



Fungsi Transposisi Modulo dan Penerapannya Pada Pencarian Susunan Tangga Nada dan Tingkatan Akor

Yuanita Wajongkere¹, Jullia Titaley¹, Yohanes A. R. Langi^{1*}

¹Jurusan Matematika–Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam–Universitas Sam Ratulangi Manado,Indonesia

*Corresponding author : varlangi@unsrat.ac.id

ABSTRAK

Dalam musik, transposisi bertujuan untuk menaik-turunkan nada, nada dasar, dan akor pada sebuah lagu. Penelitian ini bertujuan untuk mencari susunan tangga nada mayor dan minor juga tingkatan akor minor menggunakan fungsi transposisi modulo 12. Data yang digunakan adalah data tentang tangga nada mayor, minor asli, harmonis dan melodis, serta tingkatan akor minor. Setelah ke 12 nada dasar diubah ke bentuk *integer model of pitch*, dengan memanfaatkan fungsi transposisi $T_n(x) \equiv (x + n \text{ mod } 12)$, ditemukan keseluruhan susunan tangga nada dimulai dari tangga nada mayor pada nada dasar C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, dan B. Demikian juga, ditemukan keseluruhan susunan nada pada tangga nada minor asli, harmonis dan melodis untuk setiap nada dasar A#, B, C, C#, D, D#, E, F, F#, G, dan G#. Menggunakan fungsi transposisi yang sama, untuk x himpunan akor minor natural, harmonis dan melodis, ditemukan tingkatan akor minor lainnya mulai dari tingkatan akor minor asli/natural baik dari tingkatan ke I sampai tingkatan ke VII pada setiap akor dasar A#m, Bm, Cm, C#m, Dm, D#m, Em, Fm, F#m, Gm, dan G#m. Demikian juga untuk tingkatan akor harmonis dan melodis didapat keseluruhan tingkatan akor mulai dari akor dasar A#mM7, BmM7, CmM7, C#mM7, DmM7, D#mM7, EmM7, FmM7, F#mM7, GmM7, dan G#mM7. Hal ini penting agar lebih memudahkan seorang pemusik dalam memainkan melodi dan akor-akor penyusun sebuah lagu, bila nada dasarnya berpindah menjadi lebih tinggi atau rendah. Begitu juga sang penyanyi akan lebih mudah untuk menentukan nada dasar yang cocok pada sebuah lagu yang akan dinyanyikan sesuai dengan keinginan penyanyi.

INFO ARTIKEL

Diterima : 11 Desember 2018

Diterima setelah revisi : 29 Januari 2019

Tersedia online: 31 Januari 2019

Kata Kunci:

Fungsi Transposisi Modulo
Tangga Nada Mayor
Tangga Nada Minor
Tingkatan Akor Minor
Integer Model Of Pitch

1. PENDAHULUAN

Matematika berkaitan erat dengan seni musik. Bahkan para ahli matematika pun menyukai bahkan berbakat dalam bidang musik seperti Pythagoras yang adalah seorang pemain lira, dan George Cantor yang merupakan pecinta musik serta Democritus matematikawan Yunani yang juga menjadi pelopor untuk mempelajari teori musik. Ada banyak penelitian yang menemukan hubungan yang erat antara matematika dan musik. Misalnya, penerapan dimensi fraktal untuk klasifikasi laras pada musik gamelan dengan menggunakan metode Highuci [5]. Terdapat pengaruh yang signifikan, musik klasik terhadap hasil dan aktivitas belajar matematika siswa [2]. Matematika dan musik juga memiliki keterkaitan yang erat dalam penentuan tangga nada dan akor pada sebuah lagu yang akan dinyanyikan oleh seseorang. Pada dasarnya jenis suara manusia dibedakan menjadi menjadi soprano, mezzo soprano, dan alto pada suara wanita dewasa, dan tenor, bariton dan bass pada suara pria dewasa. Dalam menyanyikan sebuah lagu, jenis suara merupakan pertimbangan yang sangat penting. Seorang alto dengan wilayah suara F3-F5 akan merasa sulit menyanyi bila lagu yang akan dinyanyikan jangkauan nadanya berada di wilayah suara soprano yaitu yang memiliki wilayah suara dari C4-C6. Begitu juga dengan seorang pria akan merasa sulit ataupun

