

Penerapan Pohon dan Modulo untuk Menentukan Akor Triad

Zulhendra Valiant Janir (13510045)
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13510045@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Dalam penerapannya, keharmonisan akor musik melodis dapat ditelaah dari nada pembangunnya. Jika susunan nadanya benar, maka akan didapatkan output audio yang harmonis dengan suasana tertentu. Dengan menggunakan konsep pemetaan melalui pohon dan modulo, jenis akor dalam musik dapat dibedakan dalam empat jenis akor dan nada berulangnya dapat didefinisikan sebagai suatu nada umum yang spesifik. Begitu pula jika ingin mengomposisikan sebuah lagu sederhana, maka diperlukan identifikasi dan teori untuk menyusun berbagai nada sesuai keinginan komposer.

Kata kunci—Akor, modulo, nada, pohon.

I. PENDAHULUAN

Ilmu harmoni dalam pendekatan musik merupakan ilmu untuk menyusun dan menyambung akor-akor. Harmoni juga dapat diartikan sebagai paduan nada yang dibunyikan bersamaan.

Harmoni termasuk unsur terpenting dalam kajian musik. Dalam penerapannya ilmu harmoni harus dilakukan secara intens dan kontinu. Dalam permainan musik, adanya penyusunan akor-akor yang baik akan menimbulkan keindahan dan dapat digunakan untuk menyelenggarakan sebuah permainan musikal.

Dengan mempelajari keharmonian musik, sebuah media penyelenggara yang mampu untuk memberikan informasi tentang harmoni dalam lingkup akor.

II. DASAR TEORI

Untuk membuat sebuah algoritma detektor akor beserta nada utamanya, dibutuhkan sketsa serta perhitungan struktur pemrosesan input menjadi sebuah output yang diinginkan. Dalam aplikasinya, dibutuhkan pengertian dari konsep modulo, pohon, dan akor.

A. Modulo

Aritmetika modulo memainkan peranan yang penting dalam komputasi integer. Operator yang digunakan pada aritmetika modulo adalah **mod**. Operator mod, jika digunakan pada pembagian bilangan bulat, memberikan

sisa pembagian. Misalnya 23 dibagi 5 memberikan hasil = 4 dan sisa = 3, sehingga dapat ditulis $23 \bmod 5 = 3$. Definisi operator mod dinyatakan sebagai berikut:

Misalkan a adalah bilangan bulat dan m adalah bilangan bulat positif. Operasi $a \bmod m$ memberikan sisa jika a dibagi dengan m . Dengan kata lain $a \bmod m = r$ sedemikian sehingga $a = nm + r$, $0 \leq r < m$.

B. Pohon

Pohon adalah graf khusus. Definisi pohon adalah sebagai berikut:

Pohon adalah graf tak berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit.

Menurut definisi tersebut ada dua sifat penting pada pohon, yaitu terhubung dan tidak mengandung sirkuit.

C. Akor

Akor merupakan nama sebuah paduan banyak nada yang menghasilkan suara bernuansa tertentu. Akor biasanya terdiri dari tiga nada, yaitu trinada (triad). Namun, dalam perkembangan akor, akor telah diketahui dapat terdiri lebih dari tiga nada.

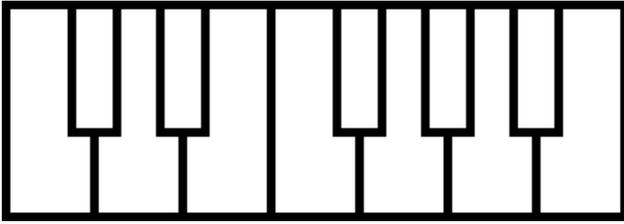
Cara membangun sebuah akor adalah dengan menentukan nada alas (nada utama), kemudian nada kedua (ters), dan nada ketiga (kwint). Cara tersebut akan menghasilkan jenis akor :

1. Mayor berinterval 2 + 1.5 bernuansa semangat
2. Minor berinterval 1.5 + 2 bernuansa sedih
3. Augmented berinterval 2 + 2 bernuansa luar biasa
4. Diminished berinterval 1.5 + 1.5 bernuansa misterius

III. APLIKASI PENGGUNAAN DETEKTOR

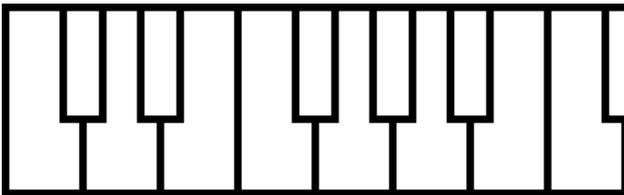
A. Penentuan Nilai pada Keyboard

Nada dalam musik memiliki dua belas macam nada, seperti yang terlihat pada gambar berikut.



