

ANALISIS AKORD D_{mayor} PADA ALAT MUSIK GITAR ACOUSTIKKhairil Anwar¹⁾, M. Isnaini²⁾, Linda Sekar Utami³⁾

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Muhammadiyah Mataram

Kampus Induk, Jl.KH. Ahmad Dahlan NO.1 Pagesangan Mataram, Telp (0370) 630775

e-mail : hairil_physic@yahoo.com

Abstrak - Bunyi alat musik gitar merupakan salah satu gejala fisika yang menarik untuk dikaji, karena menghasilkan nada kompleks yang merupakan superposisi dari banyak nada murni (harmonik). Akord merupakan prinsip utama dalam memainkan alat musik gitar, salah satunya akord D_{mayor} yang merupakan superposisi nada A, Fis, dan D secara bersamaan. Secara fisis, kita belum mengetahui mengapa akord D_{mayor} tersusun atas tiga nada tersebut dan belum terbukti secara konsep fisika apakah benar pernyataan tersebut. Oleh karena itu makalah ini bertujuan untuk menyelidiki dan menganalisis fenomena akord D_{mayor} tersebut berdasarkan frekuensi harmonik yang terbentuk. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium berbasis teknologi komputer dengan bantuan perangkat lunak MacScope II dan Matlab. Data direkam dan dianalisis dengan metode matematika FFT (Fast Fourier Transform) untuk menentukan frekuensi harmonik nada-nada penyusun akord D_{mayor} . Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa Nada Fis ($F_{\#4}$) memiliki frekuensi dasar (harmonik pertama) hingga ke-empat, Nada D_4 muncul frekuensi harmonik pertama hingga ke lima, Nada A_3 diperoleh frekuensi harmonik berturut-turut hingga harmonik ke lima, sedangkan frekuensi harmonik nada D_3 diperoleh berturut-turut hingga harmonik ke lima, dan akord D_{mayor} hanya muncul dua frekuensi secara harmonik, dimana frekuensi dasar dan frekuensi atas satu (harmonik ke dua) berturut-turut diperoleh penyimpangan terhadap frekuensi acuan sebesar 0,07%, dan 0,24%. Jadi, berdasarkan hasil analisis data disimpulkan bahwa akord D_{mayor} tersusun atas nada-nada D_3 , A_2 , D_4 , dan Fis, hal ini dikarenakan semuanya mengandung frekuensi harmonik yang sesuai dengan frekuensi bunyi akord D_{mayor} .

Kata kunci : Nada, akord D_{mayor} , FFT, MacScope II.

Abstract –The sound of musical instrument such as guitar, is an interesting physical phenomenon to be studied, because it produces a complex tone which it is the superposition of many pure tones (harmonic). Chord is a major principle to play a musical instrument guitar, for example D_{mayor} superposition for A tone, Fis, and D simultaneously. Physically, we do not know why D_{mayor} chords composed of three notes and have not proven yet physically if the theory is acceptable. Therefore, the aims of this paper is to investigate and analyze the phenomenon of D_{mayor} chords. The method that was used is based on laboratory experiments with the aids of computer technology. Data was recorded and analyzed with FFT (Fast Fourier Transform) method to determine the frequencies harmonic of notes and D_{mayor} chord. Based on the results of the analysis that is found, that the tone of Fis ($F_{\#4}$) has a fundamental frequency (first harmonic) to all four, D_4 tones appeared first harmonic frequency up to five. A_3 tone harmonic frequency obtained to five harmonics, while the harmonic frequency D_3 tone reached up to five harmonics and chord D_{mayor} only had two harmonic frequency, on which the fundamental frequency (first harmonic) and the second harmonic frequency reached successively the reference frequency deviation of 0.07%, and 0.24%. So, based on the results of the analysis of the data, we conclude that D_{mayor} chord tones are composed by D_3 , A_2 , D_4 , and Fis. That is because all of them contain harmonic frequency corresponded to the frequency of D_{mayor} chord.