tidak bisa menyanyikan lagu dengan jangkauan nadanya berada di wilayah suara wanita. Persoalan seperti ini bisa diatasi dengan mentransposisi akor atau nada dasar pada lagu. Dalam seni musik, transposisi mengacu pada perubahan tangga nada atau akor menjadi lebih rendah atau lebih tinggi. Penelitian ini mengkaji tentang pencarian susunan tangga nada mayor dan minor dan tingkatan akor minor menggunakan rumus fungsi transposisi modulo 12 yang akan lebih memudahkan dalam menentukan nada dasar sebuah lagu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fungsi Modulo (Aritmetika Modulo)

Misalkan a adalah bilangan bulat dan m adalah bilangan bulat > 0 . Operasi $a \text{ mod } m$ (dibaca “ a modulo m ”) memberikan sisa jika a dibagi dengan m . Notasi: $a \text{ mod } m = r$ sedemikian sehingga $a = mq + r$, dengan $0 \leq r < m$. Bilangan m disebut modulus atau modulo, dan hasil aritmetika modulo m terletak di dalam himpunan $\{0, 1, 2, \dots, m - 1\}$. (Grillet, 2007).

Beberapa hasil operasi dengan operator modulo :

$$23 \text{ (mod } 5) = 3 \quad (23 = 5 \times 4 + 3)$$

$$27 \text{ (mod } 3) = 0 \quad (27 = 3 \times 9 + 0)$$

2.2 Rumus Fungsi Transposisi

Dalam seni musik, transposisi mengacu pada perubahan tangga nada atau akor menjadi lebih rendah atau lebih tinggi. Sedangkan dalam matematika transposisi dapat didefinisikan sebagai fungsi modulo.

Definisi :

Misalkan n adalah bilangan bulat modulo 12 maka fungsi $T_n: \mathbb{Z}_{12} \rightarrow \mathbb{Z}_{12}$ didefinisikan dengan rumus :

$$T_n(x) \equiv (x + n(\text{mod } 12)) [1]$$

yang mana \mathbb{Z}_{12} himpunan bilangan bulat n modulo 12.

Keterangan:

$n = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots, 11$

$x =$ anggota himpunan trinada dalam akor atau himpunan nada-nada pada tangga nada

\mathbb{Z}_{12} adalah bilangan bulat pada nada modulo 12 yang digunakan oleh musisi dan matematikawan. Atau sering disebut *the set of integer mod 12*.

2.3 Tangga Nada Diatonis Mayor

Tangga nada diatonis mayor adalah susunan nada-nada yang mempunyai jarak 1 semitone pada nada ke 3 - 4, dan ke 7 - 1 (oktaf), dan jarak nada-nada yang lain adalah 1 tone (whole-tone). Tangga nada mayor natural adalah tangga nada mayor yang seluruh nada-nadanya belum mengalami perubahan. Susunan tangga nada mayor yang belum mengalami perubahan (natural), merupakan nada-nada papan putih pada alat musik piano (keyboard).



Gambar 1. Tangga Nada Diatonis Mayor Natural

Oleh karena tangga nada tersebut dimulai dari C (sebagai tonika), maka tangga nada mayor natural disebut juga tangga nada C Mayor (C=do).

Tabel 1. Susunan Tangga Nada Diatonis Mayor

Tanda Mula	Nada Dasar	SUSUNAN NADA							
Natural	C	C	D	E	F	G	A	B	C
Interval nada		1	1	$\frac{1}{2}$	1	1	1	$\frac{1}{2}$	1
Notasi angka		1	2	3	4	5	6	7	1
Solmisasi		Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Ti	Do

2.4 Tangga Nada Diatonis Minor

Tangga nada minor adalah salah satu tangga nada diatonik. Tangga nada ini tersusun oleh delapan not. Tangga nada minor dapat dilihat sebagai mode musik keenam dalam tangga nada mayor. Tangga nada minor kadangkala dianggap mempunyai bunyi yang cenderung lebih sedih dibandingkan dengan tangga nada mayor.

