# FUNGSI TRANSPOSISI MODULO PADA PENERAPAN PENCARIAN JENIS AKOR DAN SUSUNAN TANGGA NADA DIATONIS

## SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Matematika
dalam Ilmu Matematika


Diajukan oleh:
**ZULYAS EKO WICAKSONO**
NIM: 1808046019


**PROGRAM STUDI MATEMATIKA**
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO**
**SEMARANG**
**2023**

**PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Zulyas Eko Wicaksono

NIM : 1808046019

Jurusan : Matematika

Menyatakan bahwa skripsi ini yang berjudul:

**Fungsi Transposisi Modulo pada Penerapan Pencarian Jenis Akor dan Susunan Tangga Nada Diatonis**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 1 April 2023

Pembuat Pernyataan


Zulyas Eko Wicaksono

NIM. 1808046019

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**
Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : Http://fst.walisongo.ac.id

**PENGESAHAN**

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : FUNGSI TRANSPOSISI MODULO PADA PENERAPAN PENCARIAN JENIS AKOR DAN SUSUNAN TANGGA NADA DIATONIS

Nama : Zulyas Eko Wicaksono

NIM : 1808046019

Jurusan : Matematika

Telah diujkan dalam ujian tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Matematika.

Semarang, 17 April 2023

DEWAN PENGUJI

| | |
|---|---|
| Ketua Sidang / Penguji,<br><br>**Yulia Romadiastri, S.Si., M.Sc.**<br>NIP.19810715 2005012008 | Sekretaris Sidang / Penguji,<br><br>**Dinni Rahma Oktaviani M.Si.**<br>NIP. 199410092019032017 |
| Penguji Utama I,<br><br>**Muji Suwarno M.Pd.**<br>NIP. 19931009201903101[illegible] | Penguji Utama II,<br><br>**A[illegible]s Riana Isnawati M.Sc.**<br>N[illegible]. 198510192019032014 |
| Pembimbing I,<br><br>**Yulia Romadiastri, S.Si., M.Sc.**<br>NIP.19810715 2005012008 | Pembimbing II,<br><br>**Nur Khasanah, M.Si.**<br>NIP. 199111212019032017 |

## NOTA PEMBIMBING I

Semarang, 1 April 2023

Yth. Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukakan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

| | |
|---|---|
| Judul | : Fungsi Transposisi Modulo Pada Penerapan Pencarian Jenis Akor dan Susunan Tangga Nada Diatonis |
| Nama | : Zulyas Eko Wicaksono |
| NIM | : 1808046019 |
| Program Studi | : Matematika |

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

**Pembimbing I,**

**Yulia Romadiastri, S.Si., M.Sc**

NIP. 19810715 2005012008

# NOTA PEMBIMBING II

Semarang, 1 April 2023

Yth. Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukakan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

| | |
|---|---|
| Judul | : Fungsi Transposisi Modulo Pada Penerapan Pencarian Jenis Akor dan Susunan Tangga Nada Diatonis |
| Nama | : Zulyas Eko Wicaksono |
| NIM | : 1808046019 |
| Program Studi | : Matematika |

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

**Pembimbing II,**

**Nur Khasanah, M.Si**

NIP. 199111212019032017

**Judul** : **Fungsi Transposisi Modulo Pada Penerapan Pencarian Jenis Akor dan Tangga Nada Diatonis**

**Penulis** : **Zulyas Eko Wicaksono**

**NIM** : **1808046019**


## ABSTRAK

Perpindahan pencarian tangga nada diatonis maupun jenis akor berkaitan dengan transposisi tangga nada yang melibatkan aritmatika modulo. Permasalahan ini menggunakan penerapan pada rumus fungsi transposisi $T_n(x) \equiv (x + n(mod 12))$ yang didapat dari perubahan 12 nada dasar (C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, B) menjadi bilangan bulat modulo 12 yang disebut *interger model of pitch*. Salah satu tangga nada yang digunakan dalam musik yaitu tangga nada diatonis. Tangga nada diatonis dibedakan menjadi dua, yaitu diatonis *major* dan diatonis *minor.* Adapun istilah akor yang merupakan gabungan tiga nada atau lebih yang tersusun dengan menghasilkan bunyi yang harmonis. Jenis akor yang digunakan dalam penelitian yaitu akor *major, minor, augmented, diminished, dominant, dan suspended.* Hasil penelitian menghasilkan suatu susunan tangga nada diatonis maupun susunan nada pada jenis – jenis akor dengan nada dasar yang berbeda.

**Kata Kunci**: Fungsi Transposisi Modulo, *Interger Model of Pitch,* Tangga Nada Diatonis, Jenis Akor

# KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

Puji syukur atas segala rahmat, karunia dan kemudahan yang diberikan Allah SWT. sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW. yang selalu dinantikan syafaatnya kelak di akhirat.

Dalam akhir dari proses penulisan dan penelitian untuk menempuh gelar Sarjana Ilmu Matematika di Universitas tercinta Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, dengan bangga mengucapkan terima kasih kepada semua rekan dan saudara yang telah memiliki peran penting sehingga laporan tugas akhir dengan judul **"Fungsi Transposisi Modulo pada Penerapan Pencarian Jenis Akor dan Tangga Nada Diatonis"** sehingga penulisan laporan ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Dengan demikian penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang Dr. H. Ismail, M. Ag.
2. Ketua Jurusan Matematika UIN Walisongo Semarang Ibu Emy Siswanah, M.Sc.

3. Dosen pembimbing dalam proses penyusunan skripsi Ibu Yulia Romadiastri, S.Si., M.Sc. dan Ibu Nur Khasanah, M.Si. yang telah melimpahkan kasih sayang, kesabaran dalam memberikan bimbingan, arahan, selama proses penulisan hingga terselesaikannya skripsi ini dengan baik.
4. Dosen wali Bapak Ahmad Aunur Rohman, M.Pd. yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan semangat selama proses perkuliahan.
5. Segenap Ibu dan Bapak dosen Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan bekal pengetahuan selama proses perkuliahan.
6. Kepada keluarga saya, Ibu Subiyati, Bapak Dudik Handoko, dan Diemas Aji Saputro yang telah memberikan semangat, motivasi, dukungan, doa, dan kebaikan lainnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi.
7. Kepada diri sendiri yang telah berjuang untuk menyelesaikan tanggung jawabnya sebagai mahasiswa.
8. Segenap teman-teman Matematika angkatan 2018 yang telah berjuang, belajar, saling support dan berbagi rasa yang sama selama di bangku perkuliahan.

9. Segenap keluarga besar kelurahan UKM Seni dan Budaya Genesa Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dari keluarga yang senantiasa memberi semangat dan dukungan.
10. Kepada teman-teman Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mandiri Inisiatif Terprogram (MIT) Ke-13 Kelompok 11 tahun 2022 Desa Sumberahayu, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal yang telah memberikan pengalaman, dan cerita unik yang berarti bagi penulis.
11. Kepada sahabat saya, Achmad Yusuf Naufal dan Dheva Yustisio yang telah membantu, memberi semangat, dan dukungan pada penulis dari awal berada di Semarang hingga saat ini.
12. Kepada teman – teman Eternal, Agung Wicaksono, dan Razan Karim yang mengajak dalam hal kebaikan.
13. Kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis tidak dapat memberikan balasan apapun selain ucapan terima kasih dan doa, semoga Allah senantiasa membalas semua kebaikan mereka dengan sebaik-baiknya balasan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran perbaikan yang membangun sangat di harapkan demi kesempurnaan skripsi ini dan semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

# DAFTAR ISI

## DAFTAR TABEL

## DAFTAR GAMBAR

# BAB I

# PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang Masalah

Matematika merupakan ilmu dasar yang sudah menjadi alat untuk mempelajari ilmu-ilmu yang lain. Oleh karena itu penguasaan terhadap matematika mutlak diperlukan dan konsep-konsep matematika harus dipahami dengan betul dan benar sejak dini. Hal ini karena konsep-konsep dalam matematika merupakan suatu rangkaian sebab akibat. Suatu konsep disusun berdasarkan konsep-konsep sebelumnya, dan akan menjadi dasar bagi konsep-konsep selanjutnya, sehingga pemahaman yang salah terhadap suatu konsep, akan berakibat pada kesalahan pemahaman terhadap konsep-konsep selanjutnya (Prihandoko, 2006).

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. Matematika dan musik juga mempunyai keterkaitan yang erat dalam penentuan tangga nada dan akor pada sebuah lagu yang akan dinyanyikan oleh seseorang (Langi et al., 2019).

Dalam seni musik terdapat istilah transposisi. Transposisi adalah pemindahan tangga nada dalam memainkan, menyanyikan, atau menuliskan sebuah lagu dari tangga nada aslinya, tetapi lagunya tetap sama. Penggunaan rumus fungsi transposisi akor diharapkan dapat diterapkan pada seni musik dengan menggunakan konsep fungsi transposisi modulo pada pembelajaran matematika, khususnya dalam mentransposisi akor-akor penyusun lagu sehingga pencapaian ketepatan nada dalam membawakan suatu lagu dapat diperoleh. Hal ini dapat dipenuhi jika pemilihan nada dasar sesuai dengan karakter suara seseorang yang membawakan suatu lagu (Sihombing & Simanjuntak, 2020).

Tangga nada dibagi menjadi beberapa jenis yaitu tangga nada diatonis, tangga nada kromatis, tangga nada enharmonis, dan tangga nada pentatonis. Di antara keempat tersebut hanya tangga nada diatonis yang umumnya sering digunakan karena lebih menarik, mudah untuk diikuti, dan dipelajari. Tangga nada diatonis dibagi menjadi dua macam yaitu tangga nada diatonis *major* dan diatonis *minor* (Keith, 1998). Tangga nada diatonis *major* dalam teori musik adalah sebuah tangga nada diatonis yang tersusun dari 7 nada dengan pola interval $1,1,\frac{1}{2},1,1,1,\frac{1}{2}$. Tangga nada diatonis *minor* adalah tangga nada diatonis yang tersusun dari 7 nada dengan pola interval $1,\frac{1}{2},1,1,\frac{1}{2},1,1$ (Achmad, 2007).

Adapula istilah akor merupakan gabungan dari beberapa nada yang dibunyikan sehingga menciptakan suara harmonis. Akor dapat dimainkan secara terputus – putus maupun bersamaan dalam sebuah lagu. Secara garis besar, akor dikategorikan menjadi beberapa jenis, antara lain: akor *major, minor, diminished, augmented, suspended, seventh,* dan lain-lain (Pangerang et al., 2015).

Seorang *arranger* pemula (orang pemula yang mengaransemen lagu) harus menguasai berbagai jenis akor paling tidak lima jenis akor dasar yaitu, akor *major, minor, diminished, augmented,* dan *dominant*. Seorang *arranger* juga sangat dianjurkan untuk meningkatkan pengetahuan akornya pada jenis akor yang komplek untuk menambah kekayaan mengenai nuansa akor yang diperlukan untuk meningkatkan kualitas dan variasi dalam mengaransemen. Pada tahap ini seorang *arranger* dianjurkan untuk menguasai pengembangan dari jenis akor, seperti akor *major 7, minor 7,* dan lain sebagainya (Sanjaya, 2013).

Dalam musik, transposisi bertujuan untuk menaik-turunkan nada, nada dasar, dan akor pada sebuah lagu (Langi et al., 2019). Penelitian ini menggunakan fungsi transposisi modulo 12 yang didapat dari susunan tangga nada yang berjumah 12, yaitu; C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, dan B. Modulo 12 diambil dari susunan tangga nada yang berjumlah 12. Bilangan bulat pada modulo 12 yang digunakan oleh musisi dan matematikawan atau sering disebut *the set of interger* mod 12 (Langi, 2019).

**Tabel 1.1 Bentuk *Interger Model of Pitch***

| **Akor** | **Bilangan** |
|---|---|
| C | 0 |
| C# | 1 |
| D | 2 |
| D# | 3 |
| E | 4 |
| F | 5 |
| F# | 6 |
| G | 7 |
| G# | 8 |
| A | 9 |
| A# | 10 |
| B | 11 |

Pada penelitian Arumsari (2016) telah berhasil diterapkan rumus fungsi pada transposisi akor *major* dan *minor* yang diterapkan dalam lagu nasional. Pada penelitian Syifa Khoerunnisa, Icih Sukarsih, Respitawulan (2019) telah melakukan penelitian terkait transposisi tangga nada pentatonik yang terdiri dari (1,2,3,4,5 (da, mi,na,ti,la)) pada lagu Ling Cangkeling dengan menggunakan rumus transposisi $T_n\,(x) \equiv (x + n(mod 5))$. Berdasarkan kedua penelitian tersebut, penulis memiliki konsep yaitu adanya keterkaitan antara konsep transposisi modulo terhadap beberapa jenis akor maupun susunan tangga nada diatonisnya.

Dalam menyanyikan sebuah lagu, faktor karakter suara sangat dipertimbangkan. Sebagai seorang penyanyi professional ataupun tuntutan profesi penyanyi harus bisa menyanyikan semua lagu walaupun nada asli yang dirasakan tidak sesuai dengan karakter suaranya. Hal ini dapat diatasi dengan mentransposisi dari nada dasar yang asli ke nada dasar yang mudah dijangkau oleh karakter suara penyanyi tersebut. Begitu juga seorang pemusik harus bisa mengikuti dan merubah progresi akor maupun melodi tangga nada pada nada dasar yang sesuai dengan karakter penyanyi. Pada permasalahan ini rumus fungsi transposisi berfungsi sebagai penyelesaian dari perpindahan nada dasar sehingga tidak menghasilkan suara yang fales dan nyaman saat didengarkan. Uraian tersebut menjadi alasan penulis membuat penelitian dengan judul "Fungsi Transposisi Modulo pada Penerapan Pencarian Jenis Akor dan Susunan Tangga Nada Diatonis".

## B. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang didapat adalah hubungan matematika dan musik. Salah satu pendekatan matematika dengan musik yaitu fungsi tansposisi modulo dalam menentukan susunan jenis – jenis akor dan susunan tangga nada diatonis dengan nada dasar yang berbeda. Dalam hal ini, transposisi tangga nada dan jenis – jenis akor digunakan untuk pencapaian ketepatan nada dalam membawakan suatu lagu. Hal ini dapat dipenuhi jika pemilihan nada dasar sesuai dengan karakter suara seseorang dalam membawakan suatu lagu.

## C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dipilih rumusan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan modulo dalam mentransposisi susunan tangga diatonis dengan nada dasar yang berbeda?
2. Bagaimana penerapan modulo dalam mentransposisi susunan nada pada jenis – jenis akor?

## D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui penerapan modulo dalam mentransposisi susunan tangga nada diatonis dengan nada dasar yang berbeda.
2. Untuk mengetahui penerapan modulo dalam mentransposisi susunan nada pada jenis – jenis akor.

## E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
   a. Penelitian ini memberikan tambahan ilmu pengetahuan tentang pendekatan matematika dengan musik.
   b. Penelitian ini juga dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya yang tertarik dengan model transposisi modulo.
2. Manfaat Praktis
   a. Bagi peneliti
      1) Mengaplikasikan mata kuliah bidang Aljabar khususnya teori bilangan yang pernah dipelajari dalam bangku perkuliahan.

2) Menumbuhkan semangat belajar matematika dengan pengaplikasian dalam musik.
3) Menambah wawasan tentang pendekatan matematika dengan musik.

b. Bagi pembaca
1) Menambah wawasan dalam perluasan ilmu matematika dan seni musik.
2) Membantu pembaca untuk perluasan ilmu matematika dan pengaplikasiannya.
3) Mempermudah pembaca yang tertarik dalam dunia musik dalam pencarian susunan nada pada jenis – jenis akor dan susunan tangga nada dengan nada dasar yang berbeda.

## F. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah susunan tangga nada diatonis dan susunan nada pada jenis akor dengan data awal satu nada dasar.
2. Penelitian ini menggunakan tangga nada diatonis yang meliputi diatonis *major* dan diatonis *minor.* Jenis akor meliputi *major, minor, augmented, diminished, dominant, dan suspended.* Akor *major* terdiri dari

*major, major 7,* dan *major 9.* Akor *minor* terdiri dari *minor, minor 7,* dan *minor 9.* Akor *augmented* terdiri dari *augmented, augmented +7,* dan *augmented +9.* Akor *dominant* terdiri dari *dominant 7* dan *dominant 9.* Akor *suspended* terdiri dari *suspended 2* dan *suspended 4.*

3. Metode analisis ini menggunakan rumus fungsi transposisi $T_n(x) \equiv (x + n(mod 12))$ (Langi et al., 2019).

# BAB II

# LANDASAN PUSTAKA

## A. Kajian Teori

### 1. Keterbagian

**Definisi 2.1**(Keterbagian) (Budhi, 2006)

Untuk setiap $a, b \in \mathbb{Z}$, $a$ dikatakan habis membagi $b$ jika ada $k \in \mathbb{Z}$ yang memenuhi $b = k.a$ dan dinotasikan $a|b$.

**Contoh 2.1** Diketahui $a = 2$ dan $b = 6$, berdasarkan Definisi 2.1, diketahui $b = k.a$ yang dinotasikan $a|b$. Maka $2|6$, artinya 6 habis dibagi 2, karena ada 3 yang memenuhi, yaitu $6 = 3 \times 2$.

Diketahui $a = 4$ dan $b = -16$, berdasarkan Definisi 2.1, diketahui $b = k.a$ yang dinotasikan $a|b$. Maka, $4| - 16$, artinya $-16$ habis dibagi 4, karena ada $-4$ yang memenuhi, yaitu $-16 = (-4) \times 4$.

**Definisi 2.2** (Algoritma Pembagian)(Budhi,2006)

Untuk setiap $a, b \in \mathbb{Z}$ ada tunggal bilangan $q$ dan $r$ sehingga $a = qb + r$, untuk $0 \leq r < b$.

Berdasarkan Definisi 2.2 tersebut, diketahui bilangan $q$ disebut hasil bagi, bilangan $r$ disebut sisa (residu) dan $q, r \in \mathbb{Z}$.

**Contoh 2.2** Diketahui $a = 11$ dan $b = 5$, berdasarkan Definisi 2.2, diketahui $a = qb + r, 0 \leq r < b$ Maka,

$11 = 5q + r$, nilai terdekat dari perkalian angka 5 yang menghasilkan angka tidak lebih dari 11 yaitu 10, karena $11 = 2 \times 5 + 1$ sehingga $q = 2$. Jadi hasil bagi = 2 dan sisa = 1.

2. **Kekongruenan**

**Definisi 2.3** (Kongruensi) (Budhi, 2006)

Jika ada $a, b \in \mathbb{Z}$ dan $m \in \mathbb{Z}^+$ membagi $a - b$, maka disebut $a$ kongruen $b$ modulo $m$, dan dinotasikan $a \equiv b \ (mod\ m)$ maka $m \mid (a - b)$. Jika $m \nmid (a - b)$, maka $a$ tidak kongruen dengan $b$ modulo $m$ dan dinotasikan $a \not\equiv b \ (mod\ m)$.

**Contoh 2.3** Diketahui $a = 25$ dan $b = 1$ dengan $mod\ 4$. Maka dituliskan $25 \equiv 1 \ (mod\ 4)$ sebab $4 \mid (25 - 1)$.

Diketahui $a = 28$ dan $b = 13$ dengan $mod\ 4$. Maka $28 \not\equiv 13 \ (mod\ 4)$ sebab $4 \nmid (28 - 13)$.

**Teorema 2.1** (Aritmatika Modulo) (Parwati, 2014; Hernadi, 2015).

Ambil $a, b, c$ dan $m$ bilangan bulat, maka:

a. $a \equiv a \ (mod\ m)$ (sifat reflektif).

Bukti: Misalkan $a \in \mathbb{Z}$ dan $m \in \mathbb{Z}$ akan ditunjukkan bahwa $a \equiv a \ (mod\ m)$.

Berdasarkan Definisi 2.3, $a \equiv b \ (mod\ m)$ jika dan hanya jika $m$ membagi $(a - b)$. Akan dibuktikan bahwa $m$ membagi $(a - a) = 0$. Karena $m$ membagi 0 untuk setiap bilangan bulat $m$, maka disimpulkan bahwa $a \equiv a \ (mod\ m)$ untuk setiap bilangan $a$ dan modulo $m$ yang diberikan. Oleh karena itu, sifat reflektif pada modulo terpenuhi, dan setiap bilangan adalah kongruen dengan dirinya sendiri modulo $m$. Contoh: $12 \equiv 12 \ (mod\ 9)$.

b. $a \equiv b \ (mod\ m)$ jika dan hanya jika $b \equiv a \ (\ mod\ m)$ (sifat simetris).

Bukti: Misalkan $a$ dan $b \in \mathbb{Z}$ dan $m \in \mathbb{Z}$ akan ditunjukkan bahwa jika $a \equiv b \ (mod\ m)$, maka $b \equiv a \ (mod\ m)$.

Berdasarkan Definisi 2.3, $a \equiv b \ (mod\ m)$ jika dan hanya jika $m$ membagi $(a - b)$. Kerena $m$ membagi $(a - b)$, dapat dituliskan dengan persamaan $(a - b) = k \times m$, $k \in \mathbb{Z}$. Akan ditunjukkan bahwa $(b - a)$ adalah kelipatan dari $m$, sehingga merubah tanda negatif menjadi positif pada persamaan $(a - b) = k \times m$.

$(b - a) = -1(a - b)$

$(b - a) = -k \times m$

Karena $-k$ menghasilkan bilangan bulat, maka $(b - a)$ adalah kelipatan dari $m$. Jadi, $b \equiv$

$a\ (mod\ m)$. Terbukti bahwa $a \equiv b\ (mod\ m)$ jika dan hanya jika $b \equiv a\ (\ mod\ m)$. Contoh: $8 \equiv 3\ (mod\ 5)$, maka $3 \equiv 8\ (mod\ 5)$.

c. Jika $a \equiv b\ (mod\ m)$ dan $b \equiv c\ (mod\ m)$, maka $a = c\ (mod\ m)$ (sifat transitif).