Key words: Tones, D_{mayor} Chord, FFT, MacScope II.

I. PENDAHULUAN

Pada alat musik petik yaitu gitar, senar merupakan suatu bagian sumber getar yang jenis dan ukurannya diproduksi secara tetap, sehingga perlu dikaji secara fisis maupun matematis mengenai besaran-besaran yang berhubungan dengan sumber bunyi tersebut. Selain itu terdapat *fret-fret* yang dipasang di sepanjang leher gitar yang digunakan untuk menghasilkan nada-nada tertentu, caranya dengan menekan senar diantara dua *fret* kemudian senar dipetik. Tinggi rendahnya nada bergantung dari panjang senar yang diperoleh saat senar ditekan diukur dari ganjal senar bawah. Semakin pendek ukuran senar maka nada yang diperoleh semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.

Dalam memainkan alat musik gitar, nada-nada harus dimainkan sesuai dengan harmonisasinya masing-masing.

Selain nada, juga terdapat beberapa gabungan nada yang disebut dengan "akord" (oleh masyarakat awam dikenal sebagai "kunci"). Akord ini terjadi jika ada beberapa senar yang berbeda ditekan bersamaan lalu dibunyikan juga secara bersama-sama. Salah satu akord yang terdapat pada alat musik gitar adalah " D_{mayor} ", akord ini disusun atas beberapa nada yaitu nada Fis ($F_{\#4}$), A, dan D. Menurut teori musik, susunan ini didasarkan dari rumus penyusunan nada mayor yaitu 2 dan $1\frac{1}{2}$ yang merupakan jarak nada, ini berarti nada Fis berjarak 2 dari nada D, dan nada A berjarak $1\frac{1}{2}$ dari nada Fis, sedangkan nada D pada senar *treble* hanya berfungsi untuk mengharmonisasikan akord tersebut [5].

Dari segi fisis, akord D_{mayor} ini merupakan superposisi nada A, Fis, dan nada D secara bersamaan, namun belum terbukti secara konsep fisika apakah benar pernyataan ini.

Oleh karena itu perlu dilakukan penyelidikan dan analisis akord D_{mayor} tersebut, karena secara fisis belum diketahui mengapa akord D_{mayor} tersusun atas tiga nada tersebut.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Gelombang Bunyi

Gelombang longitudinal dalam sebuah medium biasanya udara, dinamakan gelombang bunyi, lebih khususnya dikenal dengan gelombang akustik [12]. Gelombang suara di udara mempunyai getaran sebagai sumbernya, jadi bunyi berasal dari sebuah benda yang bergetar [11].

Bentuk gelombang yang periodik akan menimbulkan suatu sensasi yang menyenangkan (jika intensitasnya tidak terlalu tinggi) seperti bunyi musik, sedangkan bunyi yang mempunyai bentuk gelombang yang tidak periodik akan terdengar sebagai derau (*noise*) [3]. Pada contoh bunyi alat musik, dihasilkan warna bunyi yang bagus dan teratur untuk didengarkan dan dinikmati, hal ini disebabkan karena bunyi yang terbentuk telah ditetapkan nilai frekuensinya sehingga keharmonisannya juga teratur, dimana tiap warna bunyi dengan ferkuensi tertentu ini dinamakan nada, yang juga memiliki jarak antara nada satu dengan berikutnya teratur. Fenomena bunyi memiliki tiga aspek penting dalam pembahasannya, yang pertama pasti ada sumber bunyi yang merupakan benda yang bergetar. Kedua, energi dipindahkan dari sumber bunyi dalam bentuk gelombang bunyi longitudinal, dan ketiga bunyi dideteksi oleh telinga atau sebuah alat [2].