a. Tangga Nada Minor Asli

Tangga nada minor asli adalah tangga nada minor yang nada ke 2 - 3, dan ke 5 - 6 mempunyai jarak 1 semitone, dan jarak antara nada nada yang lain 1 tone (whole-tone). Sehingga nada-nada yang

tersusun dalam tanggana nada minor asli natural (tn. a minor asli), adalah : a - b - c - d - e - f - g - a :



Gambar 4. Tangga nada diatonis minor natural

Tabel 2. Susunan Tangga Nada Minor Asli

Tanda mula	Nada dasar	SUSUNAN NADA							
Natural	Am	A	B	C	D	E	F	G	A
Interval nada		1	$\frac{1}{2}$	1	1	$\frac{1}{2}$	1	1	
Notasi angka		6	7	1	2	3	4	5	6
Solmisasi		La	Ti	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La

b. Tangga Nada Minor Harmonis

Tangga nada minor harmonis adalah tangga nada minor asli, yang nada ke-7 nya dinaikkan 1 semitone. Sehingga nada-nada yang tersusun dalam tangga nada minor harmonis natural (tn. a m harmonis), adalah : a - b - c - d - e - f - gis - a.



Gambar 4. Tangga nada diatonis minor harmonis

Tabel 3. Susunan Tangga Nada Minor Harmonis

Tanda mula	Nada dasar	SUSUNAN NADA							
Harmonis	Am	A	B	C	D	E	Fis	G	A
Interval nada		1	$\frac{1}{2}$	1	1	1	$\frac{1}{2}$	1	
Notasi angka		6	7	1	2	3	4	5	6
Solmisasi		La	Ti	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La

c. Tangga Nada Minor Melodis

Tangga nada minor melodis adalah tangga nada minor asli, yang nada ke-6 dan nada ke-7 nya dinaikkan 1 semitone untuk naik / *ascending*, dan kembali natural untuk turun / *descending*. Sehingga nada-nada yang tersusun dalam tangga nada minor melodis natural (tn. a minor melodis), adalah : a - b - c - d - e - fis - gis - a - g - f - e - d - c - b - a



Gambar 5. Tangga Nada Diatonis Minor Melodis

Tabel 4. Susunan Tangga Nada Melodis Naik

Tanda mula	Nada dasar	SUSUNAN NADA							
Melodis naik	Am	A	B	C	D	E	Fis	Gis	A
Interval nada		1	$\frac{1}{2}$	1	1	1	1	$\frac{1}{2}$	
Notasi angka		6	7	1̇	2̇	3̇	4̇	5̇	6̇
Solmisasi		La	Ti	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La

2.5 Tingkatan Akor

Sama seperti nama-nama tingkatan nada dalam sebuah tangga nada, triad/akor juga mempunyai nama-nama tingkatan, yaitu :

- I : tonika
- II : supertonik
- III : median
- IV : subdominan
- V : dominan
- VI : submedian
- VII : leadingtone

Akor tonika, subdominan, dan dominan, dalam tangga nada mayor adalah akor-akor berkualitas mayor, dan akor supertonika, median, dan submedian, adalah akor-akor berkualitas minor. Sedangkan akor leadingtone, berkualitas diminished. Dalam tangga nada minor harmonis, akor tonika, dan subdominan, adalah akor-akor berkualitas minor, dan akor dominan, dan akor submedian, adalah akor-akor berkualitas mayor. Sedangkan akor leadingtone, berkualitas diminished.

a. Tingkatan Akor Diatonis Mayor

Dalam tangga nada mayor, tingkatan akornya adalah sebagai berikut [4] :