Bukti: misalkan $a, b$, dan $c \in \mathbb{Z}$ dan $m \in \mathbb{Z}$ akan dibuktikan bahwa jika $a \equiv b\ (mod\ m)$ dan $b \equiv c\ (mod\ m)$, maka $a \equiv c\ (mod\ m)$.

Berdasarkan Definisi 2.3, $a \equiv b\ (mod\ m)$ jika dan hanya jika $m$ membagi $(a - b)$, dan $b \equiv c\ (mod\ m)$ jika dan hanya jika m membagi $(b - c)$. Akan dibuktikan bahwa $a \equiv b\ (mod\ m)$ dan $b \equiv c\ (mod\ m)$. Dituliskan dengan persamaan:

$(a - b) = m \times k1, k1 \in \mathbb{Z}$ (persamaan 1)

$(b - c) = m \times k2, k2 \in \mathbb{Z}$ (persamaan 2)

Akan ditunjukkan bahwa $(a - c)$ adalah kelipatan dari $m$, dengan melakukan substitusi untuk $b$ di persamaan 1:

$(a - c) = (a - b) + (b - c)$

$(a - c) = (m \times k1) + (m \times k2)$

$(a - c) = m(k1 + k2)$

Karena $k1 + k2$ menghasilkan bilangan bulat, maka $(a - c)$ adalah kelipatan dari m. Jadi $a = c\ (mod\ m)$. Terbukti bahwa $a \equiv b\ (mod\ m)$ dan

$b \equiv c\ (mod\ m)$, maka $a = c\ (mod\ m)$. Contoh: $10\ \equiv 2(mod\ 4)$ dan $2 \equiv 6(mod\ 4)$, maka $10 \equiv 6\ (mod\ 4)$.

3. **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.

Misalkan $n$ adalah bilangan bulat modulo 12 maka fungsi $T_n: Z_{12} \rightarrow\ Z_{12}$. Didefinisikan dengan rumus:

$T_n(x) \equiv (x + n(mod 12))$

Yang mana $Z_{12}$, himpunan bilangan bulat $n$ modulo 12.

Keterangan:

$n\ =\ $ 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11

$x\ =\ $ anggota himpunan nada dalam akor atau himpunan nada-nada pada tangga nada diatonis.

$Z_{12}$ adalah bilangan bulat pada modulo 12 yang digunakan oleh musisi dan matematikawan atau sering disebut $the\ set\ of\ interger\ mod$ 12 (Langi et al., 2019).

4. **Tangga Nada Diatonis**

Tangga nada adalah susunan nada-nada secara alphabetis yang disusun ke atas, dari nada terendah ke nada tertinggi, maupun ke bawah, dari nada tertinggi ke nada terendah. Tangga nada diatonis adalah sebuah sistem tangga nada yang masing-masing nada dalam tangga nada tersebut mempunyai jarak 1 *tone*, dan 1 *semitone,* secara bervariasi. Ada 2 (dua) jenis tangga nada diatonis, yaitu tangga nada *major* dan tangga nada *minor* (Mudjilah, 2010).

a. Tangga nada diatonis *major* adalah susunan nada-nada yang mempunyai jarak 1 *semitone* pada nada ke 3 – 4, dan ke 7 – 1 , dan jarak nada-nada yang lain adalah 1 *tone* (Langi et al., 2019).

**Tabel 2.1 Tangga Nada Diatonis *Major* (Langi et al., 2019)**

| 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 | $\frac{1}{2}$ | |
| Notasi Angka | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | $\dot{1}$ |

b. Tangga nada *minor* adalah salah satu tangga nada diatonis. Tangga nada *minor* dapat dilihat sebagai mode musik keenam dalam tangga nada *major*. Tangga nada *minor* adalah tangga nada yang nada ke 2 – 3, dan ke 5 – 6 mempunyai jarak 1 *semitone*, dan jarak antara nada nada yang lain 1 *tone*.

Sehingga nada-nada yang tersusun dalam tangga nada *minor* adalah : a – b – c – d – e – f – g – a (Langi et al., 2019).

**Tabel 2.2 Tangga Nada Diatonis *Minor***

**(Langi et al., 2019)**

| 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 | $\dot{1}$ | $\dot{2}$ | $\dot{3}$ | $\dot{4}$ | $\dot{5}$ | $\dot{6}$ |

## 5. *Chord*/Akor

*Chord*/Akor merupakan gabungan dari tiga nada atau lebih yang dapat dimainkan secara bersamaan maupun tidak. Salah satu bentuk dari akor yang banyak digunakan adalah triad atau trinada yang terbentuk dari tiga nada. Jenis-jenis akor yang termasuk triad adalah sebagai berikut:

*a. Major*

*Chord major* dilambangkan dengan huruf kapital dari *chord* yang dimainkan, misalnya C, D, E. *Chord Major* terbentuk atas pola 1 – 3 – 5.

b. *Minor*

*Chord minor* dilambangkan dengan menuliskan huruf ‘m’ kecil sesudah huruf kapital dari chord yang dimainkan, misalnya Cm, Dm, Em. *Chord minor* terbentuk atas pola 1 – 3b – 5.

c. *Diminished*

*Chord diminished* dilambangkan dengan menambahkan ‘*dim*’ sesudah huruf kapital dari chord yang dimainkan. Misalnya B*dim*, F#*dim*. *Chord diminished* terbentuk atas pola 1 – 3b – 5b.

d. *Augmented*

*Chord augmented* dilambangkan dengan menambahkan ‘aug’ atau ‘+5’ sesudah huruf kapital dari chord yang dimainkan. Misalnya G+5, Caug. *Chord augmented* terbentuk atas pola 1 – 3 – 5#.

e. *Suspended*

*Chord suspended* dilambangkan dengan menambahkan ‘*sus4*’ atau ‘*sus2*’ sesudah huruf kapital dari chord yang dimainkan. Misalnya G*sus4*, Bb*sus2*. *Chord suspended 4* terbentuk atas pola 1 – 4 – 5, sedangkan *suspended 2* terbentuk atas pola 1 – 2 – 5 (Arieza, 2013).

## B. Hasil Penelitian yang Relevan

1. Peneltian dari Dame Ifa Sihombing, Ruth Mayasari Simanjuntak (2020) yang berjudul "ETNOMATEMATIKA DALAM TRANSPOSISI AKORD ENDE MANDIDENG". Pada jurnal tersebut peneliti melakukan penelitian terkait transposisi jenis akor *major* pada lagu daerah Ende Mandideng dengan konsep matematika dalam pengenalan budaya lokal khususnya budaya batak toba. Hasil penelitian yang didapat merubah nada dasar lagu daerah Edle Mandideng dari nada dasar F# menjadi D dengan rumus $T_n(x) \equiv x + n(mod 12)$ dengan tujuan agar budaya batak khusunya lagu – lagu tradisional tetap dilestarikan dan juga bukan hanya sebagai hiburan tetapi memiliki moral yang bermanfaat untuk kehidupan masyarakat.
2. Penelitian dari Syifa Khoerunnisa, Icih Sukarsih, Respitawulan (2008) yang berjudul "PENERAPAN FUNGSI TRANSPOSISI PADA PERPINDAHAN TANGGA NADA PENTATONIK". Pada jurnal tessebut peneliti melakukan penelitian terkait transposisi tangga nada pentatonis yang terdiri dari (1,2,3,4,5 (da,mi,na,ti,la)) pada lagu Ling Cangkeling dengan menggunakan rumus transposisi $T_n(x) \equiv x + n(mod 5)$. Hasil

penelitian yang didapat yaitu mentransposisikan notasi lagu Ling Cangkeling nada dasar pentatonik yang berbeda.

3. Penelitian dari Halimatus Sa'diyah (2008) yang berjudul "PENERAPAN FUNGSI TRANSPOSISI AKORD PADA PERPINDAHAN TANGGA NADA". Pada jurnal tersebut peneliti melakukan penelitian terkait transposisi akor dengan fungsi transposisi dengan rumus $T_n(x) \equiv x + n(mod12)$ dengan lagu nasional yang berjudul Bagimu Negeri dari berbagai nada dasar dengan tujuan mengetahui penerapan fungsi transposisi pada hasil perpindahan tangga nada dari C *major* menjadi A *major*, C *major* menjadi B *major*, C *major* menjadi F *major*, C *major* menjadi G *major*, dan C *major*, menjadi E *major*.
4. Penelitian dari Arumsari Putriaji Pribadi (2016) yang berjudul "APLIKASI PERSAMAAN KONGRUENSI PADA PERPINDAHAN TANGGA NADA PADA SEBUAH LAGU". Pada jurnal tersebut peneliti melakukan penelitian terkait perpindahan tangga nada dan antara akor *minor* dan akor *major*, dengan menggunakan fungsi transposisi dengan rumus $T_n(x) \equiv x + n(mod12)$ penerapan lagu nasional yang berjudul Gugur Bunga dan Hymne Guru dengan

tujuan menghasikan nada dasar yang berbeda. Hasil penelitian tersebut yaitu merubah akor "Gugur Bunga" dari A *minor* menjadi F *minor*, A *minor* menjadi G *minor*, A *minor* menjadi B *minor*, A *minor* menjadi C *minor*, A *minor* menjadi D *minor*, dan A *minor* menjadi E *minor* serta merubah akor "Hymne Guru" dari C *major* menjadi D *major*, C *major* menjadi E *major*, C *major* menjadi F *major*, C *major* menjadi G *major*, C *major* menjadi A *major*, C *major* menjadi B *major*.

5. Penelitian dari Suaefrizal (2011) yang berjudul "APLIKASI MATEMATIKA PADA TRANSPOSISI TANGGA NADA MUSIK" Pada jurnal tersebut peneliti melakukan penelitian terkait pencarian akor *major* dan *minor* pada lagu pop dari D'Masiv dengan menggunakan fungsi transposisi dengan rumus $T_n(x) \equiv x + n(mod 12)$ yang berjudul "Jangan Menyerah" untuk merancang aplikasi transposisi akord tangga nada dan mendapatkan susunan akor akor yang baru pada sebuah lagu. Hasil penelitian yang didapat yaitu merubah nada dasar lagu ''Jangan Menyerah'' dari akor F *major* menjadi E *major*, F *major* menjadi D *major*, F *major* menjadi C *major*, dan F *major* menjadi A *major*.

# BAB III

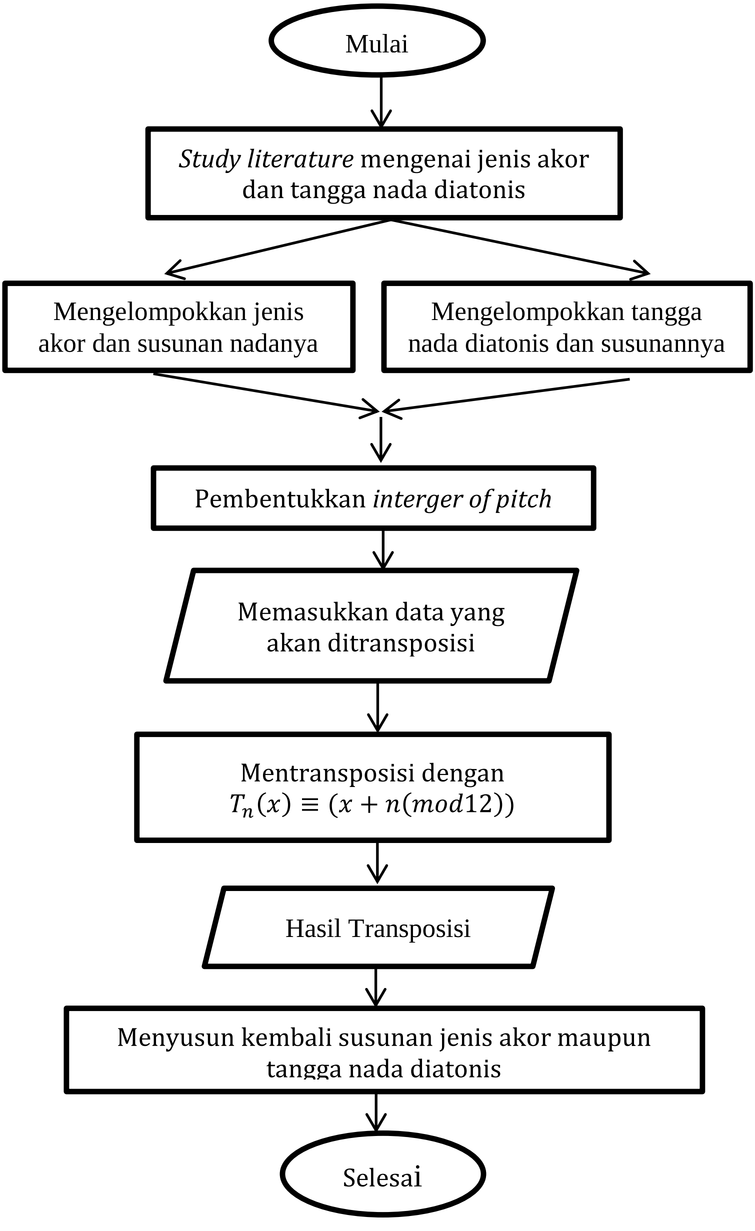
# METODE PENELITIAN

## A. Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan metode campuran (mixed). Pendekatan metode campuran ini digunakan dengan alasan untuk lebih memahami masalah penelitian dengan mengonvergensi (atau mentriangulasi) data kuantitatif yang berupa angka - angka dan data kualitatif yang berupa rincian-rincian deskriptif. Penelitian metode campuran merupakan pendekatan penelitian yang mengombinasikan atau mengasosiasikan bentuk kualitatif dan bentuk kuantitatif. Dengan kata lain pendekatan metode campuran adalah pendekatan yang menggabungkan dua pendekatan sekaligus yaitu pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif (Creswell, 2010).

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kepustakaan (*Library Research)*. Disebut penelitian kepustakaan karena data – data atau bahan – bahan yang diperlukan dalam menyelesaikan penelitian tersebut berasal dari perpustakaan baik berupa buku, ensiklopedi, kamus, jurnal, dokumen, majalah dan lain sebagainya

(Harahap, 2014). Penelitian ini menggunakan diagram alir pada Gambar 3.1.




**Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian**

## B. Sumber Data

Dalam penelitian ini sumber data diperoleh dengan cara mengumpulkan beberapa literatur sebagai panduan dalam mempelajari tangga nada maupun akor dalam dunia musik. Data berupa susunan nada pada tangga nada diatonis maupun susunan nada pada jenis – jenis akor.

## C. Analisis Data

Data yang diperolah akan dianalisa berkaitan dengan seni musik dan rumus fungsi transposisi. Pemasalahan yang dikaji adalah menyelesaikan perubahan tangga nada antar akor atau susunan tangga nada dengan rumus transposisi. Metode analisis ini menggunakan rumus fungsi transposisi $T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$.

Peneliti akan menggunakan metode penelitian fungsi transposisi mudulo tangga nada diatonis maupun jenis akor yang dapat dilakukan dengan langkah – langkah seba-gai berikut:

1. Mengumpulkan data yang telah dijadikan sumber penelitian berupa susunan nada pada tangga nada diatonis maupun susunan nada pada jenis akor.
2. Mengubah susunan nada ke dalam bentuk *interger model of pitch.*

3. Menerapkan rumus fungsi transposisi pada pencarian susunan tangga nada diatonis, maupun susunan nada pada jenis akor.
4. Menyusun kembali hasil susunan tangga nada diatonis maupun susunan nada pada jenis akor yang telah ditransposisi.

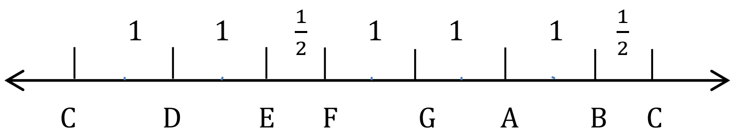
# BAB IV

# PEMBAHASAN

Bab ini mengkaji seni musik terutama dalam materi mentransposisi susunan akor dan tangga nada diatonis dengan menggunakan suatu fungsi yang dinamakan fungsi transposisi akor. Hal yang pertama kali dilakukan dalam mentransposisi akor antara lain merubah nada-nada ke dalam bentuk bilangan yang dinamakan dengan *interger model of pitch*, rumus fungsi transposisi akor maupun tangga nada diatonis, menyusun akor dengan menggunakan rumus fungsi transposisi.

## A. Pembentukan *Interger Model of Pitch*

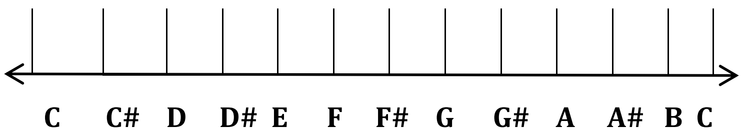
Dalam seni musik dikenal adanya not atau notasi yang merupakan tanda untuk menulis nada. Dalam musik terdapat perbedaan kelas nada yaitu (C,D,E,F,G,A,B) yang sering disebut satu oktaf dengan interval yang telah ditentukan yaitu $1,1,\frac{1}{2},1,1,1,\frac{1}{2}$. Interval tersebut akan lebih mudah jika digambarkan dengan garis bilangan.



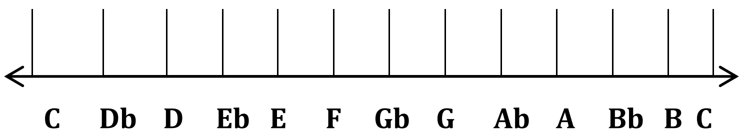

**Gambar 4.1 Nada Dasar Diatonis *Major***

Nada-nada tersebut dapat dinaikkan setengah laras. Nama nada yang dinaikkan setengah laras disimbolkan dengan tanda (#) disebut tanda kres atau sharp. Nama nada yang diturunkan setengah laras disimbolkan dengan $(b)$ disebut tanda mol atau flat.

Pengaruh dari nada yang dinaikkan atau diturunkan setengah laras adalah terdapat jumlah nada dalam musik yaitu 12 masing-masing mempunyai jarak interval yang sama yaitu $\frac{1}{2}$, nada-nadanya sebagai berikut :C, C#, D, D#, E, F, G, G#, A, A#, B.




**Gambar 4.2 Nada Kres/*Sharp***




**Gambar 4.3 Nada Mol/*Flat***

Perihal ini akan membahas tentang nada kres/*sharp* atau nada mol/*flat* yang jumlahnya 12. Dalam matematika ke 12 nada disebut anggota himpunan nada $(x)$ yang beranggotakan C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, B. Ke 12 nada tersebut kemudian dihubungkan dalam bentuk matematika dengan cara mengubahnya terlebih dahulu dalam bentuk bilangan bulat yang disebut *interger model of pitch* (bilangan bulat pada nada), sebagai yang dituliskan pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 *Interger Model of Pitch* (Langi et al., 2019)**

| **Akor** | **Bilangan** |
|---|---|
| C | 0 |
| C# = D*b* | 1 |
| D | 2 |
| D# = E*b* | 3 |
| E | 4 |
| F | 5 |
| F# = G*b* | 6 |
| G | 7 |
| G# = A*b* | 8 |
| A | 9 |
| A# = B*b* | 10 |
| B | 11 |

## B. Rumus Fungsi Transposisi

Transposisi dalam bermusik berfungsi untuk menentukan tinggi rendahnya nada dalam alunan musik, sedangkan dalam matematika fungsi transposisi dituliskan $T_n\ (x)\ \equiv\ (x + n\ mod\ 12)$, misalkan $n$ adalah bilangan bulat modulo 12 maka fungsi $T_n\colon Z_{12} \rightarrow Z_{12}$. Dituliskan dengan rumus:

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$

yang mana $Z_{12}$, himpunan bilangan bulat $n$ modulo 12.

$n$ = transposisi nada ke $n$ untuk $n$ = 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11

$x$ = himpunan nada-nada dalam akor atau himpunan nada-nada pada tangga nada.

Fungsi transposisi merupakan fungsi pemetaan $T_n$ yang memetakan $Z_{12}$ ke $Z_{12}$. Penjabaran dari rumus fungsi transposisi dengan $n = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11$ dituliskan pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Penjabaran dari Rumus Fungsi Transposisi**

| $n$ | Fungsi Transposisi |
|---|---|
| 0 | $T_0(x) \equiv \left(x + 0(mod12)\right)$ |
| 1 | $T_1(x) \equiv \left(x + 1(mod12)\right)$ |
| 2 | $T_2(x) \equiv \left(x + 2(mod12)\right)$ |
| 3 | $T_3(x) \equiv \left(x + 3(mod12)\right)$ |
| 4 | $T_4(x) \equiv \left(x + 4(mod12)\right)$ |
| 5 | $T_5(x) \equiv \left(x + 5(mod12)\right)$ |
| 6 | $T_6(x) \equiv \left(x + 6(mod12)\right)$ |
| 7 | $T_7(x) \equiv \left(x + 7(mod12)\right)$ |
| 8 | $T_8(x) \equiv \left(x + 8(mod12)\right)$ |
| 9 | $T_9(x) \equiv \left(x + 9(mod12)\right)$ |
| 10 | $T_{10}(x) \equiv \left(x + 10(mod12)\right)$ |
| 11 | $T_{11}(x) \equiv \left(x + 11(mod12)\right)$ |

**Tabel 4.3 Hubungan Susunan Nada Kres/*Sharp* dan *Interger Model of Pitch***

| **1** | **1#** | **2** | **2#** | **3** | **4** | **4#** | **5** | **5#** | **6** | **6#** | **7** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** |
| C | C# | D | D# | E | F | F# | G | G# | A | A# | B |

Tangga nada kres digunakan untuk menaikkan nada setengah. Contoh C# adalah C naik setengah nada.

**Tabel 4.4 Hubungan Susunan Nada Mol/*Flat* dan *Interger Model of Pitch***

| **1** | **2*b*** | **2** | **3*b*** | **3** | **4** | **5*b*** | **5** | **6*b*** | **6** | **7*b*** | **7** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** |
| C | D*b* | D | E*b* | E | F | G*b* | G | A*b* | A | B*b* | B |

Tangga nada mol digunakan untuk menurunkan nada setengah. Contoh D*b* adalah D turun setengah nada.