2.2 Senar (dawai) sebagai sumber bunyi

Jika kita mengirim pulsa gelombang melalui tali yang panjang, dapat ditunjukkan bahwa laju penjalaran pulsa gelombang bertambah bila tegangan tali ditingkatkan. Selanjutnya, jika mempunyai dua buah tali, tali ringan dan tali berat dengan tegangan yang sama, maka pulsa gelombang akan menjalar lebih lambat pada tali yang berat, sebab makin besar massa persatuan panjang maka makin besar pula inersia yang dimiliki tali. Jadi, laju penjalaran gelombang v pada senar berhubungan dengan tegangan F dan massa persatuan panjang μ . Nada yang dihasilkan oleh senar gitar dapat bermacam-macam, tergantung cara memberi tumpuan pada senar itu. Nada dasar yang dihasilkan jika senar dipetik di tengah-tengah sehingga pada senar terjadi $\frac{1}{2}$ gelombang, maka frekuensi nada dasar f_0 ditentukan dengan

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2\ell} = \frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \tag{1}$$

Pola resonansi berikutnya adalah nada atasnya yang merupakan frekuensi alaminya. Untuk frekuensi harmonik ke- n ditentukan sebagai berikut

$$f_n = (n+1)f_0 = (n+1) \frac{v}{2\ell} \tag{2}$$

Dimana n merupakan bilangan bulat, demikian pola resonansi selanjutnya sehingga frekuensi-frekuensi nada tersebut bila dibandingkan akan menghasilkan perbandingan,

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots \tag{3}$$

dengan kata lain frekuensi nada-nada atas adalah kelipatan bulat dari frekuensi nada dasarnya. Frekuensi-frekuensi $f_0, f_1, f_2, f_3,$ dan seterusnya membentuk deret harmonik. Frekuensi nada dasar f_0 berkaitan dengan harmonik pertama, frekuensi $f_1=2f_0$ berkaitan dengan harmonik kedua, frekuensi $f_2=3f_0$ berkaitan dengan harmonik ketiga, dan seterusnya. Berdasarkan Hukum Marsenne, hubungan frekuensi dasar pada senar yang kedua ujungnya terikat adalah [13],

- a. Berbanding terbalik dengan panjang senar.
- b. Berbanding lurus dengan akar kuadrat dari gaya tegangan senar.
- c. Berbanding terbalik dengan akar kuadrat dari massa jenis bahan senar, dan
- d. Berbanding terbalik dengan akar kuadrat dari luas penampang senar.

2.3 Bunyi pada instrumen musik

Nada adalah bunyi tunggal yang berasal dari sumber bunyi yang mempunyai ferkuensi tetap. Istilah nada biasanya dihasilkan oleh alat-alat musik untuk membedakan dengan bunyi pada umumnya [15]. Karakteristik bunyi adalah kuat atau lemahnya suatu bunyi yang bergantung pada amplitudo, semakin besar amplitudonya semakin kuat atau keras pula bunyinya dan sebaliknya. Karakterisasi bunyi berikutnya adalah warna bunyi (*timbre*) yaitu gabungan dari dua bunyi yang memiliki frekuensi yang sama tetapi terdengar berbeda. Misalnya nada C pada gitar yang sama dengan nada C pada piano akan terdengar warna bunyi yang berbeda [6]. Tangga nada diatonik digunakan pada musik barat didasarkan pada not-not angka 1-8. Not-not ini juga diberi nama dengan huruf abjad. Setiap nada mempunyai jarak interval yang teratur yang merupakan perbandingan antara frekuensi suatu nada dengan nada lain yang lebih rendah, jadi interval merupakan bilangan yang lebih besar dari pada 1 [17]. Pada tahun 1939 oleh dunia internasional telah ditetapkan frekuensi suatu nada sebagai standar yaitu "A" (standar) atau "A₄". Dalam teori musik hanya dipergunakan suatu kombinasi nada yang tertentu saja yang frekuensinya mempunyai perbandingan tertentu dan merupakan suatu tangga nada. Sesuai dengan pendapat tokoh filsafah Yunani kuno, Anaximandros mengungkapkan bahwa perbandingan nada-nada tersebut adalah sebagai berikut,