Tabel 5. Tingkatan Akor Diatonis Mayor

Tingkat Akor	Nama Tingkatan Akor	Akor	Keterangan
I	Tonika	C-E-G	C Mayor
II	Supertonika	D-F-A	d minor
III	Median	E-G-B	e minor
IV	Subdominan	F-A-C	F Mayor
V	Dominan	G-B-D	G Mayor
VI	Submedian	A-C-E	a minor
VII	Leading tone	B-D-F	B diminished

b. Tingkatan Akor Diatonis Minor Asli

Tabel 6. Tingkatan Akor Diatonis Minor Asli

Tingkat Akor	Nama Tingkatan Akor	Akor	Keterangan
I	Tonika	A-C-E	A minor
II	Supertonika	B-D-F	B diminished
III	Median	C-E-G	C Mayor
IV	Subdominan	D-F-A	D minor
V	Dominan	E-G-B	E minor
VI	Submedian	F-A-C	F Mayor
VII	Leading tone	G-B-D	G Mayor

c. Tingkatan Akor Diatonis Minor Harmonis

Tabel 7. Tingkatan Akor Diatonis Minor Harmonis

Tingkat Akor	Nama Tingkatan Akor	Akor	Keterangan
I	Tonika	A-C-E-G#	AmM7
II	Supertonika	B-D-F-A	Bm7b5
III	Median	C-E-G#-B	CM7#5
IV	Subdominan	D-F-A-C	Dm7
V	Dominan	E-G#-B-D	E7
VI	Submedian	F-A-C-E	FM7
VII	Leading tone	G#-B-D-F	G#dim7

d. Tingkatan Akor Diatonis Minor Melodis

Tabel 8. Tingkatan Akor Diatonis Minor Melodis

Tingkat Akor	Nama Tingkatan Akor	Akor	Keterangan
I	Tonika	A-C-E-G#	AmM7
II	Supertonika	B-D-F#-A	Bm7
III	Median	C-E-G#-B	CM7#5
IV	Subdominan	D-F#-A-C	D7
V	Dominan	E-G#-B-D	E7
VI	Submedian	F#-A-C-E	F#m7b5
VII	Leading tone	G#-B-D-F#	G#m7b5

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data tentang tangga nada dan tingkatan akor mayor dan minor. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam skripsi ini adalah teknik dokumenter atau studi literatur.

3.2 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengubah 12 nada kromatik mayor dan minor ke bentuk *integer model of pitch*.
2. Menentukan rumus fungsi transposisi pada pencarian susunan tangga nada.
3. Menerapkan rumus fungsi transposisi nada pada pencarian susunan tangga nada.
4. Menentukan rumus fungsi transposisi pada pencarian tingkatan akor
5. Menerapkan rumus fungsi transposisi akor pada pencarian tingkatan akor

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Mencari Susunan Tangga Nada Mayor

Dalam musik ada 12 macam nada, untuk itu ke-12 macam nada ini diubah kedalam bilangan bulat, dimana bilangan bulat tersebut ≥ 0 dan < 12 . Nada tersebut diubah agar dapat diterapkan aritmatika modulo. Hal ini disebut dengan *integer model of pitch*.

Tabel 9. Konversi Nada Pada Bilangan Bulat

Nada	Bilangan bulat
C	0
C#/Db	1
D	2
D#/Eb	3
E	4
F	5
F#/Gb	6
G	7
G#/Ab	8
A	9
A#/Bb	10
B	11

Berdasarkan Tabel 1, susunan tangga nada diatonis mayor natural (C=do) setelah dikonversikan ke bilangan bulat menjadi :

$$0 - 2 - 4 - 5 - 7 - 9 - 11 - 0$$

Fungsi transposisi untuk mencari susunan tangga nada mayor adalah:

$$T_n x \equiv (x + n \pmod{12})$$

Dengan :

$$n = 0,1,2,3,4, \dots, 11$$

x = himpunan nada-nada tangga nada mayor natural

Menggunakan fungsi transposisi, transposisi nada berdasarkan tangga nada mayor natural didapat :