## C. Penerapan Fungsi Transposisi pada Tangga Nada Diatonis

Tangga nada diatonis terdapat suatu rangkaian tujuh nada yang berbeda dalam satu oktaf (do, re, mi, fa, sol, la, si). Tujuh nada tersebut diakhiri dengan satu nada yang berulang.

## 1. Tangga Nada Diatonis *Major*

**Tabel 4.5 Susunan Tangga Nada Diatonis *Major* (Langi et al., 2019)**

| 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 | $\frac{1}{2}$ | |
| Notasi Angka | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | $\dot{1}$ |

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi nada diatonis *major* yaitu dengan susunan nada diatonis pada nada dasar C yang mempunyai susunan C, D, E, F, G, A, B terdapat pada Tabel 4.5. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0, 2, 4, 5, 7, 9 , 11). Transposisi tangga nada diatonis *major* dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada diatonis *major* dengan nada dasar C atau (0 2 4 5 7 9 11) ($x = (\ 0\ 2\ \ 4\ 7\ 9\ 11)$) sebagai berikut:

Untuk $n\ =\ 0,\ x = (\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(0)\ \equiv \big(0 + 0(mod12)\big)\ \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(2)\ \equiv \big(4 + 0(mod12)\big)\ \equiv 2(mod12)$$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_0(4) \ \equiv (7 + 0(mod12)) \equiv 4(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_0(5) \ \equiv (0 + 0(mod12)) \ \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_0(7) \ \equiv (4 + 0(mod12)) \ \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_0(9) \ \equiv (7 + 0(mod12)) \equiv 9(mod12)$

$T_n(x) \ \equiv (x + n(mod12))$
$T_0(11) \equiv (7 + 0(mod12)) \equiv 11(mod12)$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = ($ 0 2 4 5 7 9 11), susunan tangga nada diatonis *major* dengan nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11) menjadi nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11).

Untuk $n = 1$, $x = ($ 0 2 4 5 7 9 11)

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_1(0) \ \equiv (0 + 1(mod12)) \ \equiv 1(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_1(2) \ \equiv (2 + 1(mod12)) \ \equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_1(4) \ \equiv (4 + 1(mod12)) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$

$T_1(5) \equiv (5 + 1(mod12)) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_1(7) \equiv (7 + 1(mod12)) \equiv 8(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_1(9) \equiv (9 + 1(mod12)) \equiv 10(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_1(11) \equiv (11 + 1(mod12)) \equiv 12(mod12)$
$\equiv 0(mod12)$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (\ 0\ 2\ 4\ 7\ 9\ 11)$, susunan tangga nada diatonis *major* dengan nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11) menjadi nada dasar C# (1 3 5 6 8 10 0).

Untuk $n = 2, x = (\ 0\ 2\ \ 4\ \ 5\ 7\ 9\ 11)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_2(0) \equiv (0 + 2(mod12)) \equiv 2(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_2(2) \equiv (2 + 2(mod12)) \equiv 4(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_2(4) \equiv (4 + 2(mod12)) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_2(5) \equiv (5 + 2(mod12)) \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_2(7) \equiv (7 + 2(mod12)) \equiv 9(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_2(9) \equiv \big(9 + 2(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_2(11) \equiv \big(11 + 2(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$
$\equiv 1(mod12)$

Jadi untuk $n = 2$, dan $x = (\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$, susunan tangga nada diatonis *major* dengan nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11) menjadi nada dasar D (2 4 6 7 9 11 1).

Untuk $n = 3, x = (\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_3(0) \equiv \big(0 + 3(mod12)\big) \equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_3(2) \equiv \big(2 + 3(mod12)\big) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_3(4) \equiv \big(4 + 3(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_3(5) \equiv \big(5 + 3(mod12)\big) \equiv 8(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_3(7) \equiv \big(7 + 3(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_3(9) \equiv \big(9 + 3(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$
$\equiv 0(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_3(11) \equiv (11 + 3(mod12)) \equiv 14(mod12)$
$\equiv 2(mod12)$

Jadi untuk $n = 3$, dan $x = (\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$, susunan tangga nada diatonis *major* dengan nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11) menjadi nada dasar D# (3 5 7 8 10 0 2).

Untuk $n = 4, x = (\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_4(0) \equiv (0 + 4(mod12)) \equiv 4(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_4(2) \equiv (2 + 4(mod12)) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_4(4) \equiv (4 + 4(mod12)) \equiv 8(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_4(5) \equiv (5 + 4(mod12)) \equiv 9(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_4(7) \equiv (7 + 4(mod12)) \equiv 11(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_4(9) \equiv (9 + 4(mod12)) \equiv 13(mod12)$
$\equiv 1(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_4(11) \equiv (11 + 4(mod12)) \equiv 15(mod12)$
$\equiv 3(mod12)$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$, susunan tangga nada diatonis *major* dengan nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11) menjadi nada dasar E (4 6 8 9 11 1 3).

Untuk $n = 5, x = (0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(0) \equiv \big(0 + 5(mod12)\big) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(2) \equiv \big(2 + 5(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(4) \equiv \big(4 + 5(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(5) \equiv \big(5 + 5(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(7) \equiv \big(7 + 5(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(9) \equiv \big(9 + 5(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(11) \equiv \big(11 + 5(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$, susunan tangga nada diatonis *major* dengan nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11) menjadi nada dasar F (5 7 9 10 0 2 4).

Untuk $n = 6$, $x = (\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(0) \equiv \big(0 + 6(mod12)\big) \equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(2) \equiv \big(2 + 6(mod12)\big) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(4) \equiv \big(4 + 6(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(5) \equiv \big(5 + 6(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$\begin{aligned} T_6(7) &\equiv \big(7 + 6(mod12)\big) \equiv 13(mod12) \\ &\equiv 1(mod12) \end{aligned}$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$\begin{aligned} T_6(9) &\equiv \big(9 + 6(mod12)\big) \equiv 15(mod12) \\ &\equiv 3(mod12) \end{aligned}$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$\begin{aligned} T_6(11) &\equiv \big(11 + 6(mod12)\big) \equiv 17(mod12) \\ &\equiv 5(mod12) \end{aligned}$$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$, susunan tangga nada diatonis *major* dengan nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11) menjadi nada dasar F# (6 8 10 11 1 3 5).

Untuk $n = 7, x = (\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(0) \equiv \big(0 + 7(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(2) \equiv \big(2 + 7(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(4) \equiv \big(4 + 7(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(5) \equiv \big(5 + 7(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(7) \equiv \big(7 + 7(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(9) \equiv \big(9 + 7(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(11) \equiv \big(11 + 7(mod12)\big) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$, susunan tangga nada diatonis *major* dengan nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11) menjadi nada dasar G (7 9 11 0 2 4 6).

Untuk $n = 8, x = (\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(0) \equiv \big(0 + 8(mod12)\big) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(2) \equiv \big(2 + 8(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(4) \equiv \big(4 + 8(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(5) \equiv \big(5 + 8(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(7) \equiv \big(7 + 8(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(9) \equiv \big(9 + 8(mod12)\big) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(11) \equiv \big(11 + 8(mod12)\big) \equiv 19(mod12)$$
$$\equiv 7(mod12)$$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$, susunan tangga nada diatonis *major* dengan nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11) menjadi nada dasar G# (8 10 0 1 3 5 7).

Untuk $n = 9, x = (\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(0) \equiv \big(0 + 9(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(2) \equiv \big(2 + 9(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(4) \equiv \big(4 + 9(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(5) \equiv \big(5 + 9(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(7) \equiv \big(7 + 9(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(9) \equiv \big(9 + 9(mod12)\big) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(11) \equiv \big(11 + 9(mod12)\big) \equiv 20(mod12)$$
$$\equiv 8(mod12)$$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$, susunan tangga nada diatonis *major* dengan nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11) menjadi nada dasar A (9 11 1 2 4 6 8).

Untuk $n = 10, x = (0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_{10}(0) \equiv \big(0 + 10(mod 12)\big) \equiv 10(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_{10}(2) \equiv \big(2 + 10(mod 12)\big) \equiv 12(mod 12)$$
$$\equiv 0(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_{10}(4) \equiv \big(4 + 10(mod 12)\big) \equiv 14(mod 12)$$
$$\equiv 2(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_{10}(5) \equiv \big(5 + 10(mod 12)\big) \equiv 15(mod 12)$$
$$\equiv 3(mod 12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_{10}(7) \equiv \big(7 + 10(mod 12)\big) \equiv 17(mod 12)$$
$$\equiv 5(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_{10}(9) \equiv \big(9 + 10(mod 12)\big) \equiv 19(mod 12)$$
$$\equiv 7(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_{10}(11) \equiv \big(11 + 10(mod 12)\big) \equiv 21(mod 12)$$
$$\equiv 9(mod 12)$$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$, susunan tangga nada diatonis *major* dengan nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11) menjadi nada dasar A# (10 0 2 3 5 7 9).

Untuk $n = 11,\ x = (0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(0) \equiv \big(0 + 11(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(2) \equiv \big(2 + 11(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(4) \equiv \big(4 + 11(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(5) \equiv \big(5 + 11(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(7) \equiv \big(7 + 11(mod12)\big) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(9) \equiv \big(9 + 11(mod12)\big) \equiv 20(mod12)$$
$$\equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(11) \equiv \big(11 + 11(mod12)\big) \equiv 22(mod12)$$
$$\equiv 10(mod12)$$

Jadi untuk $n = 11$, dan $x = (0\ 2\ 4\ 5\ 7\ 9\ 11)$, susunan tangga nada diatonis *major* dengan nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11) menjadi nada dasar B (11 1 3 4 6 8 10).

Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$ pada susunan tangga nada diatonis *major* menggunakan data awal susunan nada dasar C (0 2 4 5 7 9 11) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6 Diatonis *Major***

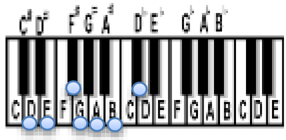
| Nada Dasar | Susunan nada diatonis *major* dalam musik | Susunan nada diatonis *major* dalam matematika |
|---|---|---|
| C | C – D – E –F – G – A- B | (0 2 4 5 7 9 11) |
| C#/Db | C#- D# - E# – F# - G# - A# - C | (1 3 5 6 8 10 0) |
| D | D – E – F#- G – A- B- C# | (2 4 6 7 9 11 1) |
| D#/Eb | Eb – F – G – Ab – Bb – C – D | (3 5 7 8 10 0 2) |
| E | E – F# - G# - A – B – C# - D# | (4 6 8 9 11 1 3) |
| F | F – G – A –Bb – C – D – E | (5 7 9 10 0 2 4) |
| F#/Gb | F# - G# - A# - B – C# - D# - F | (6 8 10 11 1 3 5) |
| G | G – A – B – C – D – E – F# | (7 9 11 0 2 4 6) |
| G#/Ab | G# - A# - B# – C# - D# - F – G | (8 10 0 1 3 5 7) |
| A | A – B – C# - D – E – F# - G# | (9 11 1 2 4 6 8) |
| A#/Bb | A# - C – D – Eb – F – G – A | (10 0 2 3 5 7 9) |
| B | B – C# - D# - E – F# - G# - A# | (11 1 3 4 6 8 10) |

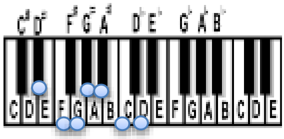
Berdasarkan Tabel 4.6 susunan tangga nada diatonis *major* dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.4 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan

mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.

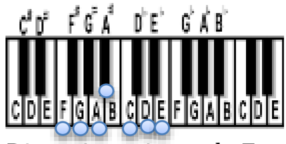

Diatonis *major* nada C


Diatonis *major* nada C#


Diatonis *major* nada D


Diatonis *major* nada D#


Diatonis *major* nada E

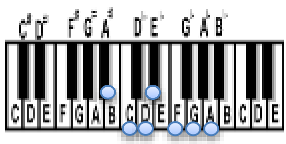

Diatonis *major* nada F

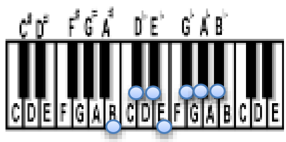

Diatonis *major* nada F#


Diatonis *major* nada G


Diatonis *major* nada G#


Diatonis *major* nada A


Diatonis *major* nada A#


Diatonis *major* nada B

**Gambar 4.4 Diatonis *Major* pada Piano**

## 2. Tangga Nada Diatonis *Minor*

**Tabel 4.7 Susunan Tangga Nada Diatonis *Minor* (Langi, 2019)**

| 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 | $\dot{1}$ | $\dot{2}$ | $\dot{3}$ | $\dot{4}$ | $\dot{5}$ | $\dot{6}$ |

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi nada diatonis *minor* yaitu dengan susunan nada diatonis pada nada dasar Am yang mempunyai susunan A, B, C, D, E, F, G, terdapat pada Tabel 4.7. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (9 11 0 2 4 5 7). Tansposisi tangga nada diatonis *minor* dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada diatonis *minor* dengan nada dasar Am atau (9 11 0 2 4 5 7) ($x =$ (9 11 0 2 4 5 7)) sebagai berikut:

Untuk $n = 0,\ x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_0(9) \equiv \left(7 + 0(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_0(11) \equiv \left(7 + 0(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_0(0) \ \equiv \big(0 + 0(mod12)\big) \ \equiv 0(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_0(2) \ \equiv \big(4 + 0(mod12)\big) \ \equiv 2(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_0(4) \ \equiv \big(7 + 0(mod12)\big) \equiv 4(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_0(5) \ \equiv \big(0 + 0(mod12)\big) \ \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_0(7) \ \equiv \big(4 + 0(mod12)\big) \ \equiv 7(mod12)$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$, susunan tangga nada diatonis *minor* dengan nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7) menjadi nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7).

Untuk $n = 1, x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_1(9) \ \equiv \big(9 + 1(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$

$T_n(x) \ \ \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_1(11) \equiv \big(11 + 1(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$
$\equiv 0(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_1(0) \ \equiv \big(0 + 1(mod12)\big) \ \equiv 1(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$

$T_1(2) \equiv \left(2 + 1(mod12)\right) \equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(4) \equiv \left(4 + 1(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(5) \equiv \left(5 + 1(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(7) \equiv \left(7 + 1(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$, susunan tangga nada diatonis *minor* dengan nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7) menjadi nada dasar A#m (10 0 1 3 5 6 8).

Untuk $n = 2, x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(9) \equiv \left(9 + 2(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(11) \equiv \left(11 + 2(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$
$\equiv 1(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(0) \equiv \left(0 + 2(mod12)\right) \equiv 2(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(2) \equiv \left(2 + 2(mod12)\right) \equiv 4(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(4) \equiv \left(4 + 2(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(5) \ \equiv \big(5 + 2(mod12)\big) \ \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(7) \ \equiv \big(7 + 2(mod12)\big) \ \equiv 9(mod12)$$

Jadi untuk $n \ = \ 2$, dan $x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$, susunan tangga nada diatonis *minor* dengan nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7) menjadi nada dasar Bm (11 1 2 4 6 7 9).

Untuk $n \ = \ 3, x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(9) \ \equiv \big(9 + 3(mod12)\big) \equiv 12(mod12) \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \ \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(11) \equiv \big(11 + 3(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(0) \equiv \big(0 + 3(mod12)\big) \ \equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(2) \equiv \big(2 + 3(mod12)\big) \ \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(4) \ \equiv \big(4 + 3(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(5) \ \equiv \big(5 + 3(mod12)\big) \ \equiv 8(mod12)$$
$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$

$T_3(7) \equiv \big(7 + 3(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$

Jadi untuk $n = 3$, dan $x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$, susunan tangga nada diatonis *minor* dengan nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7) menjadi nada dasar Cm (0 2 3 5 7 8 10).

Untuk $n = 4, x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(9) \equiv \big(9 + 4(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(11) \equiv \big(11 + 4(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(0) \equiv \big(0 + 4(mod12)\big) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(2) \equiv \big(2 + 4(mod12)\big) \equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(4) \equiv \big(4 + 4(mod12)\big) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(5) \equiv \big(5 + 4(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(7) \equiv \big(7 + 4(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$, susunan tangga nada diatonis *minor* dengan nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7) menjadi nada dasar C#m (1 3 4 6 8 9 11).

Untuk $n = 5, x = (9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(9) \equiv \big(9 + 5(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(11) \equiv \big(11 + 5(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(0) \equiv \big(0 + 5(mod12)\big) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(2) \equiv \big(2 + 5(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(4) \equiv \big(4 + 5(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(5) \equiv \big(5 + 5(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(7) \equiv \big(7 + 5(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$, susunan tangga nada diatonis *minor* dengan nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7) menjadi nada dasar Dm (2 4 5 7 9 10 0).

Untuk $n = 6, x = (9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(9) \equiv \big(9 + 6(mod12)\big) \equiv 15(mod12) \equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(11) \equiv \big(11 + 6(mod12)\big) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(0) \equiv \big(0 + 6(mod12)\big) \equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(2) \equiv \big(2 + 6(mod12)\big) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(4) \equiv \big(4 + 6(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(5) \equiv \big(5 + 6(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(7) \equiv \big(7 + 6(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$, susunan tangga nada diatonis *minor* dengan nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7) menjadi nada dasar D#m (3 5 6 8 10 11 1).

Untuk $n = 7, x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(9) \equiv \big(9 + 7(mod12)\big) \equiv 16(mod12) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(11) \equiv \big(11 + 7(mod12)\big) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(0) \equiv \big(0 + 7(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(2) \equiv \big(2 + 7(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(4) \equiv \big(4 + 7(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(5) \equiv \big(5 + 7(mod12)\big) \equiv 12(mod12) \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(7) \equiv \big(7 + 7(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$, susunan tangga nada diatonis *major* dengan nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7) menjadi nada dasar Em (4 6 7 9 11 0 2).

Untuk $n = 8, x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(9) \equiv \left(9 + 8(mod12)\right) \equiv 17(mod12) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(11) \equiv \left(11 + 8(mod12)\right) \equiv 19(mod12)$
$\equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(0) \equiv \left(0 + 8(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(2) \equiv \left(2 + 8(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(4) \equiv \left(4 + 8(mod12)\right) \equiv 12(mod12) \equiv 0(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(5) \equiv \left(5 + 8(mod12)\right) \equiv 13(mod12) \equiv 1(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(7) \equiv \left(7 + 8(mod12)\right) \equiv 15(mod12) \equiv 3(mod12)$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$ susunan tangga nada diatonis *minor* dengan nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7) menjadi nada dasar Fm (5 7 8 10 0 1 3).

Untuk $n = 9, x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_9(9) \equiv \left(9 + 9(mod12)\right) \equiv 18(mod12) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$

$$T_9(11) \equiv \big(11 + 9(mod12)\big) \equiv 20(mod12)$$
$$\equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(0) \equiv \big(0 + 9(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(2) \equiv \big(2 + 9(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(4) \equiv \big(4 + 9(mod12)\big) \equiv 13(mod12) \equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(5) \equiv \big(5 + 9(mod12)\big) \equiv 14(mod12) \equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(7) \equiv \big(7 + 9(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x =$ ( 9 11 0 2 4 5 7) susunan tangga nada diatonis *minor* dengan nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7) menjadi nada dasar F#m (6 8 9 11 1 2 4).

Untuk $n = 10, x =$ ( 9 11 0 2 4 5 7)

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(9) \equiv \big(9 + 10(mod12)\big) \equiv 19(mod12)$$
$$\equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(11) \equiv \big(11 + 10(mod12)\big) \equiv 21(mod12)$$
$$\equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(0) \equiv \big(0 + 10(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(2) \equiv \big(2 + 10(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(4) \equiv \big(4 + 10(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(5) \equiv \big(5 + 10(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(7) \equiv \big(7 + 10(mod12)\big) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$ susunan tangga nada diatonis *minor* dengan nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7) menjadi nada dasar Gm (7 9 10 0 2 3 5).

Untuk $n = 11, x = (\ 9\ 11\ 0\ 2\ 4\ 5\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(9) \equiv \big(9 + 11(mod12)\big) \equiv 20(mod12)$$
$$\equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(11) \equiv \big(11 + 11(mod12)\big) \equiv 22(mod12)$$
$$\equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(0) \equiv \big(0 + 11(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(2) \equiv \big(2 + 11(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(4) \equiv \big(4 + 11(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(5) \equiv \big(5 + 11(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(7) \equiv \big(7 + 11(mod12)\big) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 7(mod12)$$

Jadi untuk $n = 11$, dan $x =$ ( 9 11 0 2 4 5 7) susunan tangga nada diatonis *minor* dengan nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7) menjadi nada dasar A#m (8 10 11 1 3 4 6).

Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$ pada susunan tangga nada diatonis *minor* menggunakan data awal susunan nada dasar Am (9 11 0 2 4 5 7) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Tangga Nada Diatonis *Minor***

| Nada Dasar | Susunan nada diatonis *minor* dalam musik | Susunan nada diatonis *minor* dalam matematika |
|---|---|---|
| Am | A – B – C – D – E – F – G | (9 11 0 2 4 5 7) |
| A#m/Bbm | Bb – C – Db – Eb – F – Gb – Ab | (10 0 1 3 5 6 8) |
| Bm | B – C# - D – E – F# - G – A | (11 1 2 4 6 7 9) |
| Cm | C – D – Eb – F – G – Ab – Bb | (0 2 3 5 7 8 10) |
| C#m/Dbm | C# - D# - E – F# - G# - A – B | (1 3 4 6 8 9 11) |
| Dm | D – E – F – G – A – A# – C | (2 4 5 7 9 10 0) |
| D#m/Ebm | Eb – F – Gb – Ab – Bb – B – C# | (3 5 6 8 10 11 1) |
| Em | E – F# - G –A – B – C – D | (4 6 7 9 11 0 2) |
| Fm | F – G – Ab – Bb – C – Db – Eb | (5 7 8 10 0 1 3) |
| F#m | F# - G# - A – B – C#- D – E | (6 8 9 11 1 2 4) |
| Gm | G – A – Bb – C – D – Eb – F | (7 9 10 0 2 3 5) |
| G#m/Abm | G# - A# - B – C# - D# - E – F# | (8 10 11 1 3 4 6) |

Berdasarkan Tabel 4.8 susunan tangga nada diatonis *minor* dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.5 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.