Not nada	: 1	2	3	4	5	6
7	8					
Deret nada	: C	D	E	F	G	A
B	C'					
Bunyi nada	: do	re	mi	fa	sol	la
	do'					
Frekuensi	: 262	294	330	349	392	440
	524					494
Perbandingan	: 24	27	30	32	36	40
	58					45
Intervalnya:	$\overset{\text{Prime}}{\text{---}} \overset{\text{Sekonde}}{\text{---}} \overset{\text{Ters}}{\text{---}} \overset{\text{Kwart}}{\text{---}} \overset{\text{Kwin}}{\text{---}} \overset{\text{Sext}}{\text{---}}$					
	$\overset{\text{Septime}}{\text{---}} \overset{\text{Oktaf}}{\text{---}}$					

Jarak nada : 1 1 1/2 1 1
1 1/2

Seiring perkembangan peradaban dan teknologi, ada lima nada lagi yang ditambahkan pada skala musik dunia barat yaitu nada tengahan *cis (des)*, *dis (eis)*, *fis (ges)*, *gis (as)*, *ais (bes)*. Sehingga ada dua belas nada harmonis pada suatu alat musik dengan frekuensi yang pasti berbeda-beda. Keduabelas skala nada ini disebut skala *Chromatic*. Untuk sebuah skala yang dimulai dengan C, lima nada tambahan dimainkan pada sebuah keyboard piano dengan menekan tombol-tombol hitam [7]. Frekuensi yang biasa untuk not musik yang disebut skala kromatik dengan kenyaringan yang sama diberikan pada Tabel 1, [2].

Tabel 1. Skala kromatik dengan kenyaringan yang sama untuk satu oktaf [2].

No	Tangga Nada	Frekuensi (Hz)
1	C	262
2	C [#] atau D ^b	277
3	D	294
4	D [#] atau E ^b	311
5	E	330
6	F	349
7	F [#] atau G ^b	370
8	G	392
9	G [#] atau A ^b	415
10	A	440
11	A [#] atau B ^b	466
12	B	494
13	C	524

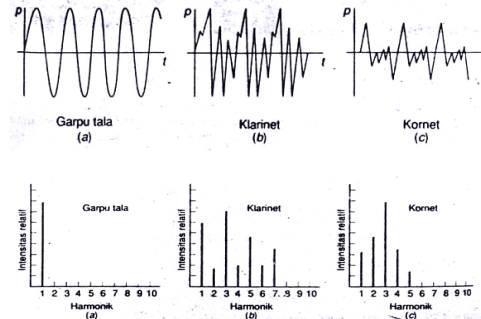
Masuknya alat musik gitar di Indonesia dimulai pada masa penjajahan, salah satunya dibawa oleh orang-orang tawanan asal Portugis sekitar abad ke-17 [8]. Secara umum ada dua jenis gitar, yaitu gitar akustik dan gitar listrik (*electric guitar*). Gitar akustik memiliki *body* gitar yang terbuat dari kayu tipis, menggunakan lubang suara atau tabung resonansi (*sound hole*). Alat musik gitar memiliki bagian-bagian tertentu, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagian gitar Akustik (sumber: <http://en.wikipedia.org/wiki/Guitar>)

2.4 Analisis harmonik

Dua alat musik yang berbeda dibunyikan dengan frekuensi nada yang sama akan menghasilkan bunyi yang berbeda. Kedua nada itu berbeda dalam hal yang disebut kualitas nada, alasan utama yang menyebabkan hal tersebut adalah karena masing-masing alat musik menghasilkan harmonik yang memiliki intensitas relatif yang bergantung pada jenis alat musik. Sebagai contoh bentuk gelombang bunyi yang dihasilkan beberapa alat musik yang dibunyikan pada tingkat frekuensi yang sama diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk gelombang dan frekuensi harmonik berbagai alat musik pada frekuensi sama 440 Hz, (Sumber: Tipler).