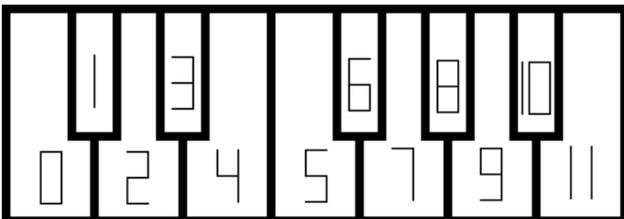
Gambar III-A-1 Keyboard pada alat musik

Nada-nada tersebut, secara berurutan dari kiri ke kanan adalah C, Cis/Des, D, Dis/Es, E, F, Fis/Ges, G, Gis/As, A, Ais/Bes, dan B. Namun, pada kenyataannya keyboard memiliki banyak kumpulan nada yang disebut oktaf. Bentuknya akan terlihat sebagai berikut.



Gambar III-A-2 Keyboard pada alat musik + C dan C#

Untuk *musical keyboard* dengan oktaf yang cukup banyak, penilaian nada hanya digunakan pada satu oktaf tertentu, sehingga didapatkan pemberian nilai sebagai berikut.



Gambar III-A-2 Keyboard pada alat musik dan nilainya

Pada gambar diketahui bahwa :

- 0 = C
- 1 = Cis/Des
- 2 = D
- 3 = Dis/Es
- 4 = E
- 5 = F
- 6 = Fis/Ges
- 7 = G
- 8 = Gis/As
- 9 = A
- 10 = Ais/Bes
- 11 = B

B. Konsep Modulo dalam Musical Keyboard

Dari Gambar 3-A-2 diketahui bahwa penilaian pada keyboard hanya berlaku pada nada di satu oktaf. Namun, dalam teori musik, perlakuan akor nada dengan oktaf berbeda adalah sama dengan perlakuan pada nada di oktaf yang sama walaupun hasil audionya tidak sama. Karena

bentuk keyboard pada gambar terus berulang tiap dua belas nada, maka didapatkan nilai modulonya, yaitu dua belas.

C. Klasifikasi Akor

Pada makalah ini, yang dibahas merupakan akor sederhana, yaitu akor dengan jumlah nada penyusunnya sama dengan tiga.

Berdasarkan landasan teori, didapat empat jenis akor, yaitu mayor, minor, augmented, dan diminished.

a. Mayor

Nada utama pada akor mayor berinterval 2 dan 3.5 terhadap nada kedua dan ketiganya.

Contoh:

$$C_{\text{mayor}} = C-E-G = 0-4-7$$

$$D_{\text{mayor}} = D-Fis-A = 2-6-9$$

$$Bb_{\text{mayor}} = Bes-D-F = 10-2-5$$

Dari C_{mayor} ke D_{mayor} , diketahui perubahan nilai tiap nadanya bertambah dua, hal ini akan terulang dan membentuk pola untuk tiap nada mayor. Dengan begitu, jumlah nilai ketiga nada tersebut bernilai $3n+2$. Dari rumus tersebut ditemukan bahwa nilai modulo 3 dari jumlah ketiga nadanya bernilai 2.

Contoh:

$$C_{\text{mayor}} \rightarrow (0+4+7) \bmod 3 = 2$$

$$D_{\text{mayor}} \rightarrow (2+6+9) \bmod 3 = 2$$

$$Bb_{\text{mayor}} \rightarrow (10+2+5) \bmod 3 = 2$$

b. Minor

Nada utama pada akor mayor berinterval 1.5 dan 3.5 terhadap nada kedua dan ketiganya.

Contoh:

$$C_{\text{minor}} = C-Es-G = 0-3-7$$

$$D_{\text{minor}} = D-F-A = 2-5-9$$

$$Bb_{\text{minor}} = Bes-Des-F = 10-1-5$$

Dari C_{minor} ke D_{minor} , diketahui perubahan nilai tiap nadanya bertambah dua, hal ini akan terulang dan membentuk pola untuk tiap nada minor. Dengan begitu, jumlah nilai ketiga nada tersebut bernilai $3n+1$. Dari rumus tersebut ditemukan bahwa nilai modulo 3 dari jumlah ketiga nadanya bernilai 1.