Diatonis *minor* nada Am

Diatonis *minor* nada A#m

Diatonis *minor* nada Bm

Diatonis *minor* nada Cm

Diatonis *minor* nada C#m

Diatonis *minor* nada Dm

Diatonis *minor* nada D#m

Diatonis *minor* nada Em

Diatonis *minor* nada Fm

Diatonis *minor* nada F#m

Diatonis *minor* nada Gm

Diatonis *minor* nada G#m

**Gambar 4.5 Diatonis *Minor* pada Piano**

## D. Penerapan Fungsi Transposisi pada Jenis Akor

Data menggunakan data pada susunan nada dalam jenis – jenis akor dituliskan pada Tabel 4.9 yang menjelaskan penamaan akor berdasarkan susunan nadanya dan pengembangannya yang sederhana. Data akor yang digunakan pada penelitian ini berupa jenis akor *major, minor, augmented, diminished, dominant,* dan *suspended*.

**Tabel 4.9 Susunan Nada dalam Jenis – Jenis Akor (Hall Leonard, 2000)**

| Jenis Akor | Kualitas Nada | Susunan Nada | Nama Pengembangan Akor |
|---|---|---|---|
| *Major* | Natural | 1 – 3 – 5 | *Major* |
| | 7 | 1 – 3 – 5 – 7 | *Major 7* |
| | 9 | 1 – 3 – 5 – 7 – 9 | *Major 9* |
| *Minor* | Natural | 1 – 3*b* – 5 | *Minor* |
| | 7 | 1 – 3*b* – 5 – 7*b* | *Minor 7* |
| | 9 | 1 – 3*b* – 5 – 7*b* – 9 | *Minor 9* |
| *Augmented* | +5 | 1 – 3 – 5# | + |
| | 7b | 1 – 3 – 5# – 7*b* | +7 |
| | 9 | 1 – 3 – 5# – 7*b* – 9 | +9 |
| *Diminished* | Natural | 1 – 3*b* – 5*b* | *Diminished* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Dominant* | 7 | $1 - 3 - 5 - 7b$ | *Dominant 7* |
| | 9 | $1 - 3 - 5 - 7b - 9$ | *Dominant 9* |
| *Suspended* | 2 | $1 - 2 - 5$ | *Suspended 2* |
| | 4 | $1 - 4 - 5$ | *Suspended 4* |

## 1. Akor *Major*

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *major* yaitu dengan susunan nada akor *major* pada nada C *major* yang mempunyai susunan nada 1 – 3 – 5 (C – E – G) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 4 7). Tansposisi akor *major* dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *major* dengan nada C *major* atau (0 4 7) ($x = (0\ 4\ 7)$) sebagai berikut:

Untuk $n = 0, x = (0\ 4\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(0) \equiv \big(0 + 0(mod12)\big) \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(4) \equiv \big(4 + 0(mod12)\big) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(7) \equiv \big(7 + 0(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ 4\ 7)$, susunan nada C *major* (0 4 7) menjadi C *major* (0 4 7).

Untuk $n = 1, x = (0\ 4\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod12)) \equiv 1(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(4) \equiv \left(4 + 1(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(7) \equiv \left(7 + 1(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ 4\ 7)$, susunan nada C *major* (0 4 7) menjadi C# *major* (1 5 8).

Untuk $n = 2, x = (0\ 4\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(0) \equiv (0 + 2(mod12)) \equiv 2(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(4) \equiv \left(4 + 2(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(7) \equiv \left(7 + 2(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$

Jadi untuk $n = 2$, dan $x = (0\ 4\ 7)$, susunan nada C *major* (0 4 7) menjadi D *major* (2 6 9).

Untuk $n = 3, x = (0\ 4\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_3(0) \equiv (0 + 3(mod 12)) \equiv 3(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_3(4) \equiv \left(4 + 3(mod 12)\right) \equiv 7(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_3(7) \equiv \left(7 + 3(mod 12)\right) \equiv 10(mod 12)$$

Jadi untuk $n = 3$, dan $x = (0\ 4\ 7)$, susunan nada C *major* (0 4 7) menjadi D# *major* (3 7 10).

Untuk $n = 4, x = (0\ 4\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_4(0) \equiv (0 + 4(mod 12)) \equiv 4(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_4(4) \equiv \left(4 + 4(mod 12)\right) \equiv 8(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_4(7) \equiv \left(7 + 4(mod 12)\right) \equiv 11(mod 12)$$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ 4\ 7)$, susunan nada C *major* (0 4 7) menjadi E *major* (4 8 11).

Untuk $n = 5, x = (0\ 4\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_5(0) \equiv (0 + 5(mod 12)) \equiv 5(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$

$T_5(4) \equiv \left(4 + 5(mod 12)\right) \equiv 9(mod 12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_5(7) \equiv \left(7 + 5(mod 12)\right) \equiv 12(mod 12)$
$\equiv 0(mod 12)$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (0\ 4\ 7)$, susunan nada C *major* (0 4 7) menjadi F *major* (5 9 0).

Untuk $n = 6, x = (0\ 4\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_6(0) \equiv (0 + 6(mod 12)) \equiv 6(mod 12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_6(4) \equiv \left(4 + 6(mod 12)\right) \equiv 10(mod 12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_6(7) \equiv \left(7 + 6(mod 12)\right) \equiv 13(mod 12)$
$\equiv 1(mod 12)$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ 4\ 7)$, susunan nada C *major* (0 4 7) menjadi F# *major* (6 10 1).

Untuk $n = 7, x = (0\ 4\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_7(0) \equiv (0 + 7(mod 12)) \equiv 7(mod 12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_7(4) \equiv \left(4 + 7(mod 12)\right) \equiv 11(mod 12)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(7) \equiv \big(7 + 7(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (0\ 4\ 7)$, susunan nada C *major* (0 4 7) menjadi G *major* (7 11 2).

Untuk $n = 8, x = (0\ 4\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(0) \equiv (0 + 8(mod12)) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(4) \equiv \big(4 + 8(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(7) \equiv \big(7 + 8(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (0\ 4\ 7)$, susunan nada C *major* (0 4 7) menjadi G# *major* (8 0 3).

Untuk $n = 9$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(0) \equiv (0 + 9(mod12)) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(4) \equiv \big(4 + 9(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$

$T_9(7) \equiv \left(7 + 9(mod12)\right) \equiv 16(mod12)$
$\equiv 4(mod12)$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ 4\ 7)$, susunan nada C *major* (0 4 7) menjadi A *major* (9 1 4).

Untuk $n = 10, x = (0\ 4\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{10}(0) \equiv (0 + 10(mod12)) \equiv 10(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{10}(4) \equiv \left(4 + 10(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$
$\equiv 2(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{10}(7) \equiv \left(7 + 10(mod12)\right) \equiv 17(mod12)$
$\equiv 5(mod12)$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ 4\ 7)$, susunan nada C *major* (0 4 7) menjadi A# *major* (10 2 5).

Untuk $n = 11, x = (0\ 4\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{11}(0) \equiv (0 + 11(mod12)) \equiv 11(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{11}(4) \equiv \left(4 + 11(mod12)\right) \equiv 15(mod12)$
$\equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{11}(7) \equiv \left(7 + 11(mod12)\right) \equiv 18(mod12)$

$\equiv 6(mod12)$

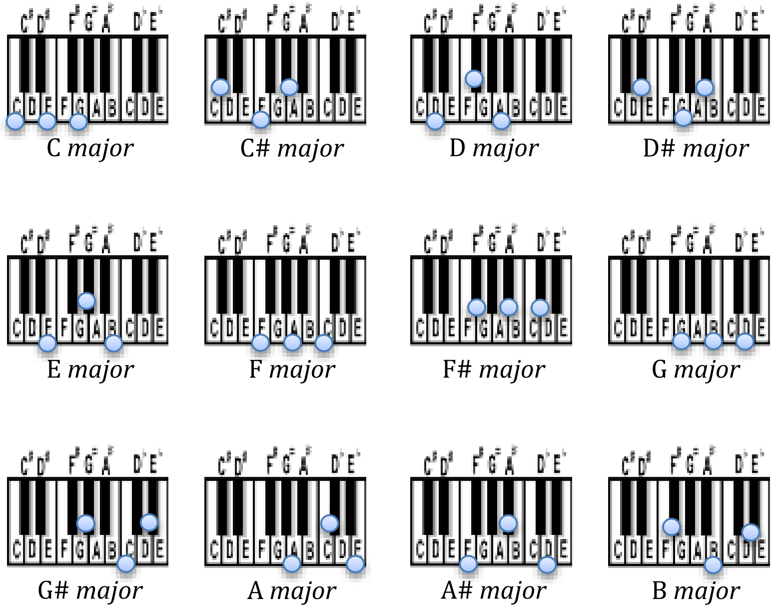
Jadi untuk $n = 11$, dan $x = (0\ 4\ 7)$, susunan nada C *major* (0 4 7) menjadi B *major* (11 3 6).

Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *major* (0 4 7) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10 Akor *Major***

| Nama | Nada *major* dalam musik | Nada *major* dalam matematika |
|---|---|---|
| C | C – E - G | (0 4 7) |
| C#/Db | C# - F – G# | (1 5 8) |
| D | D -  F# - A | (2 6 9) |
| D#/Eb | D# - G – A# | (3 7 10) |
| E | E – G# - B | (4 8 11) |
| F | F – A - C | (5 9 0) |
| F#/Gb | F# - A# - C# | (6 10 1) |
| G | G – B - D | (7 11 2) |
| G#/Ab | G# - C – D# | (8 0 3) |
| A | A – C# - E | (9 1 4) |
| A#/Bb | A# - D - F | (10 2 5) |
| B | B – D# - F# | (11 3 6) |

Berdasarkan Tabel 4.10 susunan nada pada akor *major* dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.6 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.




**Gambar 4.6 Akor *Major* pada Piano**

## 2. Akor *Major 7*

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *major 7* yaitu dengan susunan nada akor *major* 7 pada nada C *major 7* yang mempunyai susunan nada 1 – 3 – 5 – 7 (C – E - G – B) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 4 7 11). Tansposisi akor *major* 7 dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *major 7* dengan nada C *major 7* atau (0 4 7 11) ($x = (0\ 4\ 7\ 11)$) sebagai berikut:

Untuk $n = 0, x = (0\ 4\ 7\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(0) \equiv \left(0 + 0(mod12)\right) \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(4) \equiv \left(4 + 0(mod12)\right) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(7) \equiv \left(7 + 0(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(11) \equiv \left(11 + 0(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11)$, susunan nada C *maj7* (0 4 7 11) menjadi C *maj7* (0 4 7 11).

Untuk $n = 1, x = (0\ 4\ 7\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod12)) \equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(4) \equiv \left(4 + 1(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(7) \equiv \left(7 + 1(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(11) \equiv \left(11 + 1(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11)$, susunan nada C *maj7* (0 4 7 11) menjadi C# *maj7* (1 5 8 0).

Untuk $n = 2, x = (0\ 4\ 7\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(0) \equiv (0 + 2(mod12)) \equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(4) \equiv \big(4 + 2(mod12)\big) \equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(7) \equiv \big(7 + 2(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(11) \equiv \big(11 + 2(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

Jadi untuk $n = 2$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11)$, susunan nada C *maj7* (0 4 7 11) menjadi D *maj7* (2 6 9 1).

Untuk $n = 3, x = (0\ 4\ 7\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(0) \equiv (0 + 3(mod12)) \equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(4) \equiv \big(4 + 3(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(7) \equiv \big(7 + 3(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$$
$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$

$$T_3(11) \equiv \left(11 + 3(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 3$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11)$, susunan nada C *maj7* (0 4 7 11) menjadi D# *maj7* (3 7 10 2).

Untuk $n = 4, x = (0\ 4\ 7\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(0) \equiv (0 + 4(mod12)) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(4) \equiv \left(4 + 4(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(7) \equiv \left(7 + 4(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(11) \equiv \left(11 + 4(mod12)\right) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11)$, susunan nada C *maj7* (0 4 7 11) menjadi E *maj7* (4 8 11 3).

Untuk $n = 5, x = (0\ 4\ 7\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(0) \equiv (0 + 5(mod12)) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(4) \equiv \left(4 + 5(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$$
$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$

$$T_5(7) \equiv \left(7 + 5(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(11) \equiv \left(11 + 5(mod12)\right) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11)$, susunan nada C *maj7* (0 4 7 11) menjadi F *maj7* (5 9 0 4).

Untuk $n = 6, x = (0\ 4\ 7\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_6(0) \equiv (0 + 6(mod12)) \equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_6(4) \equiv \left(4 + 6(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_6(7) \equiv \left(7 + 6(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_6(11) \equiv \left(11 + 6(mod12)\right) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11)$, susunan nada C *maj7* (0 4 7 11) menjadi F# *maj7* (6 10 1 5).

Untuk $n = 7, x = (0\ 4\ 7\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_7(0) \equiv (0 + 7(mod12)) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_7(4) \ \equiv \big(4 + 7(mod 12)\big) \equiv 11(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_7(7) \equiv \big(7 + 7(mod 12)\big) \equiv 14(mod 12)$$
$$\equiv 2(mod 12)$$

$$T_n(x) \ \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_7(11) \equiv \big(11 + 7(mod 12)\big) \equiv 18(mod 12)$$
$$\equiv 6(mod 12)$$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11)$, susunan nada C *maj7* (0 4 7 11) menjadi G *maj7* (7 11 2 6).

Untuk $n = 8$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_8(0) \ \equiv (0 + 8(mod 12)) \ \equiv 8(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_8(4) \equiv \big(4 + 8(mod 12)\big) \equiv 12(mod 12)$$
$$\equiv 0(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_8(7) \equiv \big(7 + 8(mod 12)\big) \equiv 15(mod 12)$$
$$\equiv 3(mod 12)$$

$$T_n(x) \ \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$
$$T_8(11) \equiv \big(11 + 8(mod 12)\big) \equiv 19(mod 12)$$
$$\equiv 7(mod 12)$$

Jadi untuk $n = 8, dan\ x = (0\ 4\ 7\ 11)$, susunan n ada C *maj7* (0 4 7 11) menjadi G# *maj7* (8 0 3 7).

Untuk $n = 9, x = (0\ 4\ 7\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(0) \equiv (0 + 9(mod12)) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(4) \equiv \left(4 + 9(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(7) \equiv \left(7 + 9(mod12)\right) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(11) \equiv \left(11 + 9(mod12)\right) \equiv 20(mod12)$$
$$\equiv 8(mod12)$$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11)$, susunan nada C *maj7* (0 4 7 11) menjadi A *maj7* (9 1 4 8).

Untuk $n = 10, x = (0\ 4\ 7\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(0) \equiv (0 + 10(mod12)) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(4) \equiv \left(4 + 10(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(7) \equiv \left(7 + 10(mod12)\right) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \quad \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(11) \equiv \big(11 + 10(mod12)\big) \equiv 21(mod12)$$
$$\equiv 9(mod12)$$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11)$, susunan nada C *maj7* (0 4 7 11) menjadi A# *maj7* (10 2 5 9).

Untuk $n = 11, x = (0\ 4\ 7\ 11)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(0) \equiv (0 + 11(mod12)) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(4) \equiv \big(4 + 11(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(7) \equiv \big(7 + 11(mod12)\big) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \quad \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(11) \equiv \big(11 + 11(mod12)\big) \equiv 22(mod12)$$
$$\equiv 10(mod12)$$

Jadi untuk $n = 11$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11)$, susunan nada C *maj7* (0 4 7 11) menjadi B *maj7* (11 3 6 10).

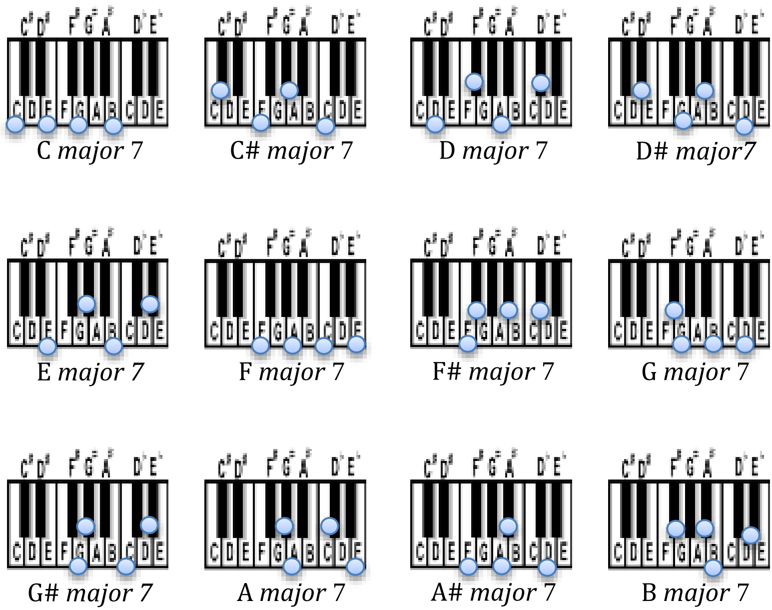
Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *major* 7 (0 4 7 11) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.11.

**Tabel 4.11 Akor *Major* 7**

| Nama | Nada *major* 7 dalam musik | Nada *major* 7 dalam matematika |
|---|---|---|
| C *maj7* | C – E – G – B | (0 4 7 11) |
| C# *maj7*/Db *maj7* | C# - F – G# - C | (1 5 8 0) |
| D *maj7* | D - F# - A – C# | (2 6 9 1) |
| D# *maj7*/Eb *maj7* | D# - G – A# - D | (3 7 10 2) |
| E *maj7* | E – G# - B – D# | (4 8 11 3) |
| F *maj7* | F – A – C - E | (5 9 0 4) |
| F# *maj7*/Gb *maj7* | F# - A# - C# - F | (6 10 1 5) |
| G *maj7* | G – B – D – F# | (7 11 2 6) |
| G# *maj7*/Ab *maj7* | G# - C – D# - G | (8 0 3 7) |
| A *maj7* | A – C# - E – G# | (9 1 4 8) |
| A# *maj*7/Bb *maj7* | A# - D – F - A | (10 2 5 9) |
| B *maj7* | B – D# - F# – A# | (11 3 6 10) |

Berdasarkan Tabel 4.11 susunan nada pada akor *major* 7 dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.7 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan

mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.




**Gambar 4.7 Akor *Major* 7 pada Piano**

### 3. Akor *Major 9*

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *major* 9 yaitu dengan susunan nada akor *major* 9 pada nada C *major 9* yang mempunyai susunan nada 1 – 3 – 5 – 7 - 2 (C – E - G – B - D) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 4 7 11 2). Tansposisi akor *major 9* dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *major 9* dengan nada C *major 9* atau (0 4 7 11 2) ($x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$) sebagai berikut:

Untuk $n = 0, x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(0) \equiv \left(0 + 0(mod12)\right) \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(4) \equiv \left(4 + 0(mod12)\right) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(7) \equiv \left(7 + 0(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(11) \equiv \left(11 + 0(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(2) \equiv \left(2 + 0(mod12)\right) \equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$, susunan nada C *maj9* (0 4 7 11 2) menjadi C *maj9* (0 4 7 11 2).

Untuk $n = 1, x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod12)) \equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(4) \equiv \left(4 + 1(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$

$$T_1(7) \equiv \left(7 + 1(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$$

$$\begin{aligned} T_n(x) &\equiv \left(x + n(mod12)\right) \\ T_1(11) &\equiv \left(11 + 1(mod12)\right) \equiv 12(mod12) \\ &\equiv 0(mod12) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_n(x) &\equiv \left(x + n(mod12)\right) \\ T_1(2) &\equiv \left(2 + 1(mod12)\right) \equiv 3(mod12) \end{aligned}$$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$, susunan nada C *maj9* (0 4 7 11 2) menjadi C# *maj9* (1 5 8 0 3).

Untuk $n = 2$, $x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$

$$\begin{aligned} T_n(x) &\equiv \left(x + n(mod12)\right) \\ T_2(0) &\equiv (0 + 2(mod12)) \equiv 2(mod12) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_n(x) &\equiv \left(x + n(mod12)\right) \\ T_2(4) &\equiv \left(4 + 2(mod12)\right) \equiv 6(mod12) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_n(x) &\equiv \left(x + n(mod12)\right) \\ T_2(7) &\equiv \left(7 + 2(mod12)\right) \equiv 9(mod12) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_n(x) &\equiv \left(x + n(mod12)\right) \\ T_2(11) &\equiv \left(11 + 2(mod12)\right) \equiv 13(mod12) \\ &\equiv 1(mod12) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_n(x) &\equiv \left(x + n(mod12)\right) \\ T_2(2) &\equiv \left(2 + 2(mod12)\right) \equiv 4(mod12) \end{aligned}$$

Jadi untuk $n = 2$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$, susunan nada C *maj9* (0 4 7 11 2) menjadi D *maj9* (2 6 9 1 4).

Untuk $n = 3, x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_3(0) \equiv (0 + 3(mod 12)) \equiv 3(mod 12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_3(4) \equiv \left(4 + 3(mod 12)\right) \equiv 7(mod 12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_3(7) \equiv \left(7 + 3(mod 12)\right) \equiv 10(mod 12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_3(11) \equiv \left(11 + 3(mod 12)\right) \equiv 14(mod 12)$
$\equiv 2(mod 12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_3(2) \equiv \left(2 + 3(mod 12)\right) \equiv 3(mod 12)$

Jadi untuk $n = 3$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$, susunan nada C *maj9* (0 4 7 11 2) menjadi D# *maj9* (3 7 10 2 5).

Untuk $n = 4, x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_4(0) \equiv (0 + 4(mod 12)) \equiv 4(mod 12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_4(4) \equiv \left(4 + 4(mod 12)\right) \equiv 8(mod 12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_4(7) \equiv \left(7 + 4(mod 12)\right) \equiv 11(mod 12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$
$T_4(11) \equiv \left(11 + 4(mod 12)\right) \equiv 15(mod 12)$

$\equiv 3(mod12)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(2) \ \equiv \left(2 + 4(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$, susunan nada C *maj9* (0 4 7 11 2) menjadi E *maj9* (4 8 11 3 6).