Bentuk gelombang yang dihasilkan dapat dianalisis menurut harmonik-harmonik yang menyusun gelombang tersebut, analisis seperti ini disebut analisis harmonik atau juga disebut analisis Fourier yang secara matematika menganalisis fungsi-fungsi periodik. Kebalikan dari analisis harmonik adalah sintesis harmonik, yang merupakan konstruksi gelombang periodik dari komponen-komponen harmoniknya. Semakin banyak harmonik yang digunakan dalam suatu sintesis maka semakin baik pendekatannya terhadap bentuk gelombang sesungguhnya [16].

2.5 Transformasi Fourier Cepat (FFT)

Menurut Proakis dan Manolakis (1997), suatu sinyal didefinisikan sebagai besaran fisis yang berubah-ubah menurut waktu, ruang, atau variabel bebas atau variabel-variabel lainnya. Sedangkan Ifeachor dan Jervis (1993) dalam [14] menyatakan bahwa sinyal adalah variabel yang membawa atau berisi beberapa informasi yang dapat dikirimkan, ditampilkan, atau dimanipulasikan. Di alam kebanyakan sinyal dalam bentuk analog, sehingga untuk memperoleh sinyal diskrit harus dilakukan suatu proses (pengolahan) yang disebut *sampling* yang juga membutuhkan perangkat keras digital (komputer). *Fast Fourier Transform* (FFT) adalah algoritma yang cepat untuk menganalisis sinyal dari domain waktu menjadi domain frekuensi. FFT merupakan pengembangan dari *Discrete Fourier Transform* (DFT) yang persamaannya dapat ditulis sebagai berikut,

$$F(f_n) = \Delta t \sum_{k=0}^{N-1} f(t_k) e^{i2n\pi k / N} \tag{4}$$

Persamaan (4) dapat dipecah menjadi bagian genap dan bagian ganjil, oleh karena itu persamaan di atas menjadi

$$F(f_n) = \Delta t \left[\sum_{k=0}^{N-1} f(t_k) e^{i2n\pi(2k)/N} + \sum_{k=0}^{N-1} f(t_k) e^{i2n\pi(2k+1)/N} \right],$$

$$F(f_n) = \Delta t \left[\sum_{k=0}^{N-1} f(t_k) e^{i2n\pi k/(N/2)} + \sum_{k=0}^{N-1} f(t_k) e^{i2n\pi k/(N/2)} \cdot e^{i2n\pi/N} \right]$$

$e^{i2n\pi/N}$ merupakan konstanta yang bisa disebut dengan W^n . Persamaan (5a) dapat dipecah sampai dengan N data, dimana $N = 2^n$, oleh karena itu jumlah data yang sesuai untuk analisis sinyal menggunakan FFT adalah 2^n . Semakin besar n maka hasil yang diperoleh akan lebih akurat. Jika persamaan (5) dipecah sampai N data maka ditulis sebagai

$$F(f_n) = \Delta t [f(t_0) + W^n f(t_1) + W^{2n} f(t_2) + W^{3n} f(t_3) + \dots + W^{kn} f(t_k)]$$

dengan, $F(f_n)$: amplitudo sebagai fungsi frekuensi ($n = 1, 2, 3, \dots$), f_n : frekuensi ke- n ($f_n = n/N$), $f(t_k)$: amplitudo sebagai fungsi waktu, N : jumlah data, k : data ke- k , t_k : waktu ke- k , Δt : selang waktu, dan W^n : konstanta ($e^{i2n\pi/N}$).