Contoh:

$$C_{\text{minor}} \rightarrow (0+3+7) \bmod 3 = 1$$

$$D_{\text{minor}} \rightarrow (2+5+9) \bmod 3 = 1$$

$$Bb_{\text{minor}} \rightarrow (10+1+5) \bmod 3 = 1$$

c. Augmented

Nada utama pada akor mayor berinterval 2 dan

4 terhadap nada kedua dan ketiganya.

Contoh:

$$\text{Caug} = \text{C-E-Gis} = 0-4-8$$

$$\text{Daug} = \text{D-Fis-Ais} = 2-6-10$$

Dari Caug ke Daug, diketahui perubahan nilai tiap nadanya bertambah dua, hal ini akan terulang dan membentuk pola untuk tiap nada augmented. Dengan begitu, jumlah nilai ketiga nada tersebut bernilai $3n$. Dari rumus tersebut ditemukan bahwa nilai modulo 3 dari jumlah ketiga nadanya bernilai 0.

Contoh:

$$\text{Caug} \rightarrow (0+4+8) \bmod 3 = 0$$

$$\text{Daug} \rightarrow (2+6+10) \bmod 3 = 0$$

Selisih antar nadanya bernilai $4n$.

Contoh:

$$\text{Caug} \rightarrow (0-4) = -4$$

$$(4-8) = -4$$

$$(0-8) = -8$$

$$\text{Daug} \rightarrow (2-6) = -4$$

$$(6-10) = -4$$

$$(2-10) = -8$$

d. Diminished

Nada utama pada akor mayor berinterval 1.5 dan 3 terhadap nada kedua dan ketiganya.

Contoh:

$$\text{Cdim} = \text{C-Dis-Ges} = 0-3-6$$

$$\text{Ddim} = \text{D-F-As} = 2-5-8$$

Dari Cdim ke Ddim, diketahui perubahan nilai tiap nadanya bertambah dua, hal ini akan terulang dan membentuk pola untuk tiap nada diminished. Dengan begitu, jumlah nilai ketiga nada tersebut bernilai $3n$. Dari rumus tersebut ditemukan bahwa nilai modulo 3 dari jumlah ketiga nadanya bernilai 0.

Contoh:

$$\text{Caug} \rightarrow (0+3+6) \bmod 3 = 0$$

$$\text{Daug} \rightarrow (2+5+8) \bmod 3 = 0$$

Selisih antar nadanya bernilai $3n$.

Contoh:

$$\text{Caug} \rightarrow (0-3) = -3$$

$$(3-6) = -3$$

$$(0-6) = -6$$

$$\text{Daug} \rightarrow (2-5) = -3$$

$$(5-8) = -3$$

$$(2-8) = -6$$

D. Penentuan Nada Utama

Dari ketiga nada, minimal pasti ada satu nada yang merupakan nada utama pembentuk akor. Jika diketahui tiga nada dan telah diketahui jenis akornya, maka nada utama pembentuk akornya dapat diketahui.

a. Mayor

Setelah diketahui ketiga nada membentuk akor mayor, kemudian selidiki pola akor utama dari ketiganya melalui hubungan antar nilai nada. Untuk kasus ini digunakan modulo 12 dari selisihnya agar hasilnya unik.

Contoh:

Misal: Nada pertama = a

Nada kedua = b

Nada ketiga = c

Nada utama C_{mayor} adalah C = 0

$$\text{C}_{\text{mayor}} = \text{C-E-G} = 0-4-7 \rightarrow a$$

$$= \text{C-G-E} = 0-7-4 \rightarrow a$$

$$= \text{E-G-C} = 4-7-0 \rightarrow c$$

$$= \text{E-C-G} = 4-0-7 \rightarrow b$$

$$= \text{G-C-E} = 7-0-4 \rightarrow b$$

$$= \text{G-E-C} = 7-4-0 \rightarrow c$$

$$(b-a) \bmod 12 = 4-0 = 4 \rightarrow a$$

$$= 7-0 = 7 \rightarrow a$$

$$= 7-4 = 3 \rightarrow c$$

$$= (0-4) \bmod 12 = 8 \rightarrow b$$

$$= (0-7) \bmod 12 = 5 \rightarrow b$$

$$= (4-7) \bmod 12 = 9 \rightarrow c$$

Kesimpulannya, jika hasil dari $(b-a) \bmod 12$

= 4 atau 7, maka a adalah nada utama

= 5 atau 8, maka b adalah nada utama

= 3 atau 9, maka c adalah nada utama

b. Minor

Setelah diketahui ketiga nada membentuk akor minor, kemudian selidiki pola akor utama dari ketiganya melalui hubungan antar nilai nada. Untuk kasus ini digunakan modulo 12 dari selisihnya agar hasilnya unik.