Untuk $n = 5, x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(0) \ \equiv (0 + 5(mod12)) \ \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(4) \ \equiv \left(4 + 5(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \ \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(7) \ \equiv \left(7 + 5(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \ \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(11) \equiv \left(11 + 5(mod12)\right) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(2) \ \equiv \left(2 + 5(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$, susunan nada C *maj9* (0 4 7 11 2) menjadi F *maj9* (5 9 0 4 7).

Untuk $n = 6, x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$

$T_6(0) \equiv (0 + 6(mod12)) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_6(4) \equiv \big(4 + 6(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_6(7) \equiv \big(7 + 6(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$
$\equiv 1(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_6(11) \equiv \big(11 + 6(mod12)\big) \equiv 17(mod12)$
$\equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_6(2) \equiv \big(2 + 6(mod12)\big) \equiv 8(mod12)$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$, susunan nada C *maj9* (0 4 7 11 2) menjadi F# *maj9* (6 10 1 5 8).

Untuk $n = 7, x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_7(0) \equiv (0 + 7(mod12)) \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_7(4) \equiv \big(4 + 7(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_7(7) \equiv \big(7 + 7(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$
$\equiv 2(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_7(11) \equiv \big(11 + 7(mod12)\big) \equiv 18(mod12)$

$\equiv 6(mod12)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(2) \equiv \big(2 + 7(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$, susunan nada C *maj9* (0 4 7 11 2) menjadi G *maj9* (7 11 2 6 9).

Untuk $n = 8, x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(0) \equiv (0 + 8(mod12)) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(4) \equiv \big(4 + 8(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(7) \equiv \big(7 + 8(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(11) \equiv \big(11 + 8(mod12)\big) \equiv 19(mod12)$$
$$\equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(2) \equiv \big(2 + 8(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$, susunan nada C *maj9* (0 4 7 11 2) menjadi G# *maj9* (8 0 3 7 10).

Untuk $n = 9, x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(0) \ \equiv (0 + 9(mod12)) \ \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(4) \ \equiv \big(4 + 9(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(7) \equiv \big(7 + 9(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \ \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(11) \equiv \big(11 + 9(mod12)\big) \equiv 20(mod12)$$
$$\equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(2) \ \equiv \big(2 + 9(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

Jadi untuk $n \ = \ 9$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$, susunan nada C *maj9* (0 4 7 11 2) menjadi A *maj9* (9 1 4 8 11).

Untuk $n \ = \ 10, x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$

$$T_n(x) \ \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(0) \ \equiv (0 + 10(mod12)) \ \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \ \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(4) \ \equiv \big(4 + 10(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \ \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(7) \ \equiv \big(7 + 10(mod12)\big) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(11) \equiv \left(11 + 10(mod12)\right) \equiv 21(mod12)$$
$$\equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(2) \equiv \left(2 + 10(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$, susunan nada C *maj9* (0 4 7 11 2) menjadi A# *maj9* (10 2 5 9 0).

Untuk $n = 11, x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(0) \equiv (0 + 11(mod12)) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(4) \equiv \left(4 + 11(mod12)\right) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(7) \equiv \left(7 + 11(mod12)\right) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(11) \equiv \left(11 + 11(mod12)\right) \equiv 22(mod12)$$
$$\equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(2) \equiv \left(2 + 11(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

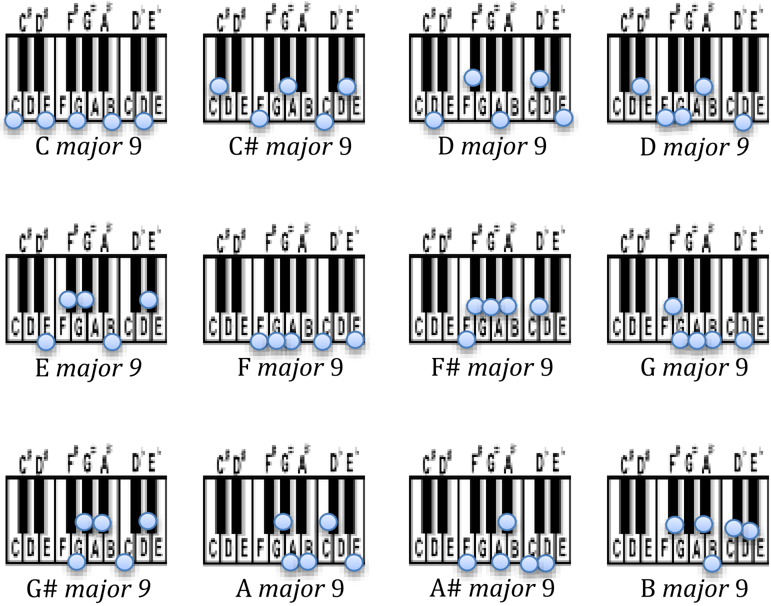
Jadi untuk $n = 11$, dan $x = (0\ 4\ 7\ 11\ 2)$, susunan nada C *maj9* (0 4 7 11 2) menjadi B *maj9* (11 3 6 10 1).

Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *major 9* (0 4 7 11 2) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.12.

**Tabel 4.12 Akor *Major* 9**

| Nama | Nada *maj9* dalam musik | Nada *maj9* dalam matematika |
|---|---|---|
| C*maj9* | C – E – G – B - D | (0 4 7 11 2) |
| C#*maj9*/Db*maj9* | C# - F – G# - C – D# | (1 5 8 0 3) |
| D*maj9* | D - F# - A – C# - E | (2 6 9 1 4) |
| D#*maj9*/Eb*maj9* | D# - G – A# - D - F | (3 7 10 2 5) |
| E*maj9* | E – G# - B – D# - F# | (4 8 11 3 6) |
| F*maj9* | F – A – C – E - G | (5 9 0 4 7) |
| F#*maj9*/Gb*maj9* | F# - A# - C# - F - G# | (6 10 1 5 8) |
| G*maj9* | G – B – D – F# - A | (7 11 2 6 9) |
| G*maj9*/Ab*maj9* | G# - C – D# - Gb- A# | (8 0 3 7 10) |
| A*maj9* | A – C# - E – G# - B | (9 1 4 8 11) |
| A#*maj9*/Bb*maj9* | A# - D – F – A - C | (10 2 5 9 0) |
| B*maj9* | B – D# - F# – A# - C# | (11 3 6 10 1) |

Berdasarkan Tabel 4.12 susunan nada pada akor *major* 9 dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.8 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.




**Gambar 4.8 Akor *Major* 9 pada Piano**

## 4. Akor *Minor*

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *minor (m)* yaitu dengan susunan nada akor *minor* pada nada C *minor* yang mempunyai susunan nada 1 – 3*b* - *5* (C – E*b* – G) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 3 7). Tansposisi akor *minor* dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *minor* dengan nada C *minor* atau (0 3 7) ($x =$ (0 3 7)) sebagai berikut:

Untuk $n = 0, x = (0\ 3\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(0) \equiv \big(0 + 0(mod12)\big) \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(3) \equiv \big(3 + 0(mod12)\big) \equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(7) \equiv \big(7 + 0(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ 3\ 7)$, susunan nada C$m$ (0 3 7) menjadi C$m$ (0 3 7).

Untuk $n = 1, x = (0\ 3\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod12)) \equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_1(3) \equiv \big(3 + 1(mod12)\big) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_1(7) \equiv \big(7 + 1(mod12)\big) \equiv 8(mod12)$$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ 3\ 7)$, susunan nada C$m$ (0 3 7) menjadi C#$m$ (1 4 8).

Untuk $n = 2, x = (0\ 3\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(0) \ \equiv (0 + 2(mod12)) \ \equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(3) \ \equiv \big(3 + 2(mod12)\big) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(7) \ \equiv \big(7 + 2(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$$

Jadi untuk $n = 2$, dan $x = (0\ 3\ 7)$, susunan nada C$m$ (0 3 7) menjadi D$m$ (2 5 9).

Untuk $n = 3, x = (0\ 3\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(0) \ \equiv (0 + 3(mod12)) \ \equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(3) \ \equiv \big(3 + 3(mod12)\big) \equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(7) \ \equiv \big(7 + 3(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$$

Jadi untuk $n = 3$, dan $x = (0\ 3\ 7)$, susunan nada C$m$ (0 3 7) menjadi D#$m$ (3 6 10).

Untuk $n = 4, x = (0\ 3\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(0) \ \equiv (0 + 4(mod12)) \ \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$

$T_4(3) \equiv \left(3 + 4(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_4(7) \equiv \left(7 + 4(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ 3\ 7)$, susunan nada C$m$ (0 3 7) menjadi E$m$ (4 7 11).

Untuk $n = 5$, $x = (0\ 3\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_5(0) \equiv (0 + 5(mod12)) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_5(3) \equiv \left(3 + 5(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_5(7) \equiv \left(7 + 5(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$
$\equiv 0(mod12)$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (0\ 3\ 7)$ susunan nada C$m$ (0 3 7) menjadi F$m$ (5 8 0).

Untuk $n = 6$, $x = (0\ 3\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_6(0) \equiv (0 + 6(mod12)) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_6(3) \equiv \left(3 + 6(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$

$$T_6(7) \equiv \big(7 + 6(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ 3\ 7)$, susunan nada C$m$ (0 3 7) menjadi F#$m$ (6 9 1).

Untuk $n = 7$, $x = (0\ 3\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(0) \equiv (0 + 7(mod12)) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(3) \equiv \big(3 + 7(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(7) \equiv \big(7 + 7(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (0\ 3\ 7)$, susunan nada C$m$ (0 3 7) menjadi G$m$ (7 10 2).

Untuk $n = 8$, $x = (0\ 3\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(0) \equiv (0 + 8(mod12)) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(3) \equiv \big(3 + 8(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(7) \equiv \big(7 + 8(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (0\ 3\ 7)$, susunan nada C$m$ (0 3 7) menjadi G#$m$ (8 11 3).

Untuk $n = 9$, $x = (0\ 3\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(0) \equiv (0 + 9(mod12)) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(3) \equiv \big(3 + 9(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(7) \equiv \big(7 + 9(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ 3\ 7)$, susunan nada C$m$ (0 3 7) menjadi A$m$ (9 0 4).

Untuk $n = 10$, $x = (0\ 3\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(0) \equiv (0 + 10(mod12)) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(3) \equiv \big(3 + 10(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(7) \equiv \big(7 + 10(mod12)\big) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ 3\ 7)$, susunan nada C$m$ (0 3 7) menjadi A#$m$ (10 1 5).

Untuk $n = 11, x = (0\ 3\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(0) \equiv (0 + 11(mod12)) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(3) \equiv \left(3 + 11(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(7) \equiv \left(7 + 11(mod12)\right) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

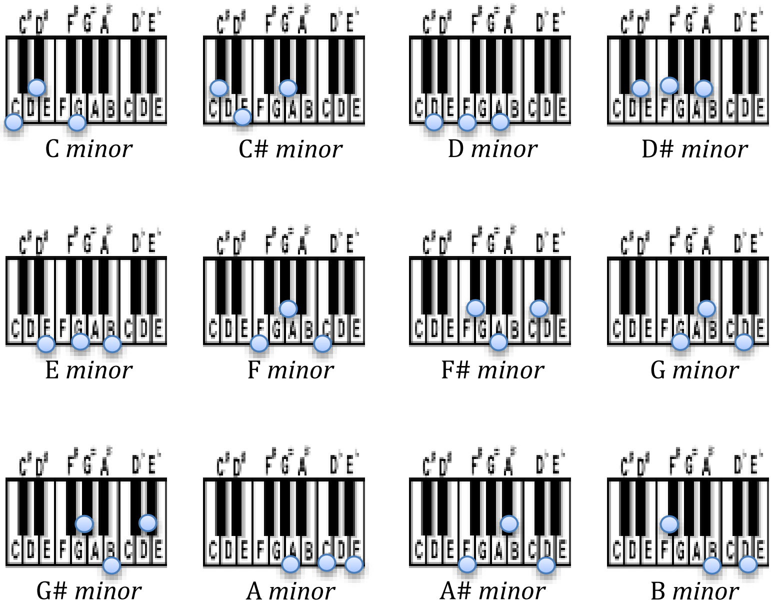
Jadi untuk $n = 11$, dan $x = (0\ 3\ 7)$, susunan nada C$m$ (0 3 7) menjadi B$m$ (11 2 6).

Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *minor* (0 3 7) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.13.

**Tabel 4.13 Akor *Minor***

| Nama | Nada *minor* dalam musik | Nada *minor* dalam matematika |
|---|---|---|
| C$m$ | C – D# - G | (0 3 7) |
| C#$m$/Db$m$ | C# - E – G# | (1 4 8) |
| D$m$ | D - F - A | (2 5 9) |
| D#$m$/Eb$m$ | D# - F# – A# | (3 6 10) |
| E$m$ | E – G - B | (4 7 11) |
| F$m$ | F – G# - C | (5 8 0) |
| F#$m$/Gb$m$ | F# - A - C# | (6 9 1) |
| G$m$ | G – A# - D | (7 10 2) |
| G#$m$/Ab$m$ | G# - B – D# | (8 11 3) |
| A$m$ | A – C - E | (9 0 4) |
| A#$m$/Bb$m$ | A# - C# - F | (10 1 5) |
| B$m$ | B – D – F# | (11 2 6) |

Berdasarkan Tabel 4.13 susunan nada pada akor *minor* dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.9 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.




**Gambar 4.9 Akor *Minor* pada Piano**

## 5. Akor *Minor* 7

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *minor* 7 *(m7)* yaitu dengan susunan nada akor *minor* pada nada C *minor* 7 yang mempunyai susunan nada 1 – 3*b* – 5 – 7*b* (C – E*b* – G – B*b*) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 3 7 10). Tansposisi akor *minor 7* dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *minor 7* dengan nada C *minor* 7 atau (0 3 7 10) ($x = (0\ 3\ 7\ 10)$) sebagai berikut:

Untuk $n = 0, x = (0\ 3\ 7\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(0) \equiv \left(0 + 0(mod12)\right) \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(3) \equiv \left(3 + 0(mod12)\right) \equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(7) \equiv \left(7 + 0(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(10) \equiv \left(10 + 0(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10)$, susunan nada C*m7* (0 3 7 10) menjadi C*m7* (0 3 7 10).

Untuk $n = 1, x = (0\ 3\ 7\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod12)) \equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(3) \equiv \left(3 + 1(mod12)\right) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(7) \equiv \left(7 + 1(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(10) \equiv \left(10 + 1(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10)$, susunan nada C*m7* (0 3 7 10) menjadi C#*m7* (1 4 8 11).

Untuk $n = 2, x = (0\ 3\ 7\ 10)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(0) \equiv (0 + 2(mod12)) \equiv 2(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(3) \equiv \left(3 + 2(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(7) \equiv \left(7 + 2(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(10) \equiv \left(10 + 2(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$
$\equiv 0(mod12)$

Jadi untuk $n = 2$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10)$, susunan nada C*m7* (0 3 7 10) menjadi D*m7* (2 5 9 0).

Untuk $n = 3, x = (0\ 3\ 7\ 10)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(0) \equiv (0 + 3(mod12)) \equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(3) \equiv \left(3 + 3(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(7) \equiv \left(7 + 3(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(10) \equiv \big(10 + 3(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

Jadi untuk $n = 3$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10)$, susunan nada C*m7* (0 3 7 10) menjadi D#*m7* (3 6 10 1).

Untuk $n = 4, x = (0\ 3\ 7\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(0) \equiv (0 + 4(mod12)) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(3) \equiv \big(3 + 4(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(7) \equiv \big(7 + 4(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(10) \equiv \big(10 + 4(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10)$, susunan nada C*m7* (0 3 7 10) menjadi E*m7* (4 7 11 2).

Untuk $n = 5, x = (0\ 3\ 7\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(0) \equiv (0 + 5(mod12)) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(3) \equiv \big(3 + 5(mod12)\big) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(7) \equiv \big(7 + 5(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(10) \equiv \big(10 + 5(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10)$, susunan nada C*m7* (0 3 7 10) menjadi F*m7* (5 8 0 3).

Untuk $n = 6, x = (0\ 3\ 7\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(0) \equiv (0 + 6(mod12)) \equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(3) \equiv \big(3 + 6(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(7) \equiv \big(7 + 6(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(10) \equiv \big(10 + 6(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10)$, susunan nada C*m7* (0 3 7 10) menjadi F#*m7* (6 9 1 4).

Untuk $n = 7, x = (0\ 3\ 7\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_7(0) \equiv (0 + 7(mod12)) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_7(3) \equiv \left(3 + 7(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_7(7) \equiv \left(7 + 7(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_7(10) \equiv \left(10 + 7(mod12)\right) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10)$, susunan nada C*m7* (0 3 7 10) menjadi G*m7* (7 10 2 5).

Untuk $n = 8, x = (0\ 3\ 7\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_8(0) \equiv (0 + 8(mod12)) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_8(3) \equiv \left(3 + 8(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_8(7) \equiv \left(7 + 8(mod12)\right) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_8(10) \equiv \left(10 + 8(mod12)\right) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10)$, susunan nada C*m7* (0 3 7 10) menjadi G#*m7* (8 11 3 6).

Untuk $n = 9, x = (0\ 3\ 7\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_9(0) \equiv (0 + 9(mod 12)) \equiv 9(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_9(3) \equiv \left(3 + 9(mod 12)\right) \equiv 12(mod 12)$$
$$\equiv 0(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_9(7) \equiv \left(7 + 9(mod 12)\right) \equiv 16(mod 12)$$
$$\equiv 4(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_9(10) \equiv \left(10 + 9(mod 12)\right) \equiv 19(mod 12)$$
$$\equiv 7(mod 12)$$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10)$, susunan nada C*m7* (0 3 7 10) menjadi A*m7* (9 0 4 7).

Untuk $n = 10, x = (0\ 3\ 7\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_{10}(0) \equiv (0 + 10(mod 12)) \equiv 10(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_{10}(3) \equiv \left(3 + 10(mod 12)\right) \equiv 13(mod 12)$$
$$\equiv 1(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$

$$T_{10}(7) \equiv \big(7 + 10(mod12)\big) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \quad \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(10) \equiv \big(10 + 10(mod12)\big) \equiv 20(mod12)$$
$$\equiv 8(mod12)$$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10)$, susunan nada C*m7* (0 3 7 10) menjadi A#*m7* (10 1 5 8).

Untuk $n = 11, x = (0\ 3\ 7\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(0) \equiv (0 + 11(mod12)) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(3) \equiv \big(3 + 11(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(7) \equiv \big(7 + 11(mod12)\big) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \quad \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(10) \equiv \big(10 + 11(mod12)\big) \equiv 21(mod12)$$
$$\equiv 9(mod12)$$

Jadi untuk $n = 11$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10)$, susunan nada C*m7* (0 3 7 10) menjadi B*m7* (11 2 6 9).

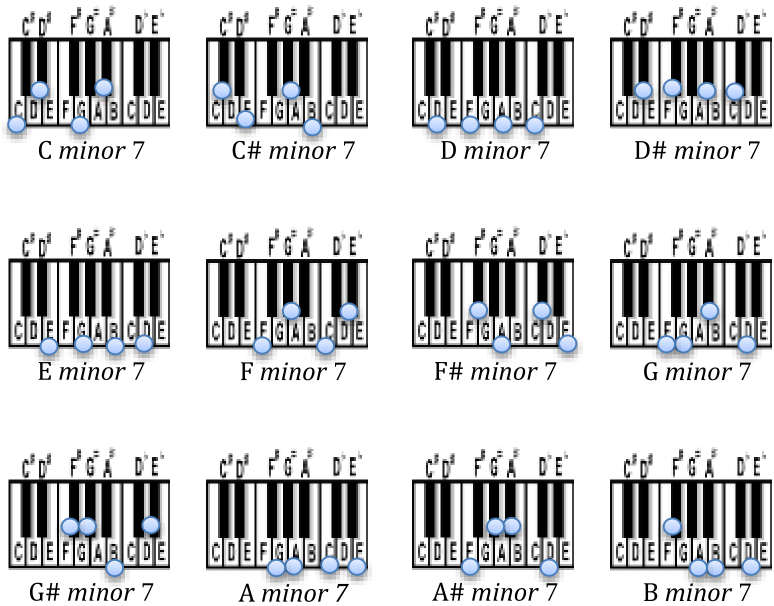
Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *minor* 7 (0 3 7 10) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.14.

**Tabel 4.14 Akor *Minor* 7**

| Nama | Nada *minor7* dalam musik | Nada *minor7* dalam matematika |
|---|---|---|
| Cm7 | C – D# - G – A# | (0 3 7 10) |
| C#m7/Dbm7 | C# - E – G# - B | (1 4 8 11) |
| Dm7 | D - F – A – C | (2 5 9 0) |
| D#m7/Ebm7 | D# - F# – A# - C# | (3 6 10 1) |
| Em7 | E – G – B – D | (4 7 11 2) |
| Fm7 | F – G# - C – D# | (5 8 0 3) |
| F#m7/Gbm7 | F# - A - C# - E | (6 9 1 4) |
| Gm7 | G – A# - D – F | (7 10 2 5) |
| G#m7/Abm7 | G# - B – D# - F# | (8 11 3 6) |
| Am7 | A – C – E – G | (9 0 4 7) |
| A#m7/Bbm7 | A# - C# - F – G# | (10 1 5 8) |
| Bm7 | B – D – F# – A | (11 2 6 9) |

Berdasarkan Tabel 4.14 susunan nada pada akor *minor* 7 dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.10 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan

mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.




**Gambar 4.10 Akor *Minor* 7 pada Piano**

### 6. Akor *Minor* 9

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *minor* 9 *(m9)* yaitu dengan susunan nada akor *minor* pada nada C *minor* 9 yang mempunyai susunan nada 1 – 3*b* – 5 – 7*b* - 2 (C – E*b* – G – B*b* – *D*) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 3 7 10 2). Tansposisi akor *minor* 9 dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *minor 9* dengan nada C *minor* 9 atau (0 3 7 10 2) ($x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$) sebagai berikut:

Untuk $n = 0, x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(0) \equiv \left(0 + 0(mod12)\right) \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(3) \equiv \left(3 + 0(mod12)\right) \equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(7) \equiv \left(7 + 0(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(10) \equiv \left(10 + 0(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(2) \equiv \left(2 + 0(mod12)\right) \equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C*m9* (0 3 7 10 2) menjadi C*m9* (0 3 7 10 2).