Tabel. 10 Susunan Tangga Nada untuk Semua Nada Dasar Mayor

NADA DASAR	SUSUNAN NADA
C	C-D-E-F-G-A-B-C
C#/Db	C#-D#-F-F#-G#-A#-C-C#
D	D-E-F#-G-A-B-C#-D
D#/Eb	D#-F-G-G#-A#-C-D-D#
E	E-F#-G#-A-B-C#-D#-E
F	F-G-A-A#-C-D-E-F
F#/Gb	F#-G#-A#-B-C#-D#-F-F#
G	G-A-B-C-D-E-F#-G
G#/Ab	G#-A#-C-C#-D#-F-G-G#
A	A-B-C#-D-E-F#-G#-A
A#/Bb	A#-C-D-D#-F-G-A-A#
B	B-C#-D#-E-F#-G#-A#-B

4.2 Mencari Susunan Tangga Nada Minor

Sama seperti pada tangga nada mayor, tangga nada minor dapat dikonversikan ke bilangan bulat, menjadi :

Tabel. 11 Konversi Nada Pada Bilangan Bulat

Nada	Bilangan bulat
A	0
A#/Bb	1
B	2
C	3
C#/Db	4
D	5
D#/Eb	6
E	7
F	8
F#/Gb	9
G	10
G#/Ab	11

Fungsi transposisi untuk mencari susunan tangga nada minor adalah:

$$T_n x \equiv (x + n \pmod{12})$$

Dengan :

$$n = 0,1,2,3,4, \dots, 11$$

x =himpunan nada-nada tangga nada minor

a. Mencari Susunan Tangga Nada Diatonis Minor Asli

Berdasarkan Tabel 2, susunan tangga nada diatonis minor asli setelah dikonversikan ke bilangan bulat menjadi :

$$0 - 2 - 3 - 5 - 7 - 8 - 10 - 0$$

Dengan menggunakan fungsi transposisi, susunan tangga nada minor asli adalah sebagai berikut:

Tabel. 12 Susunan Tangga Nada untuk Semua Nada Dasar Minor Asli

NADA DASAR	SUSUNAN NADA
A	A-B-C-D-E-F-G-A
A#/Bb	A#-C-C#-D#-F-F#-G#-A#
B	B-C#-D-E-F#-G-A-B
C	C-D-D#-F-G-G#-A#
C#/Db	C#-D#-E-F#-G#-A-B-C#
D	D-E-F-G-A-A#-C-D
D#/Eb	D#-F-F#-G#-A#-B-C#-D#
E	E-F#-G-A-B-C-D-E
F	F-G-G#-A#-C-C#-D#-F
F#/Gb	F#-G#-A-B-C#-D-E-F#
G	G-A-A#-C-D-D#-F-G
G#/Ab	G#-A#-B-C#-D#-E-F#-G#

b. Mencari Susunan Tangga Nada Diatonis Minor Harmoni

Berdasarkan Tabel 3 susunan tangga nada diatonis minor harmoni setelah dikonversikan ke bilangan bulat menjadi :

$$0 - 2 - 3 - 5 - 7 - 8 - 11 - 0$$

Dengan menggunakan fungsi transposisi, susunan lengkap tangga nada minor harmoni adalah sebagai berikut:

Tabel 13. Susunan Tangga Nada untuk Semua Nada Dasar Minor Harmonis

NADA DASAR	SUSUNAN NADA
A	A-B-C-D-E-F-G#-A
A#/Bb	A#-C-C#-D#-F-F#-A-A#
B	B-C#-D-E-F#-G-A#-B
C	C-D-D#-F-G-G#-B-C
C#/Db	C#-D#-E-F#-G#-A-C-C#
D	D-E-F-G-A-A#-C#-D
D#/Eb	D#-F-F#-G#-A#-B-D-D#
E	E-F#-G-A-B-C-D#-E
F	F-G-G#-A#-C-C#-E-F
F#/Gb	F#-G#-A-B-C#-D-F-F#
G	G-A-A#-C-D-D#-F#-G
G#/Ab	G#-A#-B-C#-D#-E-G-G#

c. Mencari Susunan Tangga Nada Diatonis Minor Melodis

Berdasarkan Tabel 4 susunan tangga nada diatonis minor melodis setelah dikonversikan ke bilangan bulat menjadi :

0 - 2 - 3 - 5 - 7 - 9 - 11 - 0

Dengan menggunakan fungsi transposisi, susunan lengkap tangga nada minor Asli adalah sebagai berikut:

Tabel. 14 Susunan Tangga Nada untuk Semua Nada Dasar Minor Melodis

NADA DASAR	SUSUNAN NADA
A	A-B-C-D-E-F-G#-A
A#/Bb	A#-C-C#-D#-F-G-A-A#
B	B-C#-D-E-F#-G#-A#-B
C	C-D-D#-F-G-A-B-C
C#/Db	C#-D#-E-F#-G#-A#-C-C#
D	D-E-F-G-A-B-C#-D
D#/Eb	D#-F-F#-G#-A#-C-D-D#
E	E-F#-G-A-B-C#-D#-E
F	F-G-G#-A#-C-D-E-F
F#/Gb	F#-G#-A-B-C#-D#-F-F#
G	G-A-A#-C-D-E-F#-G
G#/Ab	G#-A#-B-C#-D#-F-G-G#

Berdasarkan hasil tersebut, terdapat masing-masing 12 susunan nada dasar pada tangga nada mayor, minor asli, minor harmonis, dan minor melodis, yang nantinya akan memudahkan seorang pemusik menentukan melodi yang akan dimainkan berdasarkan susunan nada dasar tersebut.

Selanjutnya akan dibahas tentang pencarian susunan tingkatan akor. Sebelumnya telah dikaji tentang penerapan fungsi transposisi akor dalam mencari akor-akor penyusun sebuah lagu pada tangga nada mayor dengan C Mayor sebagai akor dasar [3]. Dan pada kajian kali ini, akan dibahas tentang penerapan fungsi transposisi akor pada pencarian tingkatan akor tangga nada minor, baik pada tangga nada minor asli, harmonis, dan melodis.

4.3 Mencari Tingkatan Akor Minor

Fungsi transposisi untuk mencari tingkatan akor minor adalah :

$$T_n x \equiv (x + n \pmod{12})$$

Dengan :

$n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots, 11$

x =himpunan akor skala minor

a. Pencarian Tingkatan Akor Minor Tangga Nada Minor Asli

Berdasarkan Tabel 9 tingkatan akor minor asli adalah :

Am-Bdim-CM-Dm-Em-FM-GM

Menggunakan fungsi transposisi akor diperoleh :

Tabel 15. Tingkatan Akor untuk Semua Akor Dasar Minor Asli

NAMA AKOR (DASAR)	TINGKATAN AKOR MINOR ASLI						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Am	Am	Bdim	CM	Dm	Em	FM	GM
A#m	A#m	Cdim	C#M	D#m	Fm	F#M	G#M
Bm	Bm	C#dim	DM	Em	F#m	GM	AM
Cm	Cm	Ddim	D#M	Fm	Gm	G#M	A#M
C#m	C#m	D#dim	EM	F#m	G#m	AM	BM
Dm	Dm	Edim	FM	Gm	Am	A#M	CM
D#m	D#m	Fdim	F#M	G#m	A#m	BM	C#M
E	E	F#dim	GM	Am	Bm	CM	DM
Fm	Fm	Gdim	G#M	A#m	Cm	C#M	D#M
F#m	F#m	G#dim	AM	Bm	C#m	DM	EM
Gm	Gm	Adim	A#M	Cm	Dm	D#M	FM
G#m	G#m	A#dim	BM	C#m	D#m	EM	F#M

b. Pencarian Tingkatan Akor Minor Tangga Nada Minor Harmonis

Berdasarkan Tabel 10 tingkatan akor minor harmonis adalah :

AmM7-Bm7b5-CM7#5-Dm7-E7-FM7-G#dim7

Menggunakan fungsi transposisi akor maka didapat :