Contoh:

Misal: Nada pertama = a

Nada kedua = b

Nada ketiga = c

Nada utama C_{minor} adalah C = 0

$$\text{C}_{\text{minor}} = \text{C-Es-G} = 0-3-7 \rightarrow a$$

$$= \text{C-G-Es} = 0-7-3 \rightarrow a$$

$$= \text{Es-G-C} = 3-7-0 \rightarrow c$$

$$= \text{Es-C-G} = 3-0-7 \rightarrow b$$

$$= \text{G-C-Es} = 7-0-3 \rightarrow b$$

$$= \text{G-Es-C} = 7-3-0 \rightarrow c$$

$$(b-a) \bmod 12 = 3-0 = 3 \rightarrow a$$

$$= 7-0 = 7 \rightarrow a$$

$$\begin{aligned}
&= 7-3 = 4 \rightarrow c \\
&= (0-3) \bmod 12 = 9 \rightarrow b \\
&= (0-7) \bmod 12 = 5 \rightarrow b \\
&= (3-7) \bmod 12 = 8 \rightarrow c
\end{aligned}$$

Kesimpulannya, jika hasil dari $(b-a) \bmod 12$
 $= 3$ atau 7 , maka a adalah nada utama
 $= 5$ atau 9 , maka b adalah nada utama
 $= 4$ atau 8 , maka c adalah nada utama

c. Augmented

Untuk akor augmented, telah diketahui bahwa ketiga nadanya merupakan nada utama pembentuk akor, karena interval tiap nadanya berselang 2.

Contoh:

Misal: Nada pertama = a
 Nada kedua = b
 Nada ketiga = c
 Caug = C-E-Gis = 0-4-8
 Eaug = E-Gis-C = 4-8-0
 G#aug = Gis-C-E = 8-0-4

d. Diminished

Setelah diketahui ketiga nada membentuk akor diminished, kemudian selidiki pola akor utama dari ketiganya melalui hubungan antar nilai nada. Untuk kasus ini digunakan pembagian selisih dari modulo 12 selisihnya agar hasilnya unik

Contoh:

Misal: Nada pertama = a
 Nada kedua = b
 Nada ketiga = c
 Nada utama Cdim adalah $C = 0$
 Cdim = C-Es-Ges = 0-3-6 $\rightarrow a$
 $= C-Ges-Es = 0-6-3 \rightarrow a$
 $= Es-Ges-C = 3-6-0 \rightarrow c$
 $= Es-C-Ges = 3-0-6 \rightarrow b$

$$\begin{aligned}
&= \text{Ges-C-Es} = 6-0-3 \rightarrow b \\
&= \text{Ges-Es-C} = 6-3-0 \rightarrow c \\
&= (c-b) \bmod 12 / (b-a) \bmod 12 \\
&= 3/3 = 1 \rightarrow a \\
&= 9/6 = 1.67 \rightarrow a \\
&= 6/3 = 2 \rightarrow c \\
&= 6/9 = 0.67 \rightarrow b \\
&= 3/6 = 0.5 \rightarrow b \\
&= 3/9 = 0.33 \rightarrow c
\end{aligned}$$

Kesimpulannya, jika hasil dari $(c-b) \bmod 12 / (b-a) \bmod 12$
 $= 1$ atau 1.67 , maka a adalah nada utama
 $= 0.5$ atau 0.67 , maka b adalah nada utama
 $= 2$ atau 0.33 , maka c adalah nada utama

IV. POHON

Pada pemrograman detektor akor serta nada utamanya, diberikan batasan input dan output dan pemetaan menggunakan pohon.

A. Batasan Input dan Output

Berdasarkan keempat jenis akor triad tersebut, dibutuhkan input berupa nada yang berinterval minimal 1.5 antar nadanya. Angka 1.5 tersebut baik berupa interval atas dan interval bawah.