Untuk $n = 1, x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod12)) \equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(3) \equiv \left(3 + 1(mod12)\right) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_1(7) \ \equiv \big(7 + 1(mod12)\big) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_1(10) \equiv \big(10 + 1(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_1(2) \ \equiv \big(2 + 1(mod12)\big) \equiv 3(mod12)$$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C*m9* (0 3 7 10 2) menjadi C#*m9* (1 4 8 11 3).

Untuk $n = 2$, $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(0) \ \equiv (0 + 2(mod12)) \ \equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(3) \ \equiv \big(3 + 2(mod12)\big) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(7) \ \equiv \big(7 + 2(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \quad \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(10) \equiv \big(10 + 2(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_2(2) \ \equiv \big(2 + 2(mod12)\big) \equiv 4(mod12)$$

Jadi untuk $n = 2$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C*m9* (0 3 7 10 2) menjadi D*m9* (2 5 9 0 4).

Untuk $n = 3, x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(0) \equiv (0 + 3(mod12)) \equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(3) \equiv \left(3 + 3(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(7) \equiv \left(7 + 3(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(10) \equiv \left(10 + 3(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(2) \equiv \left(2 + 3(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$$

Jadi untuk $n = 3$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C*m9* (0 3 7 10 2) menjadi D#*m9* (3 6 10 1 5).

Untuk $n = 4, x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(0) \equiv (0 + 4(mod12)) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(3) \equiv \left(3 + 4(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(7) \equiv \left(7 + 4(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$

$$T_4(10) \equiv \left(10 + 4(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(2) \equiv \left(2 + 4(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C*m9* (0 3 7 10 2) menjadi E*m9* (4 7 11 2 6).

Untuk $n = 5, x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(0) \equiv (0 + 5(mod12)) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(3) \equiv \left(3 + 5(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(7) \equiv \left(7 + 5(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(10) \equiv \left(10 + 5(mod12)\right) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(2) \equiv \left(2 + 5(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C*m9* (0 3 7 10 2) menjadi F*m9* (5 8 0 3 7).

Untuk $n = 6, x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_6(0) \equiv (0 + 6(mod 12)) \equiv 6(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_6(3) \equiv \left(3 + 6(mod 12)\right) \equiv 9(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_6(7) \equiv \left(7 + 6(mod 12)\right) \equiv 13(mod 12)$$
$$\equiv 1(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_6(10) \equiv \left(10 + 6(mod 12)\right) \equiv 16(mod 12)$$
$$\equiv 4(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_6(2) \equiv \left(2 + 6(mod 12)\right) \equiv 8(mod 12)$$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C*m9* (0 3 7 10 2) menjadi F#*m9* (6 9 1 4 8).

Untuk $n = 7$, $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_7(0) \equiv (0 + 7(mod 12)) \equiv 7(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_7(3) \equiv \left(3 + 7(mod 12)\right) \equiv 10(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_7(7) \equiv \left(7 + 7(mod 12)\right) \equiv 14(mod 12)$$
$$\equiv 2(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$

$T_7(10) \equiv \left(10 + 7(mod12)\right) \equiv 17(mod12)$
$\equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_7(2) \equiv \left(2 + 7(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C*m9* (0 3 7 10 2) menjadi G*m9* (7 10 2 5 9).

Untuk $n = 8, x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(0) \equiv (0 + 8(mod12)) \equiv 8(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(3) \equiv \left(3 + 8(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(7) \equiv \left(7 + 8(mod12)\right) \equiv 15(mod12)$
$\equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(10) \equiv \left(10 + 8(mod12)\right) \equiv 18(mod12)$
$\equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(2) \equiv \left(2 + 8(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C*m9* (0 3 7 10 2) menjadi G#*m9* (8 11 3 6 10).

Untuk $n = 9, x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(0) \equiv (0 + 9(mod12)) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(3) \equiv \big(3 + 9(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(7) \equiv \big(7 + 9(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(10) \equiv \big(10 + 9(mod12)\big) \equiv 19(mod12)$$
$$\equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(2) \equiv \big(2 + 9(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C*m9* (0 3 7 10 2) menjadi A*m9* (9 0 4 7 11).

Untuk $n = 10, x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(0) \equiv (0 + 10(mod12)) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(3) \equiv \big(3 + 10(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(7) \equiv \big(7 + 10(mod12)\big) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_{10}(10) \equiv (10 + 10(mod12)) \equiv 20(mod12)$$
$$\equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_{10}(2) \equiv (2 + 10(mod12)) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C*m9* (0 3 7 10 2) menjadi A#*m9* (10 1 5 8 0).

Untuk $n = 11, x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_{11}(0) \equiv (0 + 11(mod12)) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_{11}(3) \equiv (3 + 11(mod12)) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_{11}(7) \equiv (7 + 11(mod12)) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_{11}(10) \equiv (10 + 11(mod12)) \equiv 21(mod12)$$
$$\equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_{11}(2) \equiv (2 + 11(mod12)) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

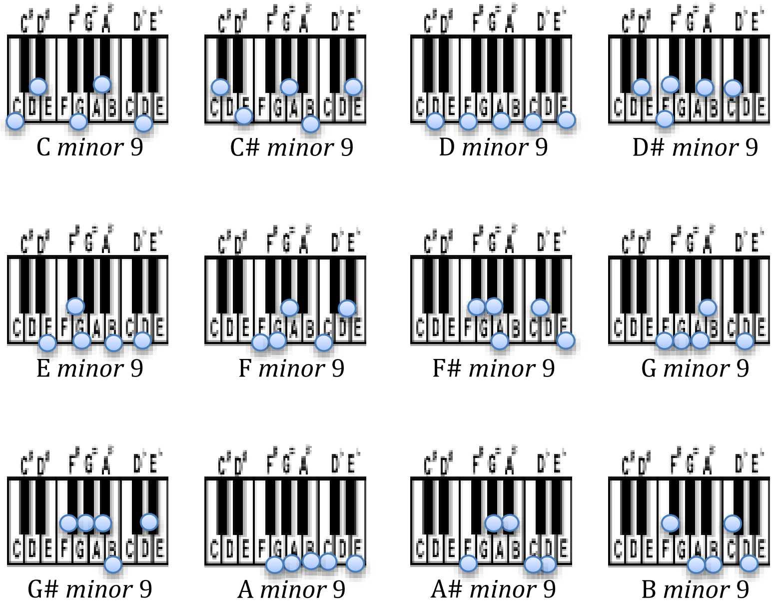
Jadi untuk $n = 11$, dan $x = (0\ 3\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C*m9* (0 3 7 10 2) menjadi B*m9* (11 2 6 9 1).

Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *minor 9* (0 3 7 10 2) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.15.

**Tabel 4.15 Akor *Minor* 9**

| Nama | Nada *m9* dalam musik | Nada *m9* dalam matematika |
|---|---|---|
| C*m9* | C – D# - G – A# - D | (0 3 7 10 2) |
| C#m9/Dbm9 | C# - E – G# - B – D# | (1 4 8 11 3) |
| D*m9* | D - F – A – C – E | (2 5 9 0 4) |
| D#*m9*/Eb*m9* | D# - F# – A# - C# - F | (3 6 10 1 5) |
| E*m9* | E – G – B – D – F# | (4 7 11 2 6) |
| F*m9* | F – G# - C – D# - G | (5 8 0 3 7) |
| F#*m9*/Gb*m9* | F# - A - C# - E – G# | (6 9 1 4 8) |
| G*m9* | G – A# - D – F – A | (7 10 2 5 9) |
| G#*m9*/Ab*m9* | G# - B – D# - F# - A# | (8 11 3 6 10) |
| A*m9* | A – C – E – G – B | (9 0 4 7 11) |
| A#*m9*/Bb*m9* | A# - C# - F – G# - C | (10 1 5 8 0) |
| B*m9* | B – D – F# – A – C# | (11 2 6 9 1) |

Berdasarkan Tabel 4.15 susunan nada pada akor *minor* 9 dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.11 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.




**Gambar 4.11 Akor *Minor* 9 pada Piano**

### 7. Akor *Augmented*

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *augmented* (+) yaitu dengan susunan nada akor *augmented* pada nada C *augmented* yang mempunyai susunan nada 1 – 3 – 5# (C – E – G#) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 4 8). Tansposisi akor *augmented* dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *augmented* dengan nada C *augmented* atau (0 4 8) ($x = (0\ 4\ 8)$) sebagai berikut:

Untuk $n = 0, x = (0\ 4\ 8)$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_0(0) \equiv \left(0 + 0(mod 12)\right) \equiv 0(mod 12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_0(4) \equiv \left(4 + 0(mod 12)\right) \equiv 4(mod 12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_0(8) \equiv \left(8 + 0(mod 12)\right) \equiv 8(mod 12)$$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ 4\ 8)$, susunan nada C+ (0 4 8) menjadi C+ (0 4 8).

Untuk $n = 1, x = (0\ 4\ 8)$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod 12)) \equiv 1(mod 12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_1(4) \equiv \left(4 + 1(mod 12)\right) \equiv 5(mod 12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_1(8) \equiv \left(8 + 1(mod 12)\right) \equiv 9(mod 12)$$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ 4\ 8)$, susunan nada C+ (0 4 8) menjadi C#+ (1 5 9).

Untuk $n = 2, x = (0\ 4\ 8)$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(0) \equiv (0 + 2(mod12)) \equiv 2(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(4) \equiv \left(4 + 2(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(8) \equiv \left(8 + 2(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$

Jadi untuk $n = 2$, dan $x = (0\ 4\ 8)$, susunan nada C+ (0 4 8) menjadi D+ (2 6 10).

Untuk $n = 3, x = (0\ 4\ 8)$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(x) \equiv (0 + 3(mod12)) \equiv 3(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(4) \equiv \left(4 + 3(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(8) \equiv \left(8 + 3(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$$

Jadi untuk $n = 3, x = (0\ 4\ 8)$, susunan nada C+ (0 4 8) menjadi D#+ (3 7 11).

Untuk $n = 4, x = (0\ 4\ 8)$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(0) \equiv (0 + 4(mod12)) \equiv 4(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(4) \ \equiv \big(4 + 4(mod12)\big) \equiv 8(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(8) \ \equiv \big(8 + 4(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

Jadi untuk $n \ = \ 4$, dan $x = (0\ 4\ 8)$, susunan nada C+ (0 4 8) menjadi E+ (4 8 0).

Untuk $n \ = \ 5, x = (0\ 4\ 8)$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(0) \ \equiv (0 + 5(mod12)) \ \equiv 5(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(4) \ \equiv \big(4 + 5(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(8) \ \equiv \big(8 + 5(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

Jadi untuk n = 5, dan $x = (0\ 4\ 8)$, susunan nada C+ (0 4 8) menjadi F+ (5 9 1).

Untuk $n \ = \ 6, x = (0\ 4\ 8)$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(0) \ \equiv (0 + 6(mod12)) \ \equiv 6(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(4) \ \equiv \big(4 + 6(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_6(8) \ \equiv \left(8 + 6(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ 4\ 8)$, susunan nada C+ (0 4 8) menjadi F#+ (6 10 2).

Untuk $n = 7, x = (0\ 4\ 8)$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_7(0) \ \equiv (0 + 7(mod12)) \ \equiv 7(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_7(4) \ \equiv \left(4 + 7(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_7(8) \ \equiv \left(8 + 7(mod12)\right) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (0\ 4\ 8)$, susunan nada C+ (0 4 8) menjadi G+ (7 11 3).

Untuk $n = 8, x = (0\ 4\ 8)$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_8(0) \ \equiv (0 + 8(mod12)) \ \equiv 8(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_8(4) \ \equiv \left(4 + 8(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$

$T_8(8) \equiv \left(8 + 8(mod12)\right) \equiv 16(mod12)$
$\equiv 4(mod12)$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (0\ 4\ 8)$, susunan nada C+ (0 4 8) menjadi G+ (8 0 4).

Untuk $n = 9, x = (0\ 4\ 8)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_9(0) \equiv (0 + 9(mod12)) \equiv 9(mod12)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_9(4) \equiv \left(4 + 9(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$
$\equiv 1(mod12)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_9(8) \equiv \left(8 + 9(mod12)\right) \equiv 17(mod12)$
$\equiv 5(mod12)$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ 4\ 8)$, susunan nada C+(0 4 8) menjadi A+(9 1 5).

Untuk $n = 10, x = (0\ 4\ 8)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{10}(0) \equiv (0 + 10(mod12)) \equiv 10(mod12)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{10}(4) \equiv \left(4 + 10(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$
$\equiv 2(mod12)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{10}(8) \equiv \left(8 + 10(mod12)\right) \equiv 18(mod12)$

$\equiv 6(mod12)$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ 4\ 8)$, susunan nada C+ (0 4 8) menjadi A#+(10 2 6).

Untuk $n = 11, x = (0\ 4\ 8)$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(0) \equiv (0 + 11(mod12)) \equiv 11(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(4) \equiv \big(4 + 11(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(8) \equiv \big(8 + 11(mod12)\big) \equiv 19(mod12)$$
$$\equiv 7(mod12)$$

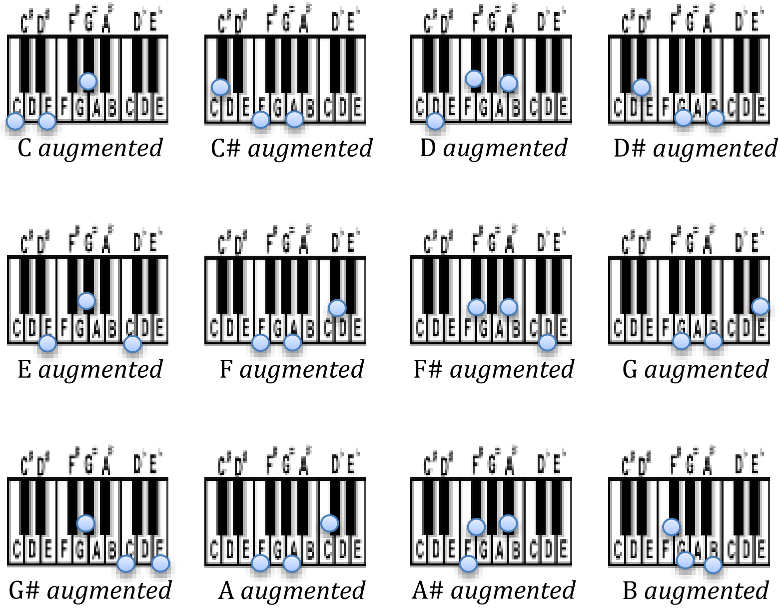
Jadi untuk $n = 11$, dan $x = (0\ 4\ 8)$, susunan nada C+ (0 4 8) menjadi B+ (11 3 7).

Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *augmented* (0 4 8) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.16.

**Tabel 4.16 Akor *Augmented***

| Nama | Nada *augmented* dalam musik | Nada *augmented* dalam matematika |
|---|---|---|
| C+ | C – E – G# | (0 4 8) |
| C#+/Db+ | C# - F – A | (1 5 9) |
| D+ | D - F# - A# | (2 6 10) |
| D#+/Eb+ | D# - G – B | (3 7 11) |
| E+ | E – G# - C | (4 8 0) |
| F+ | F – A – C# | (5 9 1) |
| F#+/Gb+ | F# - A# - D | (6 10 2) |
| G+ | G – B – D# | (7 11 3) |
| G#+/Ab+ | G# - C – E | (8 0 4) |
| A+ | A – C# - F | (9 1 5) |
| A#+/Bb+ | A# - D – F# | (10 2 6) |
| B+ | B – D# - G | (11 3 7) |

Berdasarkan Tabel 4.16 susunan nada pada akor *augmented* dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.12 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.




**Gambar 4.12 Akor *Augmented* pada Piano**

## 8. Akor *Augmented 7*

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *augmented* 7 (+7) yaitu dengan susunan nada akor *augmented* pada nada C *augmented* 7 yang mempunyai susunan nada 1 – 3 – 5# - 7*b* (C – E – G# - B*b*) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 4 8 10). Tansposisi akor *augmented* 7 dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *augmented* dengan nada C *augmented 7* atau (0 4 8 10) ($x$ = (0 4 8 10)) sebagai berikut:

Untuk $n = 0, x = (0\ 4\ 8\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(0) \equiv \left(0 + 0(mod12)\right) \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(4) \equiv \left(4 + 0(mod12)\right) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(8) \equiv \left(8 + 0(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(10) \equiv \left(10 + 0(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10)$, susunan nada C+7 (0 4 8 10) menjadi C+7 (0 4 8 10).

Untuk $n = 1, x = (0\ 4\ 8\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod12)) \equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(4) \equiv \left(4 + 1(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(8) \equiv \left(8 + 1(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(10) \equiv \left(10 + 1(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10)$, susunan nada C+7 (0 4 8 10) menjadi C#+7 (1 5 9 11).

Untuk $n = 2, x = (0\ 4\ 8\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(0) \equiv (0 + 2(mod12)) \equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(4) \equiv \left(4 + 2(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(8) \equiv \left(8 + 2(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(10) \equiv \left(10 + 2(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

Jadi untuk $n = 2$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10)$, susunan nada C+7 (0 4 8 10) menjadi D+7 (2 6 10 0).

Untuk $n = 3, x = (0\ 4\ 8\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(0) \equiv (0 + 3(mod12)) \equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(4) \equiv \left(4 + 3(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(8) \equiv \left(8 + 3(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(10) \equiv \left(10 + 3(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

Jadi untuk $n = 3$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10)$, susunan nada C+7 (0 4 8 10) menjadi D#+7 (3 7 11 1).

Untuk $n = 4, x = (0\ 4\ 8\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(0) \equiv (0 + 4(mod12)) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(4) \equiv \left(4 + 4(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(8) \equiv \left(8 + 4(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_4(10) \equiv \left(10 + 4(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10)$, susunan nada C+7 (0 4 8 10) menjadi E+7 (4 8 0 2).

Untuk $n = 5, x = (0\ 4\ 8\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(0) \equiv (0 + 5(mod12)) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$

$T_5(4) \equiv \big(4 + 5(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_5(8) \equiv \big(8 + 5(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$
$\equiv 1(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_5(10) \equiv \big(10 + 5(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$
$\equiv 3(mod12)$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10)$, susunan nada C+7 (0 4 8 10) menjadi F+7 (5 9 1 3).

Untuk $n = 6, x = (0\ 4\ 8\ 10)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_6(0) \equiv (0 + 6(mod12)) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_6(4) \equiv \big(4 + 6(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_6(8) \equiv \big(8 + 6(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$
$\equiv 2(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_6(10) \equiv \big(10 + 6(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$
$\equiv 4(mod12)$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10)$, susunan nada C+7 (0 4 8 10) menjadi F#+7 (6 10 2 4).

Untuk $n = 7, x = (0\ 4\ 8\ 10)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_7(0) \equiv (0 + 7(mod12)) \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_7(4) \equiv \left(4 + 7(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_7(8) \equiv \left(8 + 7(mod12)\right) \equiv 15(mod12)$
$\equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_7(10) \equiv \left(10 + 7(mod12)\right) \equiv 17(mod12)$
$\equiv 5(mod12)$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10)$, susunan nada C+7 (0 4 8 10) menjadi G+7 (7 11 3 5).

Untuk $n = 8, x = (0\ 4\ 8\ 10)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(0) \equiv (0 + 8(mod12)) \equiv 8(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(4) \equiv \left(4 + 8(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$
$\equiv 0(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_8(8) \equiv \left(8 + 8(mod12)\right) \equiv 16(mod12)$
$\equiv 4(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$

$$T_8(10) \equiv \left(10 + 8(mod12)\right) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10)$, susunan nada C+7 (0 4 8 10) menjadi G+7 (8 0 4 6).

Untuk $n = 9, x = (0\ 4\ 8\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(0) \equiv (0 + 9(mod12)) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(4) \equiv \left(4 + 9(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(8) \equiv \left(8 + 9(mod12)\right) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(10) \equiv \left(10 + 9(mod12)\right) \equiv 19(mod12)$$
$$\equiv 7(mod12)$$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10)$, susunan nada C+7 (0 4 8 10) menjadi A+7 (9 1 5 7).

Untuk $n = 10, x = (0\ 4\ 8\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(0) \equiv (0 + 10(mod12)) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(4) \equiv \left(4 + 10(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$$

$\equiv 2(mod12)$

$$
\begin{aligned}
T_n(x) &\equiv \big(x + n(mod12)\big) \\
T_{10}(8) &\equiv \big(8 + 10(mod12)\big) \equiv 18(mod12) \\
&\equiv 6(mod12)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
T_n(x) &\equiv \big(x + n(mod12)\big) \\
T_{10}(10) &\equiv \big(10 + 10(mod12)\big) \equiv 20(mod12) \\
&\equiv 8(mod12)
\end{aligned}
$$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10)$, susunan nada C+7 (0 4 8 10) menjadi A#+7 (10 2 6 8).

Untuk $n = 11, x = (0\ 4\ 8\ 10)$

$$
\begin{aligned}
T_n(x) &\equiv \big(x + n(mod12)\big) \\
T_{11}(0) &\equiv (0 + 11(mod12)) \equiv 11(mod12)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
T_n(x) &\equiv \big(x + n(mod12)\big) \\
T_{11}(4) &\equiv \big(4 + 11(mod12)\big) \equiv 15(mod12) \\
&\equiv 3(mod12)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
T_n(x) &\equiv \big(x + n(mod12)\big) \\
T_{11}(8) &\equiv \big(8 + 11(mod12)\big) \equiv 19(mod12) \\
&\equiv 7(mod12)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
T_n(x) &\equiv \big(x + n(mod12)\big) \\
T_{11}(10) &\equiv \big(10 + 11(mod12)\big) \equiv 21(mod12) \\
&\equiv 9(mod12)
\end{aligned}
$$

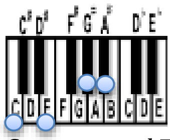
Jadi untuk $n = 11$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10)$, susunan nada C+7 (0 4 8 10) menjadi B+7 (11 3 7 9).

