan sampling data 44100Hz dan sensitivitas -60dB. Alat perekam dipasang pada sebuah tripot yang selanjutnya diletakkan pada jarak 40-50cm di belakang bagian tengah dari instrumen gong. Orang yang memukul gong adalah seniman itu sendiri, sedangkan kekuatan pukulan setara dengan pemukulan saat gong dimainkan bersama dengan perangkat gamelan lainnya. Perekaman dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap obyek dengan jeda waktu antar pemukulan adalah 30 detik untuk memastikan bahwa sudah tidak ada lagi suara yang keluar dari obyek karena pemukulan sebelumnya.

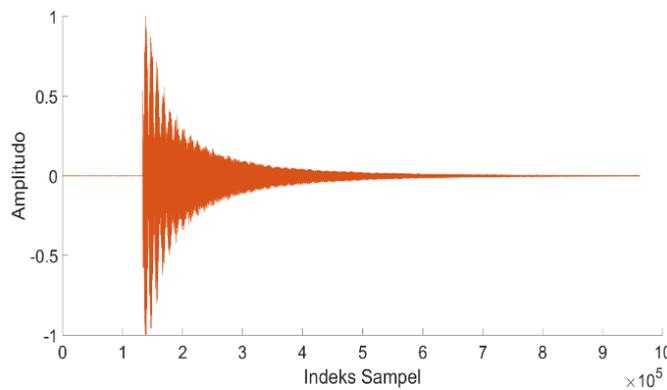
Ekstraksi informasi dilakukan melalui komputasi di Kawasan frekuensi dan Kawasan waktu menggunakan perangkat lunak Matlab 2013. Analisis suara di kawasan frekuensi (frequency domain) menghasilkan beberapa informasi diantaranya frekuensi fundamental dan komposisi spektrum frekuensi penyusun persatuan satuan waktu. Teknik komputasi Fast Fourier Transform (FFT) [5], sudah lama digunakan untuk analisis suara di Kawasan frekuensi. Dengan komputasi FFT, frekuensi penyusun dari suatu suara pada rentang tertentu dapat diperoleh.

Pada Kawasan frekuensi, dilakukan ekstraksi selubung amplitudo sinyal di Kawasan waktu. Selanjutnya dilakukan analisis regresi non-linear [7] untuk mendapatkan model pendekatan paling tepat untuk bentuk selubung amplitudo sinyal gong tersebut. Menurut [8], [9], dan [10], beberapa bentuk persamaan non linear adalah polynomial, logaritmik, pangkat, dan eksponensial.

3. Hasil dan Pembahasan

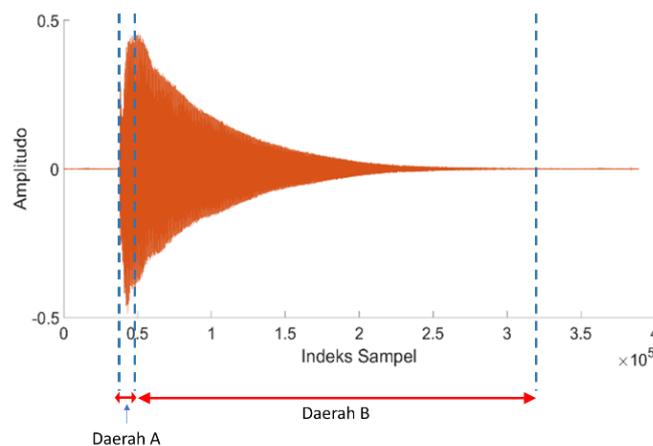
3.1. Hasil Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 15 data sampel suara gong yang berada di tiga tempat yang berbeda di kawasan Yogyakarta. Data yang sudah didapatkan dari proses perekaman suara gong tersebut selanjutnya diolah menggunakan software MATLAB versi 2013. Gambar 2 memperlihatkan salah satu tampilan sinyal pada kawasan waktu.