k berjalan dari 0 sampai $N-1$. Persamaan (6) merupakan persamaan FFT yang digunakan untuk mengubah domain waktu menjadi domain frekuensi (Press et.al.,1986:380 dalam [5]). Penyelesaian algoritma FFT dapat dengan mudah dijalankan dalam program Matlab. Frekuensi maksimum f_{max} yang dapat dikenali dari N titik DFT adalah setengah frekuensi sampling digital (*sample rate*) atau $f_{max} = f_s/2$ atau laju cuplik (cuplikan data/detik) minimal adalah $2f_{max}$ dan disebut laju *Nyquist*. Frekuensi-frekuensi unik yang terkandung dalam sinyal hanya dikenali pada selang antara frekuensi dasar sampai frekuensi maksimum, selebihnya adalah frekuensi-frekuensi ulangan (cerminan) frekuensi-frekuensi harmonik sebelumnya, jadi tidak perlu frekuensi-frekuensi di atas harmonik ke $N/2$ ditampilkan. Semakin besar nilai N maka semakin banyak point data atau semakin kecil jeda antar frekuensi sehingga nilai frekuensi semakin teliti. Nilai frekuensi ke- n dapat dihitung dengan $f(n) = nf_s / N_{FFT}$.

III. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

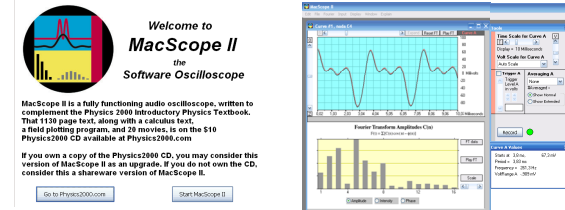
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil analisis Fourier nada penyusun akord D_{mayor}

Hasil analisis masing-masing nada penyusun akord D_{mayor} diperoleh frekuensi harmonik rata-rata dari masing-masing nada ditunjukkan dalam Tabel 2.

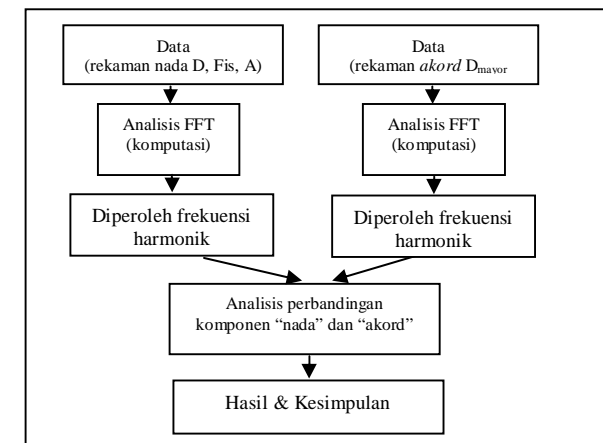
nada	f_0 (Hz) Rata2	σ_{teori} (%)	f_1 (Hz) Rata2	σ_{teori} (%)	f_2 (Hz) Rata2	σ_{teori} (%)	f_3 (Hz) Rata2	σ_{teori} (%)	f_4 (Hz) Rata2	σ_{teori} (%)
D _{3,4}	147,81 ± 0,62	0,55	296,77 ± 0,62	0,94	443,58 ± 1,07	0,58	591,10 ± 0,62	0,53	739,70 ± 2,24	0,64
A _{3,3}	221,66 ± 0,78	0,76	439,64 ± 2,05	0,08	659,41 ± 1,55	0,09	880,25 ± 2,79	0,03	1103,86 ± 1,55	0,35
D _{4,2}	292,73 ± 4,43	0,43	588,69 ± 3,38	0,12	883,20 ± 2,33	0,14	1179,51 ± 3,10	0,30	1481,63 ± 1,55	0,79
Fis	371,16 ± 0,78	0,31	739,08 ± 1,55	0,12	1110,13 ± 8,17	0,01	1484,76 ± 4,65	0,32	-	-

Sebelum gitar dimainkan, senar disetel standar mulai dari senar nomor VI yang paling tebal sampai senar nomor I yang paling tipis (dari atas ke bawah) dengan bunyi nada E₂, A₂, D₃, G₃, B₃, dan E₄, dengan rata-rata panjang senar 0,65 m [1]. Untuk menampilkan bentuk suatu sinyal, digunakan osiloskop digital dalam bentuk perangkat lunak (*software*), yaitu MacScope II dalam Gambar 3.