Tabel 16. Tingkatan Akor untuk Semua Akor Dasar Minor Harmonis

NAMA AKOR (DASAR)	TINGKATAN AKOR MINOR HARMONIS						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
AmM7	AmM7	Bm7b5	CM7#5	Dm7	E7	FM7	G#dim7
A#mM7	A#mM7	Cm7b5	C#M7#5	D#m7	F7	F#M7	G#dim7
BmM7	BmM7	C#m7b5	DM7#5	Em7	F#7	GM7	Adim7
CmM7	CmM7	Dm7b5	D#M7#5	Fm7	G7	G#M7	A#dim7
C#mM7	C#mM7	D#m7b5	EM7#5	F#m7	G#7	AM7	Bdim7
DmM7	DmM7	Em7b5	FM7#5	Gm7	A7	A#M7	Cdim7
D#mM7	D#mM7	Fm7b5	F#M7#5	G#m7	A#7	BM7	C#dim7
EmM7	EmM7	F#m7b5	GM7#5	Am7	B7	CM7	Ddim7
FmM7	FmM7	Gm7b5	G#M7#5	A#m7	C7	C#M7	D#dim7
F#mM7	F#mM7	G#m7b5	AM7#5	Bm7	C#7	DM7	Edim7
GmM7	GmM7	Am7b5	A#M7#5	Cm7	D7	D#M7	Fdim7
G#mM7	G#mM7	A#m7b5	BM7#5	C#m7	D#7	EM7	F#dim7

c. Pencarian Tingkatan Akor Minor Tangga Nada Minor Melodis

Berdasarkan Tabel 11 tingkatan Akor minor melodis adalah :

AmM7-Bm7-CM7#5-D7-E7-F#m7b5-G#m7b5

Menggunakan fungsi transposisi akor maka didapat :

Tabel 17. Tingkatan Akor untuk Semua Akor Dasar Minor Melodis

NAMA AKOR (DASAR)	TINGKATAN AKOR MINOR MELODIS						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
AmM7	AmM7	Bm7	CM7#5	D7	E7	F#m7b5	G#m7b5
A#mM7	A#mM7	Cm7	C#M7#5	D#7	F7	F#m7b5	G#m7b5
BmM7	BmM7	C#m7	DM7#5	E7	F#7	Gm7b5	Am7b5
CmM7	CmM7	Dm7	D#M7#5	F7	G7	G#m7b5	A#m7b5
C#mM7	C#mM7	D#m7	EM7#5	F#7	G#7	Am7b5	Bm7b5
DmM7	DmM7	Em7	FM7#5	G7	A7	A#m7b5	Cm7b5
D#mM7	D#mM7	Fm7	F#M7#5	G#7	A#7	Bm7b5	C#m7b5
EmM7	EmM7	F#m7	GM7#5	A7	B7	Cm7b5	Dm7b5
FmM7	FmM7	Gm7	G#M7#5	A#7	C7	C#m7b5	D#m7b5
F#mM7	F#mM7	G#m7	AM7#5	B7	C#7	Dm7b5	Em7b5
GmM7	GmM7	Am7	A#M7#5	C7	D7	D#m7b5	Fm7b5
G#mM7	G#mM7	A#m7	BM7#5	C#7	D#7	Em7b5	F#m7b5

Berdasarkan hasil tersebut, terdapat masing-masing 12 akor dasar bersama tingkatan akornya pada setiap tangga nada minor asli, harmonis dan melodis. Data tersebut akan lebih memudahkan pemusik dalam memainkan sebuah lagu saat akor-akornya berubah menjadi lebih tinggi atau rendah sesuai dengan wilayah suara penyanyi. Dan sekaligus membantu pemain musik menentukan akor-akor yang tepat dalam memainkan alat musik, saat susunan tangga nada/akor-akor penyusun lagu berubah nada dasar.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Susunan tangga nada mayor, minor asli, harmonis dan melodis dapat diperoleh menggunakan fungsi transposisi $T_n(x) \equiv (x + n \text{ mod } 12)$, untuk x = himpunan nada-nada pada tangga nada mayor, minor natural, harmonis dan melodis. Dimulai dari tangga nada mayor ditemukan keseluruhan susunan nada pada nada dasar C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, dan B. Demikian juga untuk susunan tangga nada minor asli, harmonis dan melodis ditemukan keseluruhan susunan nada pada nada dasar A#, B, C, C#, D, D#, E, F, F#, G, dan G#, untuk setiap tangga nada minor asli, harmonis dan melodis.