Gambar 2. Salah satu tampilan suara Gong dalam kawasan waktu

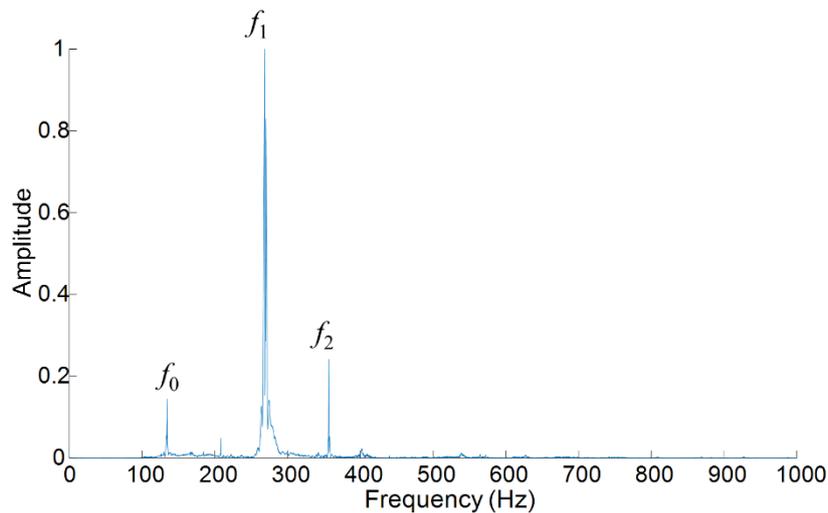
Dari gambar 2 tersebut, sinyal suara gong di Kawasan waktu dibagi menjadi dua, yaitu daerah awal sampai dengan amplitudo maksimum (daerah A) dan daerah dari amplitudo maksimum sampai dengan suara gong lenyap (daerah B). Panjang suara gong dihitung dengan penjumlahan daerah A dan daerah B. Karena karakteristik suara berasal dari daerah B, maka fokus perhatian pada bahasan berikutnya adalah daerah B, sedangkan daerah A diabaikan.



Gambar 3. Pembagian daerah sinyal suara gong di Kawasan waktu

3.2. Spektrum di Kawasan Frekuensi

Proses berikutnya adalah transformasi ke Kawasan frekuensi dengan FFT. Gambar 4 menunjukkan salah satu spektrum suara gong di Kawasan frekuensi. Dari gambar tersebut Nampak tiga buah frekuensi yang cukup dominan yang selanjutnya diberi notasi f_0 , f_1 , dan f_2 berurutan mulai dari yang bernilai frekuensi rendah. Batas pendataan adalah frekuensi dengan amplitudo minimal -40dB setelah normalisasi atau 1% dari frekuensi fundamentalnya.



Gambar 4. Salah satu tampilan spektrum suara gong di kawasan frekuensi

3.3. Hasil Pendataan Frekuensi Fundamental

Setelah proses transformasi ke Kawasan frekuensi, selanjutnya dilakukan pendataan terhadap frekuensi fundamental pada masing-masing gong yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pendataan Frekuensi Fundamental (f_0)

Data f_0					
Lokasi PPPPTK		Lokasi Ngaglik		Lokasi Ngeplak	
d	f_0 (Hz)	d	f_0 (Hz)	d	f_0 (Hz)
64 cm	153	40 cm	154	46 cm	140
65 cm	158	42 cm	285	53 cm	181
80 cm	57	46 cm	151	63 cm	139
91 cm	48	50 cm	200	71 cm	60
93 cm	78	60 cm	166	91 cm	98

f_0 = frekuensi fundamental
 d = diameter gong

Berdasarkan data di Tabel 1, nampak bahwa terdapat variasi frekuensi fundamental dari 48Hz sampai dengan 285Hz. Gong dengan diameter lebih besar dari 70cm, akan mempunyai frekuensi fundamental di bawah 100Hz, sedangkan gong dengan ukuran diameter di bawah 70cm menghasilkan frekuensi fundamental di atas 100Hz.

3.4. Hasil Pendataan Frekuensi Penyusun setiap Gong

Instrumen gong yang berjumlah 15 buah tidak hanya memiliki frekuensi fundamental saja, tetapi juga memiliki frekuensi penyusun yang berbeda-beda jumlah dan nilai frekuensinya. Rangkuman hasil pengamatan frekuensi penyusun untuk setiap gong disajikan dalam Tabel 2 di bawah ini. Selain itu di tabel tersebut juga disajikan nilai normalisasi amplitudo untuk masing-masing frekuensi penyusun terhadap frekuensi fundamental.