Gambar 3. Perangkat lunak MacScope II (The Physics Teacher, 2007, Vol 45:26).

akord D_{mayor} akan dianalisis menggunakan metode Fourier, demikian pula tiga nada penyusun akord tersebut yaitu D, Fis, dan A, karena hanya dengan cara ini komponen-komponen harmonik bunyi nada dapat diketahui dengan baik. Bagan alur pengambilan dan analisis data dapat dilihat dalam Gambar 4.



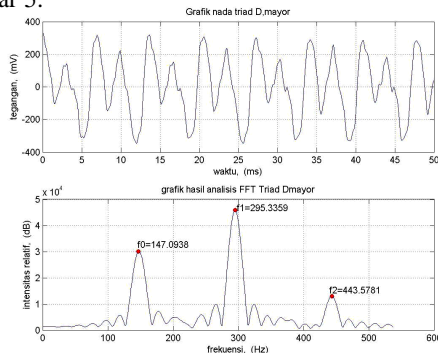
Gambar 4. Bagan kerangka pengambilan dan Analisis data.

Selanjutnya menelaah hasil komponen frekuensi yang dianalisis dari masing-masing nada dan akord untuk mengetahui hubungan akord D_{mayor} terhadap nada-nada penyusunnya dan menyimpulkannya.

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 2 diperoleh bahwa Nada Fis (F_{#4}) memiliki rata-rata frekuensi dasar (harmonik pertama) $371,16 \pm 0,78$ dengan besar simpangan terhadap frekuensi teori sebesar 0,31%. Selanjutnya berturut-turut harmonik ke dua hingga ke-empat diperoleh: $739,08 \pm 1,55$ (0,12 %), $1110,13 \pm 8,17$ (0,01%), dan $1484,76 \pm 4,65$ (0,32%). Nada D₄ Rata-rata frekuensi harmonik pertama = $292,73 \pm 4,43$ dengan besar simpangan terhadap frekuensi teori sebesar 0,43%, selanjutnya berturut-turut harmonik ke dua hingga ke lima diperoleh: $588,69 \pm 3,38$ (0,12%), $883,20 \pm 2,33$ (0,14%), $1179,51 \pm 3,10$ (0,30%), dan $1481,63 \pm 1,55$ (0,79%). Nada A₃ rata-rata frekuensi harmonik yang diperoleh berturut-turut adalah $221,66 \pm 0,78$ (0,76%), $439,64 \pm 2,05$ (0,08%), $659,41 \pm 1,55$ (0,09%), $880,25 \pm 2,79$ (0,03%), dan $1103,86 \pm 1,55$ (0,35%). Rata-rata frekuensi harmonik nada D₃ diperoleh berturut-turut adalah $147,81 \pm 0,62$ (0,55%), $296,77 \pm 0,62$ (0,94%), $443,58 \pm 1,07$ (0,58%), $591,10 \pm 0,62$ (0,53%), dan $739,70 \pm 2,24$ (0,64).

4.2 Hasil analisis Fourier akord D_{mayor}

Bunyi akord D_{mayor} bukan merupakan nada karena merupakan gabungan empat nada penyusunnya yang dibunyikan secara bersamaan yaitu nada D₃ (senar 4), nada A₃ (senar 3), nada D₄ (senar 2), dan nada Fis/F_{#4} (senar 1). Bentuk gelombang hasil analisis FFT ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Contoh bentuk gelombang akord D_{mayor} hasil analisis FFT.

akord D_{mayor} hanya muncul dengan baik dua frekuensi harmonik saja, dimana frekuensi dasar dan frekuensi atas satu (harmonik ke dua), berturut-turut diperoleh penyimpangan terhadap frekuensi acuan sebesar 0,07%, dan 0,24%.