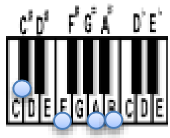
Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *augmented* +7 (0 4 8 10) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.17.

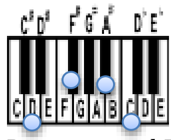
**Tabel 4.17 Akor *Augmented* 7**

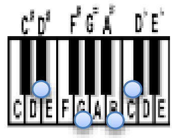
| Nama | Nada augmented 7 dalam musik | Nada augmented 7 dalam matematika |
|---|---|---|
| C+7 | C – E – G# - A# | (0 4 8 10) |
| C#+7/Db+7 | C# - F – A – B | (1 5 9 11) |
| D+ 7 | D - F# - A# - C | (2 6 10 0) |
| D#+7/Eb+7 | D# - G – B – C# | (3 7 11 1) |
| E+7 | E – G# - C – D | (4 8 0 2) |
| F+7 | F – A – C# - D# | (5 9 1 3) |
| F#+7/Gb+7 | F# - A# - D – E | (6 10 2 4) |
| G+7 | G – B – D# - F | (7 11 3 5) |
| G#+7/Ab+7 | G# - C – E – F# | (8 0 4 6) |
| A+7 | A – C# - F – G | (9 1 5 7) |
| A#+7/Bb+7 | A# - D – F# - G# | (10 2 6 8) |
| B+7 | B – D# - G – A | (11 3 7 9) |

Berdasarkan Tabel 4.17 susunan nada pada akor *augmented* 7 dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.13 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.


C *augmented* 7

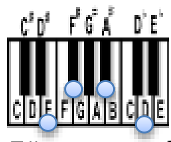

C# *augmented* 7

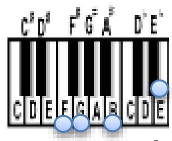

D *augmented* 7


D# *augmented 7*


E *augmented* 7


F *augmented* 7


F# *augmented* 7


G *augmented* 7


G# *augmented* 7


A *augmented* 7


A# *augmented* 7


B *augmented 7*

**Gambar 4.13 Akor *Augmented 7* pada Piano**

### 9. Akor *Augmented* 9

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *augmented* 9 (+9) yaitu dengan susunan nada akor *augmented* pada nada C *augmented 9* yang mempunyai susunan nada 1 – 3 – 5# - 7*b* – 2 (C – E – G# - B*b* - D) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 4 8 10 2). Tansposisi akor *augmented* 9 dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *augmented* dengan nada C *augmented* 9 atau (0 4 8 10 2) ($x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$) sebagai berikut:

Untuk $n = 0, x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(0) \equiv \big(0 + 0(mod12)\big) \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(4) \equiv \big(4 + 0(mod12)\big) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(8) \equiv \big(8 + 0(mod12)\big) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(10) \equiv \big(10 + 0(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(2) \equiv \big(2 + 0(mod12)\big) \equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$, susunan nada C+9 (0 4 8 10 2) menjadi C+9 (0 4 8 10 2).

Untuk $n = 1, x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod12)) \equiv 1(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(4) \equiv \left(4 + 1(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(8) \equiv \left(8 + 1(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(10) \equiv \left(10 + 1(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(2) \equiv \left(2 + 1(mod12)\right) \equiv 3(mod12)$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$, susunan nada C+9 (0 4 8 10 2) menjadi C#+9 (1 5 9 11 3).

Untuk $n = 2, x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(0) \equiv (0 + 2(mod12)) \equiv 2(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(4) \equiv \left(4 + 2(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$

$T_2(8) \equiv \left(8 + 2(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(10) \equiv \left(10 + 2(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$
$\equiv 0(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(2) \equiv \left(2 + 2(mod12)\right) \equiv 4(mod12)$

Jadi untuk $n = 2$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$, susunan nada C+9 (0 4 8 10 2) menjadi D+9 (2 6 10 0 4).

Untuk $n = 3, x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(0) \equiv (0 + 3(mod12)) \equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(4) \equiv \left(4 + 3(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(8) \equiv \left(8 + 3(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(10) \equiv \left(10 + 3(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$
$\equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(2) \equiv \left(2 + 3(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$

Jadi untuk $n = 3$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$, susunan nada C+9 (0 4 8 10 2) menjadi D#+9 (3 7 11 1 5).

Untuk $n = 4, x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$

$$Tn(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_4(0) \equiv (0 + 4(mod12)) \equiv 4(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_4(4) \equiv (4 + 4(mod12)) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_4(8) \equiv (8 + 4(mod12)) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_4(10) \equiv (10 + 4(mod12)) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_4(2) \equiv (2 + 4(mod12)) \equiv 6(mod12)$$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$, susunan nada C+9 (0 4 8 10 2) menjadi E+9 (4 8 0 2 6).

Untuk $n = 5, x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_5(0) \equiv (0 + 5(mod12)) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_5(4) \equiv (4 + 5(mod12)) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_5(8) \equiv (8 + 5(mod12)) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(10) \equiv \left(10 + 5(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_5(2) \equiv \left(2 + 5(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$, susunan nada C+9 (0 4 8 10 2) menjadi F+9 (5 9 1 3 7).

Untuk $n = 6$, $x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_6(0) \equiv (0 + 6(mod12)) \equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_6(4) \equiv \left(4 + 6(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_6(8) \equiv \left(8 + 6(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_6(10) \equiv \left(10 + 6(mod12)\right) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_6(2) \equiv \left(2 + 6(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$, susunan nada C+9 (0 4 8 10 2) menjadi F#+9 (6 10 2 4 8).

Untuk $n = 7, x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_7(0) \equiv (0 + 7(mod12)) \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_7(4) \equiv \big(4 + 7(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_7(8) \equiv \big(8 + 7(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$
$\equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_7(10) \equiv \big(10 + 7(mod12)\big) \equiv 17(mod12)$
$\equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_7(2) \equiv \big(2 + 7(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$, susunan nada C+9 (0 4 8 10 2) menjadi G+9 (7 11 3 5 9).

Untuk $n = 8, x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_8(0) \equiv (0 + 8(mod12)) \equiv 8(mod12)$

$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_8(4) \equiv \big(4 + 8(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$
$\equiv 0(mod12)$

$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_8(8) \equiv \big(8 + 8(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$

$$\equiv 4(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_8(10) \equiv \left(10 + 8(mod12)\right) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_8(2) \equiv \left(2 + 8(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$, susunan nada C+9 (0 4 8 10 2) menjadi G+9 (8 0 4 6 10).

Untuk $n = 9, x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(0) \equiv (0 + 9(mod12)) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(4) \equiv \left(4 + 9(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(8) \equiv \left(8 + 9(mod12)\right) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(10) \equiv \left(10 + 9(mod12)\right) \equiv 19(mod12)$$
$$\equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(2) \equiv \left(2 + 9(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$, susunan nada C+9 (0 4 8 10 2) menjadi A+9 (9 1 5 7 11).

Untuk $n = 10, x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(0) \equiv (0 + 10(mod12)) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(4) \equiv \left(4 + 10(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(8) \equiv \left(8 + 10(mod12)\right) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(10) \equiv \left(10 + 10(mod12)\right) \equiv 20(mod12)$$
$$\equiv 8(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(2) \equiv \left(2 + 10(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$, susunan nada C+9 (0 4 8 10 2) menjadi A#+9 (10 2 6 8 0).

Untuk $n = 11, x = (0\ 4\ 8\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(0) \equiv (0 + 11(mod12)) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$

$$T_{11}(4) \equiv \big(4 + 11(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(8) \equiv \big(8 + 11(mod12)\big) \equiv 19(mod12)$$
$$\equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(10) \equiv \big(10 + 11(mod12)\big) \equiv 21(mod12)$$
$$\equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(2) \equiv \big(2 + 11(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

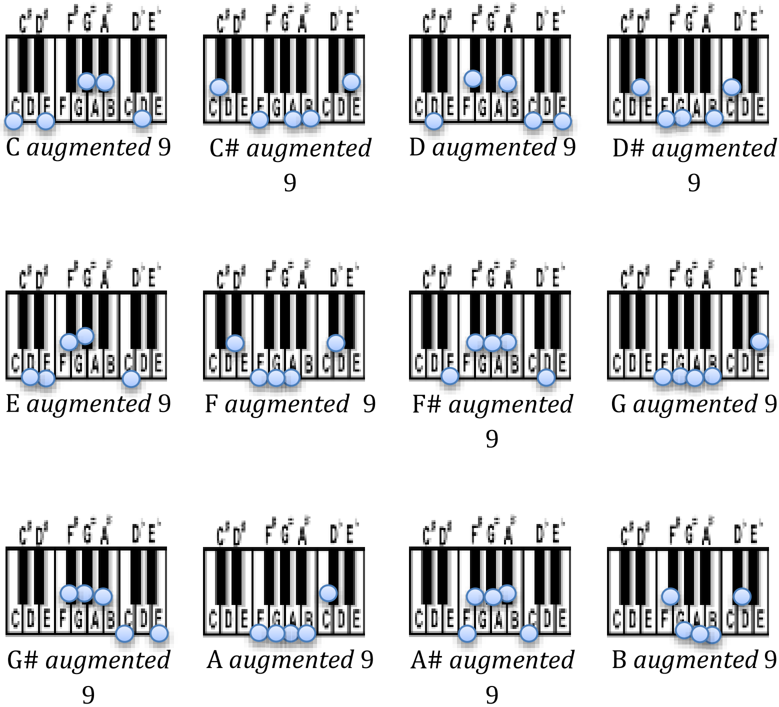
Jadi untuk $n = 11$, dan $x =$ (0 4 8 10 2), susunan nada C+9 (0 4 8 10 2) menjadi B+9 (11 3 7 9 1).

Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *augmented +9* (0 4 8 10 12) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.18.

**Tabel 4.18 Akor *Augmented* 9**

| Nama | Nada *augmented* 9 dalam musik | Nada *augmented* 9 dalam matematika |
|---|---|---|
| C+9 | C – E – G# - A# - D | (0 4 8 10 2) |
| C#+9/Db+9 | C# - F – A – B – D# | (1 5 9 11 3) |
| D+9 | D - F# - A# - C – E | (2 6 10 0 4) |
| D#+9/Eb+9 | D# - G – B – C# - F | (3 7 11 1 5) |
| E+9 | E – G# - C – D – F# | (4 8 0 2 6) |
| F+9 | F – A – C# - D# - G | (5 9 1 3 7) |
| F#+9/Gb+9 | F# - A# - D – E – G# | (6 10 2 4 8) |
| G+9 | G – B – D# - F – A | (7 11 3 5 9) |
| G#+9/Ab+9 | G# - C – E – F# - A# | (8 0 4 6 10) |
| A+9 | A – C# - F – G – B | (9 1 5 7 11) |
| A#+9/Bb+9 | A# - D – F# - G# - C | (10 2 6 8 0) |
| B+9 | B – D# - G – A – C# | (11 3 7 9 1) |

Berdasarkan Tabel 4.18 susunan nada pada akor *augmented* 9 dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.14 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.




**Gambar 4.14 Akor *Augmented* 9 pada Piano**

## 10. Akor *Diminished*

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *diminished (dim)* yaitu dengan susunan nada akor *diminished* pada nada C *diminished* yang mempunyai susunan nada 1 – 3*b* – 5# (C – E*b* – *G#*) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 3 6). Tansposisi akor *diminished* dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *diminished* dengan nada C *diminished* atau (0 3 6) ($x = (0\ 3\ 6)$) sebagai berikut:

Untuk $n = 1, x = (0\ 3\ 6)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(0) \equiv \big(0 + 0(mod12)\big) \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(3) \equiv \big(3 + 0(mod12)\big) \equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_0(6) \equiv \big(6 + 0(mod12)\big) \equiv 6(mod12)$$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ 3\ 6)$, susunan nada C*dim* (0 3 6) menjadi C*dim* (0 3 6).

Untuk $n = 1, x = (0\ 3\ 6)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod12)) \equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_1(3) \equiv \big(3 + 1(mod12)\big) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_1(6) \equiv \big(6 + 1(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ 3\ 6)$, susunan nada C$dim$ (0 3 6) menjadi C#$dim$ (1 4 7).

Untuk $n = 2$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(0) \equiv (0 + 2(mod12)) \equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(3) \equiv \left(3 + 2(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(6) \equiv \left(6 + 2(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$$

Jadi untuk $n = 2$, dan $x = (0\ 3\ 6)$, susunan nada C$dim$ (0 3 6) menjadi D$dim$ (2 5 8).

Untuk $n = 3, x = (0\ 3\ 6)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(0) \equiv (0 + 3(mod12)) \equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(3) \equiv \left(3 + 3(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_3(6) \equiv \left(6 + 3(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$$

Jadi untuk $n = 3$, dan $x = (0\ 3\ 6)$, susunan nada C$dim$ (0 3 6) menjadi D#$dim$ (3 6 9).

Untuk $n = 4, x = (0\ 3\ 6)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_4(0) \equiv (0 + 4(mod12)) \equiv 4(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_4(3) \equiv \left(3 + 4(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_4(6) \equiv \left(6 + 4(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ 3\ 6)$, susunan nada C$dim$ (0 3 6) menjadi E$dim$ (4 7 10).

Untuk $n = 5, x = (0\ 3\ 6)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_5(0) \equiv (0 + 5(mod12)) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_5(3) \equiv \left(3 + 5(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_5(6) \equiv \left(6 + 5(mod12)\right) \equiv 11mod12)$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (0\ 3\ 6)$, susunan nada C$dim$ (0 3 6) menjadi F$dim$ (5 8 11).

Untuk $n = 6, x = (0\ 3\ 6)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_6(0) \equiv (0 + 6(mod12)) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$

$T_6(3) \equiv (3 + 6(mod12)) \equiv 9(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_6(6) \equiv (6 + 6(mod12)) \equiv 12(mod12)$
$\equiv 0(mod12)$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ 3\ 6)$, susunan nada C*dim* (0 3 6) menjadi F#*dim* (6 9 0).

Untuk $n = 7, x = (0\ 3\ 6)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_7(0) \equiv (0 + 7(mod12)) \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_7(3) \equiv (3 + 7(mod12)) \equiv 10(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_7(6) \equiv (6 + 7(mod12)) \equiv 13(mod12)$
$\equiv 1(mod12)$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (0\ 3\ 6)$, susunan nada C*dim* (0 3 6) menjadi G*dim* (7 10 1).

Untuk $n = 8, x = (0\ 3\ 6)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_8(0) \equiv (0 + 8(mod12)) \equiv 8(mod12)$

$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$
$T_8(3) \equiv (3 + 8(mod12)) \equiv 11(mod12)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(6) \equiv \big(6 + 8(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (0\ 3\ 6)$, susunan nada C*dim* (0 3 6) menjadi G#*dim* (8 11 2).

Untuk $n = 9, x = (0\ 3\ 6)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(0) \equiv (0 + 9(mod12)) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(3) \equiv \big(3 + 9(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(6) \equiv \big(6 + 9(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ 3\ 6)$, susunan nada C*dim* (0 3 6) menjadi A*dim* (9 0 3).

Untuk $n = 10, x = (0\ 3\ 6)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(0) \equiv (0 + 10(mod12)) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(3) \equiv \big(3 + 10(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$

$$
\begin{aligned}
T_{10}(6) &\equiv \big(6 + 10(mod12)\big) \equiv 16(mod12)\\
&\equiv 4(mod12)
\end{aligned}
$$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ 3\ 6)$, susunan nada C$dim$ (0 3 6) menjadi A#$dim$ (10 1 4).

Untuk $n = 11, x = (0\ 3\ 6)$

$$
\begin{aligned}
T_n(x) &\equiv \big(x + n(mod12)\big)\\
T_{11}(0) &\equiv (0 + 11(mod12)) \equiv 11(mod12)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
T_n(x) &\equiv \big(x + n(mod12)\big)\\
T_{11}(3) &\equiv \big(3 + 11(mod12)\big) \equiv 14(mod12)\\
&\equiv 2(mod12)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
T_n(x) &\equiv \big(x + n(mod12)\big)\\
T_{11}(6) &\equiv \big(6 + 11(mod12)\big) \equiv 17(mod12)\\
&\equiv 5(mod12)
\end{aligned}
$$

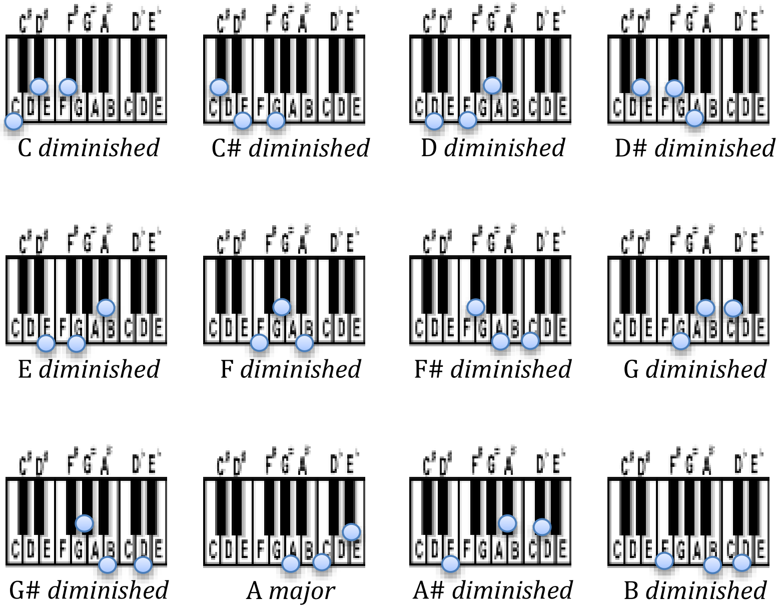
Jadi untuk $n = 11$, dan $x = (0\ 3\ 6)$, susunan nada C$dim$ (0 3 6) menjadi B$dim$ (11 2 5).

Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *diminished* (0 3 6) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.19.

**Tabel 4.19 Akor *Diminished***

| Nama | Nada *diminished* dalam musik | Nada *diminished* dalam matematika |
|---|---|---|
| C*dim* | C – D# - F# | (0 3 6) |
| C#*dim*/Db*dim* | C# - E – G | (1 4 7) |
| D*dim* | D - F – G# | (2 5 8) |
| D#*dim* /Eb*dim* | D# - F# – A | (3 6 9) |
| E*dim* | E – G – A# | (4 7 10) |
| F*dim* | F – G# - B | (5 8 11) |
| F#*dim*/Gb*dim* | F# - A - C | (6 9 0) |
| G*dim* | G – A# - C# | (7 10 1) |
| G#*dim* /Ab*dim* | G# - B – D | (8 11 2) |
| A*dim* | A – C – D# | (9 0 3) |
| A#*dim* /Bb*dim* | A# - C# - E | (10 1 4) |
| B*dim* | B – D - F | (11 2 5) |

Berdasarkan Tabel 4.19 susunan nada pada akor *diminshed* dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.15 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.




**Gambar 4.15 Akor *Diminished* pada Piano**

## 11. Akor *Dominant 7*

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *dominant 7 (7)* yaitu dengan susunan nada akor *dominant 7* pada nada C *dominant 7* yang mempunyai susunan nada 1 – 3 – 5 – 7*b* (C – E – G – B*b*) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 4 7 10). Tansposisi akor *dominant 7* dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *dominant 7* dengan nada C *dominant 7* atau (0 4 7 10) ($x =$ (0 4 7 10)) sebagai berikut:

Untuk $n = 0, x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_0(0) \equiv \left(0 + 0(mod12)\right) \equiv 0(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_0(4) \equiv \left(4 + 0(mod12)\right) \equiv 4(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_0(7) \equiv \left(7 + 0(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_0(10) \equiv \left(10 + 0(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$, susunan nada C7 (0 4 7 10) menjadi C7 (0 4 7 10).

Untuk $n = 1, x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod12)) \equiv 1(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(4) \equiv \left(4 + 1(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(7) \equiv \left(7 + 1(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$

$T_1(10) \equiv \left(10 + 1(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$, susunan nada C7 (0 4 7 10) menjadi C#7 (1 5 8 11).

Untuk $n = 2, x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(0) \equiv (0 + 2(mod12)) \equiv 2(mod12)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(4) \equiv \left(4 + 2(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(7) \equiv \left(7 + 2(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(10) \equiv \left(10 + 2(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$
$\equiv 0(mod12)$

Jadi untuk $n = 2$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$, susunan nada C7 (0 4 7 10) menjadi D7 (2 6 9 0).

Untuk $n = 3, x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(0) \equiv (0 + 3(mod12)) \equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(4) \equiv \left(4 + 3(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$

$T_3(7) \equiv \left(7 + 3(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(10) \equiv \left(10 + 3(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$
$\equiv 3(mod12)$

Jadi untuk $n = 3$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$, susunan nada C7 (0 4 7 10) menjadi D#7 (3 7 10 1).

Untuk $n = 4$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_4(0) \equiv (0 + 4(mod12)) \equiv 4(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_4(4) \equiv \left(4 + 4(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_4(7) \equiv \left(7 + 4(mod12)\right) \equiv (mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_4(10) \equiv \left(10 + 4(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$
$\equiv 2(mod12)$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$, susunan nada C7 (0 4 7 10) menjadi E7 (4 8 11 2).

Untuk $n = 5, x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_5(0) \equiv (0 + 5(mod12)) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$

$T_5(4) \equiv \left(4 + 5(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_5(7) \equiv \left(7 + 5(mod12)\right) \equiv 12(mod12) \equiv (mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_5(10) \equiv \left(10 + 5(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$
$\equiv 3(mod12)$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$, susunan nada C7 (0 4 7 10) menjadi F7 (5 9 0 3).

Untuk $n = 6, x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_6(0) \equiv (0 + 6(mod12)) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_6(4) \equiv \left(4 + 6(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_6(7) \equiv \left(7 + 6(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$
$\equiv 1(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_6(10) \equiv \left(10 + 6(mod12)\right) \equiv 16(mod12)$
$\equiv 4(mod12)$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$, susunan nada C7 (0 4 7 10) menjadi F#7 (6 10 1 4).