Selain itu, menggunakan fungsi transposisi yang sama, untuk x himpunan akor minor natural, harmonis dan melodis, ditemukan tingkatan akor minor lainnya mulai dari tingkatan akor minor asli/natural baik dari tingkatan ke I sampai tingkatan ke VII pada setiap akor dasar A#m, Bm, Cm, C#m, Dm, D#m, Em, Fm, F#m, Gm, dan G#m. Demikian juga untuk tingkatan akor harmonis dan melodis didapat keseluruhan tingkatan akor mulai dari akor dasar A#mM7, BmM7, CmM7, C#mM7, DmM7, D#mM7, EmM7, FmM7, F#mM7, GmM7, dan G#mM7.

Hasil penelitian ini akan lebih memudahkan seorang pemusik dalam memainkan melodi dan akor-akor penyusun sebuah lagu, bila nada dasarnya berpindah menjadi lebih tinggi atau rendah. Begitu juga sang penyanyi akan lebih mudah untuk menentukan nada dasar yang cocok pada sebuah lagu yang akan dinyanyikan.

5.2. Saran

Penulis dapat memberikan beberapa saran untuk penelitian lebih lanjut yaitu sebagai berikut :

1. Menerapkan rumus fungsi transposisi pada pencarian susunan tangga nada pentatonis atau tangga nada lainnya.
2. Menerapkan rumus fungsi transposisi akor untuk mencari tingkatan akor pada tangga nada pentatonis atau tangga nada lainnya.
3. Menggunakan aplikasi matematika seperti matlab untuk menghitung transposisi tangga nada dan akor.

REFERENSI

- [1] Fiore, Thomas M. 2009. *Music and Mathematics*. University Of Michigan, Michigan
- [2] Prakoso, Y. A., Hannifah, S. Maizora. 2017. Pengaruh Musik Klasik Terhadap Hasil dan Aktivitas Belajar Matematika Siswa Kelas VII di SMPN 2 Kota Bengkulu (Studi Ekperimen di SMPN 2 Sawah Lebar Kota Bengkulu). *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)* 1(1)
- [3] Sa'diyah, H. 2008. *Penerapan Fungsi Transposisi Akor Pada Perpindahan Tangga Nada*. [skripsi], Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri, Malang.
- [4] Sri Mudjilah, Hanna. 2010. Teori Musik 1. FBS UNY, Yogyakarta
- [5] Wulandari, I. N. dan D. Juniati. 2017. Penerapan Dimensi Fraktal Untuk Klasifikasi Laras Pada Musik Gamelan. *Jurnal Ilmiah Matematika* 3(6)

Yuanita Wajongkere
juanitawayongkere93@gmail.com



Lahir di Desa Tincep, Kecamatan Sonder, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara pada tanggal 07 Juni 1993. Menempuh pendidikan tinggi Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi Manado. Tahun 2018 adalah tahun terakhir ia menempuh studi. Makalah ini merupakan hasil penelitian skripsinya yang dipublikasikan.

Yohanes A. R. Langi (varlangi@unsrat.ac.id)



Pada tahun 1994, memperoleh gelar sarjana di Departemen Matematika, Fakultas MIPA Universitas Kristen Tomohon. Gelar magister bidang Biometrika Hutan diperoleh dari Departemen Biometrika, Institut Pertanian Bogor, pada tahun 2007. Menjadi dosen di departemen Matematika, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi Manado sejak tahun

2005 sampai sekarang dengan bidang keahlian yang ditekuni diantaranya; Proses Stokastik, Perancangan Percobaan, dan Biometrika.

Julia Titaley (july_titaley@unsrat.ac.id)



Pada tahun 1997, memperoleh gelar sarjana di Program Studi Matematika, Universitas Pattimura Ambon. Gelar Magister Sains diperoleh dari Universitas Gajah Mada pada tahun 2001. Menjadi dosen di Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi Manado sejak tahun 2002

sampai sekarang dengan bidang keahlian yang ditekuni diantaranya; Analisis, Aljabar, dan Geometri.