Tabel 3. Frekuensi harmonik rata-rata dari bunyi akord D_{mayor}

f_0 (147) Hz		f_1 (294) Hz		f_2 (441) Hz
Rata2	σ_{teori} (%)	Rata2	σ_{teori} (%)	Rata2
147,20 ± 0,34	0,07	294,91 ± 0,55	0,24	-

Berdasarkan hasil analisis, bunyi akord D_{mayor} tersusun oleh frekuensi dasar (harmonik pertama) sebesar $147,20 \pm 0,34$ Hz, sehingga secara teori komponen harmonik di atasnya merupakan kelipatan bulatnya, maka muncul frekuensi-frekuensi dengan nilai $(294,91 \pm 0,55)$, ± 441 , dan seterusnya.

Berdasarkan nilai-nilai ini, jika dibandingkan terhadap frekuensi harmonik nada-nada penyusunnya diperoleh bahwa nada-nada D₃, A₂, D₄, dan Fis ternyata semuanya mengandung frekuensi harmonik yang sesuai dengan frekuensi harmonic bunyi akord D_{mayor}. Sehingga dapat dikatakan bahwa hal inilah yang menjadi dasar mengapa akord D_{mayor} tersusun oleh nada-nada D₃, A₂, D₄, dan Fis.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, bahwa bunyi akord D_{mayor} terbukti merupakan susunan dari nada-nada D₃, A₂, D₄, dan Fis karena semuanya mengandung frekuensi harmonik yang sesuai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada unit UP3 (Unit Pengembangan, Penelitian, dan Pengabdian) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Mataram atas dukungan dana penelitian.

PUSTAKA

- [1] David, R. L., *The Physics of Music and Musical Instruments*, Wright center for innovative science education: Tufts University, 2002.
- [2] Giancoli, *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*, Erlangga: Jakarta, 1998.
- [3] Halliday, D., dan Resnick, R., *Fisika Jilid 2*, Erlangga: Jakarta, 1997.
- [4] Huggins, E. R., *Fourier Analysis in Introductory Physics*, 2007. Website: <http://www.lish.huggins@dartmouth.edu>, diakses tanggal 1 April 2009.
- [5] Imam Slamet, S., Analisis Triad D Mayor pada Gitar Akustik, *Skripsi*, UNY, Yogyakarta, 2005.
- [6] Indra, E. I., *Pelajaran IPA Fisika*, Yrama Widya: Bandung, 2007.
- [7] Presto, C. M., *Experimenting with Brass Musical Instruments*, 2003. Website: <http://www.iop.org/EJ/abstract/0031-9120/38/4/302>, diakses tanggal 1 Agustus 2009.
- [8] Nugroho, S., *Sejarah Gitar*, 2006. Website: http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Gitar_listrik&action=edit, diakses tanggal 1 Agustus 2009.
- [9] Petersen, M. R., Musical Analysis and Synthesis in Matlab, *The college mathematics journal*, vol.35, N0.5, 2004.
- [10] Proakis, J. G., dan Manolakis, D. G., *Pemrosesan Sinyal Digital, Prinsip-prinsip, Algoritma, dan Aplikasi, Edisi Bahasa Indonesia jilid 1*, Jakarta: PT. Prenhallindo, 1997.
- [11] Sears, F.W., Zemansky, M. W., Young, H. D., Freedman, R. A., *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 2*, Erlangga: Jakarta, 2001.
- [12] Sears, Soedarjana, *Mekanika Panas Bunyi*, Diwantara : Bandung, 1963.
- [13] Sutrisno, *Seri Fisika Dasar Gelombang dan Optik*, ITB :Bandung, 1979.
- [14] Suwondo, N., Perancangan Sistem Elektronik Penentu Parameter Sinyal Berbasis PC, *Journal Penelitian dan Kajian Ilmiah MIPA*, Vol. 2. N0. 1, 2003.
- [15] Sulistyono, Setyono P., *Intisari Fisika*, Pustaka Setia: Bandung, 2003.
- [16] Tipler, P.A, *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 1*, Erlangga: Jakarta, 2001.
- [17] Widagdo, M., *Buku Pelajaran Fisika Jilid 2*, Jakarta: Erlangga, 1984.