Tabel 2. Frekuensi Penyusun suara gong

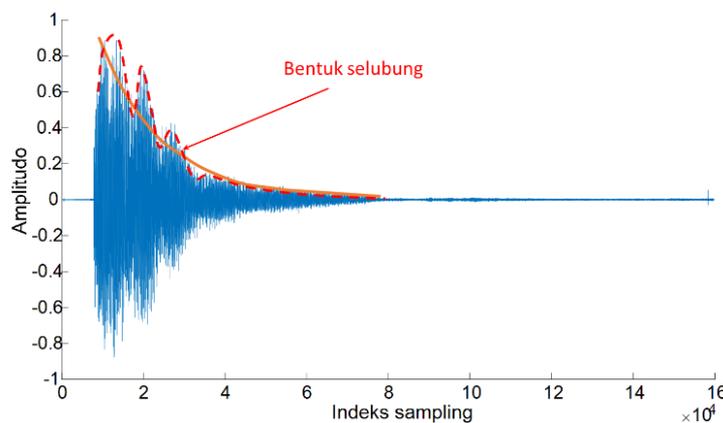
Lokasi	Diameter gong	Bahan gong	$f_0; f_1; f_2$ (Hz)	Amplitudo normalisasi $f_0; f_1; f_2$ (dB)
PPPPTK	64	Perunggu murni	74; 149; 153	-12; -5; 0
	65	Besi campur perunggu	79; 157; 162	-18; 0; -14
	80	Besi campur perunggu	57; 116	0; -17
	91	Besi campur perunggu	48; 92; 302	0; -20; -24
	93	Besi campur perunggu	47; 93; 97	-9; 0; -14
Kecamatan Ngaglik	40	Perunggu murni	153; 243; 307	0; -20; -17
	42	Perunggu murni	142; 285	-14; 0
	46	Perunggu murni	113; 227	0; -1
	50	Perunggu murni	100; 200	-13; 0
Kecamatan Ngemplak	60	Perunggu campur besi	166	0
	46	Perunggu murni	140; 280;	0; -20
	53	Perunggu murni	181	0
	63	Perunggu murni	69; 139	-28; 0
	71	Perunggu murni	60; 120	0; -13
	91	Perunggu campur besi	49; 98	-20; 0

Dari data yang ada di Tabel 2, nampak bahwa gong di PPPPTK mempunyai frekuensi penyusun yang lebih banyak dibandingkan gong yang ada di kecamatan ngaglik dan ngemplak. Hal ini dapat terjadi dikarenakan nada di perangkat gamelan di PPPPTK sudah waktunya untuk di stel ulang. Kemungkinan lainnya adalah bahan yang digunakan untuk pembuatan gong berbeda. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2, bahan yang digunakan untuk perangkat gong di ngaglik dan Ngemplak sebagian besar adalah perunggu murni. Sedangkan bahan yang digunakan untuk perangkat gong di PPPPTK adalah besi yang dicampur dengan perunggu.

Lebih lanjut, frekuensi yang muncul sebagian besar berada di kisaran frekuensi harmonis dari fekuensi fundamentalnya. Frekuensi yang muncul dan bukan merupakan frekuensi harmonis ada pada gong ukuran 40cm di kecamatan Ngaglik, yaitu frekuensi 243Hz. Kemunculan frekuensi “asing” ini dapat dimungkinkan karena ketidaktepatan dalam memukul instrument tersebut.

3.5. Model Persamaan Penurunan Amplitudo

Informasi lainnya yang penting untuk dikaji adalah model persamaan amplitudo suara di Kawasan waktu. Sebagaimana disinggung di gambar 3 bahwa daerah B memegang peran terbesar dalam menentukan karakteristik suara gong. Salah satu parameter yang ada di daerah B tersebut adalah model menurunan amplitudo (bentuk selubung) sebagai fungsi waktu sebagaimana diilustrasikan dalam gambar 5.



Gambar 5. Ilustrasi bentuk selubung penurunan amplitudo sinyal di Kawasan waktu

Untuk mendapatkan model persamaan matematis dari penurunan amplitudo suara gong, dilakukan Teknik regresi non-linear. Teknik regresi dilakukan dengan bantuan microsoft excel. Model regresi yang disediakan adalah polynomial, pangkat, ekponensial, dan logaritmik. Data-

data dimasukkan ke excel dan dipilih salah satu model regresi yang ada. Selanjutnya dihitung nilai *mean square error* (MSE) dari garis regresi dan data sebenarnya. Regresi dengan nilai MSE terkecil bermakna bahwa model persamaan tersebut paling mendekati data yang sebenarnya.