Selain itu, input harus merupakan tiga jenis nada yang berbeda. Dalam teori identifikasi akor triad, akor tidak dapat diidentifikasi jika masukan hanya mewakili kurang dari tiga nada, atau bahkan lebih dari tiga nada.

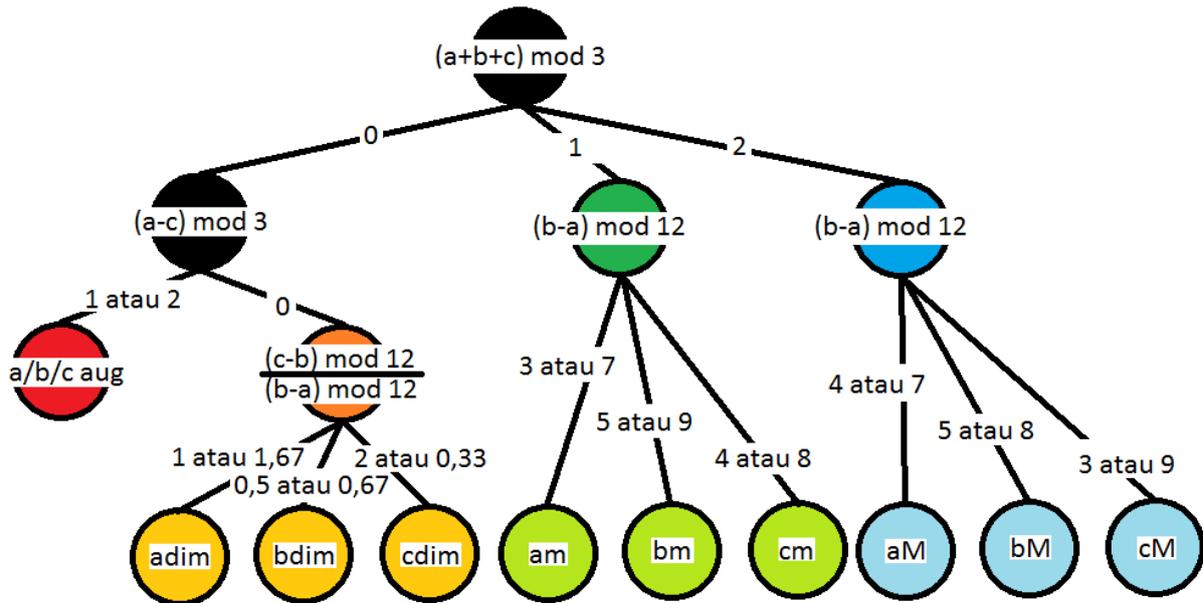
Hasil dari detektor berupa jenis akor, yaitu mayor/minor/augmented/diminished serta nada utamanya.

Contoh:

Input: C-D-F, A-Ges-C, B-G-E, F-As-D, Dis-Es-Ais, Cis-A-F
 Output: Invalid, Gbaug, Eminor, Ddim, Invalid, C#mayor

B. Pohon Keputusan

Input yang digunakan merupakan tiga buah nada yang kemudian dikonversi menjadi integer seperti pada Gambar III-A-2.



Gambar IV-B-1 Pohon keputusan

Merah mewakili augmented, kuning mewakili diminished, hijau mewakili minor, dan biru mewakili mayor. Output akan dikonversi dari bilangan integer menjadi nada beserta atribut akornya (aug/dim/m/M).

V. KESIMPULAN

Pemetaan fungsi klasifikasi penyusunan akor dapat dibentuk dengan sebuah sistem menggunakan teori matematika diskrit berupa pohon dan modulo. Maka, program yang berfungsi sebagai detektor akor dapat direalisasikan sesuai dengan dasar teori dan prosedur pembuatan program yang telah dijelaskan pada makalah ini. Selain itu, dengan mengembangkan berbagai algoritma penyusunan, pembuatan detektor jenis akor dengan kompleksitas yang tinggi pun dapat direalisasikan.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. 2008. "Diktat Kuliah IF2091 Struktur Diskrit", Bandung. Program Studi Teknik Informatika Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, hlm. V-13 s/d V-19 dan IX-1 s/d IX-4
- [2] m.kompasiana.com/post/edukasi/2010/12/25/kd-3-harmoni-struktur-lagu-and-ekspresi (11-12-11 19.36)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 11 Desember 2011

Zulhendra Valiant Janir (13510045)