Dari proses di atas didapatkan hasil persamaan matematis selubung amplitudo suara gong seperti tersaji pada Tabel 3 berikut ini. Notasi x adalah variabel waktu atau indek sampling.

Tabel 3. Model persamaan matematis hasil regresi data suara rekaman gong

Lokasi	Ukuran diameter gong	Model persamaan matematis
PPPPTK	64	$y = -0.197\ln(x) + 0.828633333$
	65	$y = -0.212\ln(x) + 0.845533333$
	80	$y = -0.2\ln(x) + 0.8492$
	91	$y = 0.841833333e^{-0.03266667x}$
Ngaglik	93	$y = -0.224666667\ln(x) + 0.904433333$
	40	$y = 1.055666667x^{-0.49}$
	42	$y = -0.168\ln(x) + 0.688266667$
	46	$y = -0.226333333\ln(x) + 0.8412$
Ngemplak	50	$y = -0.2\ln(x) + 0.8492$
	60	$y = 0.0019333x^2 - 0.087833x + 0.5863$
	46	$y = -0.263333333\ln(x) + 0.896233333$
	53	$y = -0.250333333\ln(x) + 0.9207$
	63	$y = 0.8757e^{-0.046x}$
	71	$y = -0.234\ln(x) + 1.0183$

Dari Tabel 3 nampak bahwa sebagian besar (73%) model matematis selubung suara gong adalah persamaan logaritmik, sedangkan sisanya adalah model eksponensial (13%), logaritmik (7%) dan pangkat (7%).

4. Kesimpulan

Pada penelitian dilakukan pendataan frekuensi fundamental dan frekuensi penyusun dari tiga perangkat gong gamelan Jawa yang ada di Yogyakarta. Pengambilan data ada di PPPPTK, kantor kecamatan Ngaglik dan kantor kecamatan Ngemplak. Hasil analisis di Kawasan frekuensi didapatkan bahwa, frekuensi fundamental gong dengan diameter dibawah 70cm adalah diatas 100 Hz, sedangkan gong berukuran diameter di atas 70cm adalah di bawah 100Hz. Suara gong terbentuk dari satu atau beberapa frekuensi penyusun yang pada umumnya merupakan frekuensi harmonis dari frekuensi fundamentalnya.

Pada penelitian ini juga dihasilkan model matematis untuk bentuk selubung amplitudo sinyal di Kawasan waktu dengan menggunakan Teknik regresi non-linear. Berdasarkan nilai MSE, diperoleh 73% suara gong mendekati model persamaan logaritmik.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terlaksana dari hibah skema penelitian dasar kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi (Ristekdikti) tahun 2019.

Referensi

- [1] H. Kuswanto, "Comparison Study of Saron Ricik Instruments ' Sound Color (Timbre) on the Gamelans of Nagawilaga and Gunturmadu from Karaton Ngayogyakarta," *Int. J. Basic Appl. Sci.*, vol. 11, no. 4, pp. 23–29, 2011.
- [2] E. Trisnowati, "Analisis Frekuensi Pada Gong Laras Slendro," *Indones. J. Sci. Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 30–35, 2017.
- [3] L. S. Pardue, A. Boch, H. Ave, C. Southworth, and A. Rigopulos, "Gamelan ElektriKa : An Electronic Balinese Gamelan," in *Proceedings of the International Conference on New*

- Interfaces for Musical Expression*, 2011, no. June, pp. 18–23.
- [4] G. D. M. H. Budhiantho, “Javanese Gong Wave Signals,” *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 20, no. 035003, pp. 1–8, 2014.
- [5] 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.
- [6] R. K. Pramuyanti, “Menyempurnakan Siaran Televisi Mobil Dengan Inovasi Antena,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 2, p. 675, 2017.
- [7] Sudjana, *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi: Bagi Para peneliti*. 1983.
- [8] Nawari, *Analisis Regresi dengan MS Excel 2007 dan SPSS 17*, 1st ed. Jakarta: Gramedia, 2010.
- [9] D. H. Julyanti S. Malensang, Hanny Komalig, “Pengembangan Model Regresi Polinomial Berganda pada Kasus Data Pemasaran,” *J. Ilm. Sains*, vol. 12, no. 2, pp. 150–152, 2012.
- [10] W. Sulaiman, *Analisis REGRESI Menggunakan SPSS (Contoh Kasus & Pemecahannya)*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta, 2004.