Untuk $n = 7, x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(0) \equiv (0 + 7(mod12)) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(4) \equiv \big(4 + 7(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(7) \equiv \big(7 + 7(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(10) \equiv \big(10 + 7(mod12)\big) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$, susunan nada C7 (0 4 7 10) menjadi G7 (7 11 2 5).

Untuk $n = 8, x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(0) \equiv (0 + 8(mod12)) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(4) \equiv \big(4 + 8(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(7) \equiv \big(7 + 8(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(10) \equiv \big(10 + 8(mod12)\big) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$, susunan nada C7 (0 4 7 10) menjadi G#7 (8 0 3 6).

Untuk $n = 9, x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_9(0) \equiv (0 + 9(mod 12)) \equiv 9(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_9(4) \equiv \left(4 + 9(mod 12)\right) \equiv 13(mod 12)$$
$$\equiv 1(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_9(7) \equiv \left(7 + 9(mod 12)\right) \equiv 16(mod 12)$$
$$\equiv 4(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_9(10) \equiv \left(10 + 9(mod 12)\right) \equiv 19(mod 12)$$
$$\equiv 7(mod 12)$$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$, susunan nada C+7 (0 4 7 10) menjadi A7 (9 1 4 7).

Untuk $n = 10, x = (0\ \ 4\ 7\ 10)$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_{10}(0) \equiv (0 + 10(mod 12)) \equiv 10(mod 12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_{10}(4) \equiv \left(4 + 10(mod 12)\right) \equiv 14(mod 12)$$
$$\equiv 2(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$

$$T_{10}(7) \equiv \big(7 + 10(mod12)\big) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \quad \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(10) \equiv \big(10 + 10(mod12)\big) \equiv 20(mod12)$$
$$\equiv \ 8(mod12)$$

Jadi untuk $n \ = \ 10$, dan $x = (0 \ \ 4 \ 7 \ 10)$, susunan nada C7 (0 4 7 10) menjadi A#7 (10 2 5 8).

Untuk $n \ = \ 11, x = (0 \ \ 4 \ 7 \ 10)$

$$T_n(x) \ \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(0) \equiv (0 + 11(mod12)) \ \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \ \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(4) \equiv \big(4 + 11(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \ \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(7) \equiv \big(7 + 11(mod12)\big) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \quad \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{11}(10) \equiv \big(10 + 11(mod12)\big) \equiv 21(mod12)$$
$$\equiv 9(mod12)$$

Jadi untuk $n \ = \ 11$, dan $x = (0 \ \ 4 \ 7 \ 10)$, susunan nada C7 (0 4 7 10) menjadi B7 (11 3 6 9).

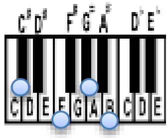
Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *dominant* 7 (0 4 7 10) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.20.

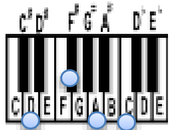
**Tabel 4.20 Akor *Dominant* 7**

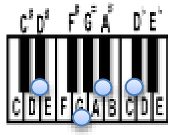
| Nama | Nada *Dominant* 7 dalam musik | Nada *Dominant* 7 dalam matematika |
|---|---|---|
| C7 | C – E – G - A# | (0 4 7 10) |
| C#7/Db7 | C# - F – G# – B | (1 5 8 11) |
| D7 | D - F# - A - C | (2 6 9 0) |
| D#7/Eb7 | D# - G – A# – C# | (3 7 10 1) |
| E7 | E – G# - B – D | (4 8 11 2) |
| F7 | F – A – C - D# | (5 9 0 3) |
| F#7/Gb7 | F# - A# - C# – E | (6 10 1 4) |
| G7 | G – B – D - F | (7 11 2 5) |
| G#7/Ab7 | G# - C – D# – F# | (8 0 3 6) |
| A7 | A – C# - E – G | (9 1 4 7) |
| A#7/Bb7 | A# - D – F - G# | (10 2 5 8) |
| B7 | B – D# - F# – A | (11 3 6 9) |

Berdasarkan Tabel 4.20 susunan nada pada akor *dominant* 7 dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.16 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.


C *dominant 7*

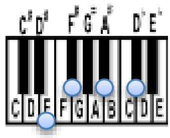

C# *dominant 7*

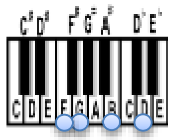

D *dominant 7*


D# *dominant 7*


E *dominant 7*

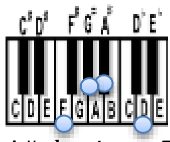

F *dominant 7*


F# *dominant 7*


G *dominant 7*


G# *dominant 7*


A *dominant 7*


A# *dominant 7*


B *dominant 7*

**Gambar 4.16 Akor *Dominant* 7 pada Piano**

## 12. Akor *Dominant 9*

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *dominant 9 (9)* yaitu dengan susunan nada akor *dominant 9* pada nada C *dominant 9* yang mempunyai susunan nada 1 – 3 – 5 – 7*b* – 2 (C – E – G – B*b* - D) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger* *model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 4 7 10 2). Tansposisi akor *dominant 9* dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *dominant 9* dengan nada C *dominant 9* atau (0 4 7 10 2) ($x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$) sebagai berikut:

Untuk $n = 0, x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(0) \equiv \left(0 + 0(mod12)\right) \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(4) \equiv \left(4 + 0(mod12)\right) \equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(7) \equiv \left(7 + 0(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(10) \equiv \left(10 + 0(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_0(2) \equiv \left(2 + 0(mod12)\right) \equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C9 (0 4 7 10 2) menjadi C9 (0 4 7 10 2).

Untuk $n = 1, x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod12)) \equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$

$$T_1(4) \equiv \left(4 + 1(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(7) \equiv \left(7 + 1(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(10) \equiv \left(10 + 1(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_1(2) \equiv \left(2 + 1(mod12)\right) \equiv 3(mod12)$$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C9 (0 4 7 10 2) menjadi C#9 (1 5 8 11 3).

Untuk $n = 2$, $x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(0) \equiv (0 + 2(mod12)) \equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(4) \equiv \left(4 + 2(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(8) \equiv \left(8 + 2(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$\begin{aligned} T_2(10) &\equiv \left(10 + 2(mod12)\right) \equiv 10(mod12) \\ &\equiv 0(mod12) \end{aligned}$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_2(2) \equiv \left(2 + 2(mod12)\right) \equiv 4(mod12)$$

Jadi untuk $n = 2$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C+9 (0 4 8 10 2) menjadi D9 (2 6 10 0 4).

Untuk $n = 3, x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(0) \equiv (0 + 3(mod12)) \equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(4) \equiv \big(4 + 3(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(8) \equiv \big(8 + 3(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(10) \equiv \big(10 + 3(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_3(2) \equiv \big(2 + 3(mod12)\big) \equiv 5(mod12)$$

Jadi untuk $n = 3$, C+9 (0 4 7 10 2) menjadi D#9 (3 7 11 1 5).

Untuk $n = 4, x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(0) \equiv (0 + 4(mod12)) \equiv 4(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(4) \equiv \big(4 + 4(mod12)\big) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_4(7) \equiv (7 + 4(mod12)) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_4(10) \equiv (10 + 4(mod12)) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_4(2) \equiv (2 + 4(mod12)) \equiv 6(mod12)$$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C9 (0 4 7 10 2) menjadi E9 (4 8 11 2 6).

Untuk $n = 5$, $x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_5(0) \equiv (0 + 5(mod12)) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_5(4) \equiv (4 + 5(mod12)) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_5(7) \equiv (7 + 5(mod12)) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_5(10) \equiv (10 + 5(mod12)) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv (x + n(mod12))$$
$$T_5(2) \equiv (2 + 5(mod12)) \equiv 7(mod12)$$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C9 (0 4 7 10 2) menjadi F9 (5 9 0 3 7).

Untuk $n = 6, x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_6(0) \equiv (0 + 6(mod 12)) \equiv 6(mod 12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_6(4) \equiv \left(4 + 6(mod 12)\right) \equiv 10(mod 12)$$

$$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_6(7) \equiv \left(7 + 6(mod 12)\right) \equiv 13(mod 12)$$
$$\equiv 1(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_6(10) \equiv \left(10 + 6(mod 12)\right) \equiv 16(mod 12)$$
$$\equiv 4(\mathrm{mod} 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_6(2) \equiv \left(2 + 6(mod 12)\right) \equiv 8(mod 12)$$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C9 (0 4 7 10 2) menjadi F#9 (6 10 1 4 8).

Untuk $n = 7, x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_7(0) \equiv (0 + 7(mod 12)) \equiv 7(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_7(4) \equiv \left(4 + 7(mod 12)\right) \equiv 11(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(7) \equiv \big(7 + 7(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \ \ \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(10) \equiv \big(10 + 7(mod12)\big) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(2) \ \equiv \big(2 + 7(mod12)\big) \ \equiv 9(mod12)$$

Jadi untuk $n \ = \ 7$, dan $x = (0 \ \ 4 \ 7 \ 10 \ 2)$, susunan nada C9 (0 4 7 10 2) menjadi G9 (7 11 2 5 9).

Untuk $n \ = \ 8, x = (0 \ \ 4 \ 7 \ 10 \ 2)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(0) \ \equiv (0 + 8(mod12)) \ \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(4) \equiv \big(4 + 8(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$Tn(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(7) \ \equiv \big(7 + 8(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$Tn(x) \ \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(10) \equiv \big(10 + 8(mod12)\big) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(2) \ \equiv \big(2 + 8(mod12)\big) \ \equiv 10(mod12)$$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C9 (0 4 8 10 2) menjadi G#9 (8 0 3 6 10).

Untuk $n = 9, x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_9(0) \equiv (0 + 9(mod 12)) \equiv 9(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_9(4) \equiv \left(4 + 9(mod 12)\right) \equiv 13(mod 12)$$
$$\equiv 1(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_9(7) \equiv \left(7 + 9(mod 12)\right) \equiv 16(mod 12)$$
$$\equiv 4(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_9(10) \equiv \left(10 + 9(mod 12)\right) \equiv 19(mod 12)$$
$$\equiv 7(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_9(2) \equiv \left(2 + 9(mod 12)\right) \equiv 11(mod 12)$$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C9 (0 4 7 10 2) menjadi A9 (9 1 4 7 11).

Untuk $n = 10, x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$
$$T_{10}(0) \equiv (0 + 10(mod 12)) \equiv 10(mod 12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod 12)\right)$$

$T_{10}(4) \equiv \left(4 + 10(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$
$\equiv 2(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{10}(7) \equiv \left(7 + 10(mod12)\right) \equiv 17(mod12)$
$\equiv 5(mod12)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{10}(10) \equiv \left(10 + 10(mod12)\right) \equiv 20(mod12)$
$\equiv 8(mod12)$

$Tn(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{10}(2) \equiv \left(2 + 10(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$
$\equiv 0(mod12)$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C9 (0 4 7 10 2) menjadi A#9 (10 2 5 8 0).

Untuk $n = 11, x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{11}(0) \equiv (0 + 11(mod12)) \equiv 11(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{11}(4) \equiv \left(4 + 11(mod12)\right) \equiv 15(mod12)$
$\equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{11}(7) \equiv \left(7 + 11(mod12)\right) \equiv 18(mod12)$
$\equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_{11}(10) \equiv \left(10 + 11(mod12)\right) \equiv 21(mod12)$

$$\equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(2) \equiv \left(2 + 11(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(\text{mod}12)$$

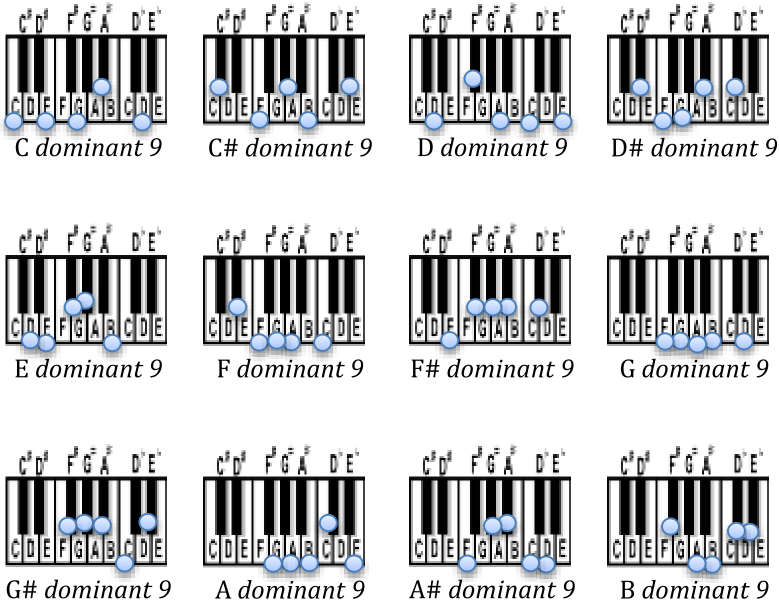
Jadi untuk $n = 11$, dan $x = (0\ \ 4\ 7\ 10\ 2)$, susunan nada C9 (0 4 7 10 2) menjadi B9 (11 3 6 9 1).

Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *dominant 9* (0 4 7 10 2) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.21.

**Tabel 4.21 Akor *Dominant* 9**

| Nama | Nada *Dominant* 9 dalam musik | Nada *Dominant* 9 dalam matematika |
|---|---|---|
| C9 | C – E – G - A# - D | (0 4 7 10 2) |
| C#9/Db9 | C# - F – G# – B – D# | (1 5 8 11 3) |
| D9 | D -  F# - A - C – E | (2 6 9 0 4) |
| D#9/Eb9 | D# - G – A# – C# - F | (3 7 10 1 5) |
| E9 | E – G# - B – D – F# | (4 8 11 2 6) |
| F9 | F – A – C - D# - G | (5 9 0 3 7) |
| F#9/Gb9 | F# - A# - C# – E – G# | (6 10 1 4 8) |
| G9 | G – B – D - F – A | (7 11 2 5 9) |
| G#9/Ab9 | G# - C – D# – F# - A# | (8 0 3 6 10) |
| A9 | A – C# - E – G – B | (9 1 4 7 11) |
| A#9/Bb9 | A# - D – F - G# - C | (10 2 5 8 0) |
| B9 | B – D# - F# – A – C# | (11 3 6 9 1) |

Berdasarkan Tabel 4.21 susunan nada pada akor *dominant* 9 dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.17 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.




**Gambar 4.17 Akor *Dominant* 9 pada Piano**

### 13. Akor *Suspended 2*

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *suspended 2 (sus2)* yaitu dengan susunan nada akor *suspended 2* pada nada C *suspended 2* yang mempunyai susunan nada 1 – 2 - 5 (C – D – G) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 2 7). Tansposisi akor *suspended 2* dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *suspended 2* dengan nada C *suspended 2* atau (0 2 7) ($x = (0\ 2\ 7)$) sebagai berikut:

Untuk $n = 0, x = (0\ 2\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_0(0) \equiv \left(0 + 0(mod12)\right) \equiv 0(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_0(2) \equiv \left(2 + 0(mod12)\right) \equiv 2(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_0(7) \equiv \left(7 + 0(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ 2\ 7)$, susunan nada C*sus2* (0 2 7) menjadi C*sus2* (0 2 7).

Untuk $n = 1, x = (0\ 2\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod12)) \equiv 1(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(2) \equiv \left(2 + 1(mod12)\right) \equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(7) \equiv \left(7 + 1(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ 2\ 7)$, susunan nada C*sus2* (0 2 7) menjadi C#*sus2* (1 3 8).

Untuk $n = 2, x = (0\ 2\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(0) \ \equiv (0 + 2(mod12)) \ \equiv 2(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(2) \ \equiv \left(2 + 2(mod12)\right) \equiv 4(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_2(7) \ \equiv \left(7 + 2(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$

Jadi untuk $n \ = \ 2$, dan $x = (0\ 2\ 7)$, susunan nada C*sus2* (0 2 7) menjadi D*sus2* (2 4 9).

Untuk $n \ = \ 3, x = (0\ 2\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(0) \ \equiv (0 + 3(mod12)) \ \equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(2) \ \equiv \left(2 + 3(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_3(7) \ \equiv \left(7 + 3(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$

Jadi untuk $n \ = \ 3$, dan $x = (0\ 2\ 7)$, susunan nada C*sus2* (0 2 7) menjadi D#*sus2* (3 5 10).

Untuk $n \ = \ 4, x = (0\ 2\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_4(0) \ \equiv (0 + 4(mod12)) \ \equiv 4(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$

$T_4(2) \equiv \left(2 + 4(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_4(7) \equiv \left(7 + 4(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ 2\ 7)$, susunan nada C*Sus2* (0 2 7) menjadi E*sus2* (4 6 11).

Untuk $n = 5, x = (0\ 2\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_5(0) \equiv (0 + 5(mod12)) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_5(2) \equiv \left(2 + 5(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_5(7) \equiv \left(7 + 5(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$
$\equiv 0(mod12)$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (0\ 2\ 7)$, susunan nada C*sus2*(0 2 7) menjadi F*sus2* (5 7 0).

Untuk $n = 6, x = (0\ 2\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_6(0) \equiv (0 + 6(mod12)) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_6(2) \equiv \left(2 + 6(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$

$$T_6(7) \equiv \left(7 + 6(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ 2\ 7)$, susunan nada C*sus2* (0 2 7) menjadi F#*sus2* (6 8 1).

Untuk $n = 7, x = (0\ 2\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_7(0) \equiv (0 + 7(mod12)) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_7(2) \equiv \left(2 + 7(mod12)\right) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_7(7) \equiv \left(7 + 7(mod12)\right) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (0\ 2\ 7)$, susunan nada C*sus2* (0 2 7) menjadi G*sus2* (7 9 2).

Untuk $n = 8, x = (0\ 2\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_8(0) \equiv (0 + 8(mod12)) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_8(2) \equiv \left(2 + 8(mod12)\right) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_8(7) \equiv \left(7 + 8(mod12)\right) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (0\ 2\ 7)$, susunan nada C*sus2* (0 2 7) menjadi G#*sus2* (8 10 3).

Untuk $n = 9, x = (0\ 2\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(0) \equiv (0 + 9(mod12)) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(2) \equiv \left(2 + 9(mod12)\right) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_9(7) \equiv \left(7 + 9(mod12)\right) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ 2\ 7)$, susunan nada C*sus2*(0 2 7) menjadi A*sus2* (9 11 4).

Untuk $n = 10, x = (0\ 2\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(0) \equiv (0 + 10(mod12)) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(2) \equiv \left(2 + 10(mod12)\right) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{10}(7) \equiv \left(7 + 10(mod12)\right) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ 2\ 7)$, susunan nada C*sus2*(0 2 7) menjadi A#*sus2* (10 0 5).

Untuk $n = 11, x = (0\ 2\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(0) \equiv (0 + 11(mod12)) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(2) \equiv \left(2 + 11(mod12)\right) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(7) \equiv \left(7 + 11(mod12)\right) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

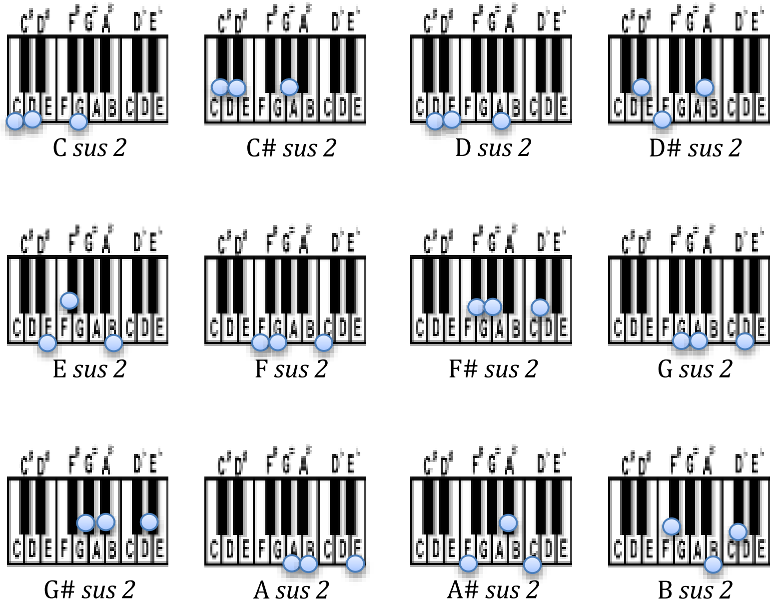
Jadi untuk $n = 11$, dan $x = (0\ 2\ 7)$, susunan nada C*sus2* (0 2 7) menjadi B*sus2* (11 1 6).

Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *suspended 2* (0 2 7) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.22.

**Tabel 4.22 Akor *Suspended 2***

| Nama | Nada suspended 2 dalam musik | Nada suspended 2 dalam matematika |
|---|---|---|
| Csus2 | C – D - G | (0 2 7) |
| C#sus2/Dbsus2 | C# - D# – G# | (1 3 8) |
| Dsus2 | D - E - A | (2 4 9) |
| D#sus2/Ebsus2 | D# - F – A# | (3 5 10) |
| Esus2 | E – F# - B | (4 6 11) |
| Fsus2 | F – G - C | (5 7 0) |
| F#sus2/Gbsus2 | F# - G# - C# | (6 8 1) |
| Gsus2 | G – A - D | (7 9 2) |
| G#sus2/Absus2 | G# - A# – D# | (8 10 3) |
| Asus2 | A – B - E | (9 11 4) |
| A#sus2/Bbsus2 | A# - C - F | (10 0 5) |
| Bsus2 | B – C# – F# | (11 1 6) |

Berdasarkan Tabel 4.22 susunan nada pada akor *suspended* 2 dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.18 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.




**Gambar 4.18 Akor *Suspended* 2 pada Piano**

### 14. Akor *Suspended 4*

Data awal yang digunakan dalam mentransposisi akor *suspended 4 (sus4)* yaitu dengan susunan nada akor *suspended 4* pada nada C *suspended 4* yang mempunyai susunan nada 1 - 4 - 5 (C – F – G) terdapat pada Tabel 4.9. Susunan nada tersebut kemudian diubah dalam matematika melalui *interger model of pitch*, sehingga menghasilkan (0 5 7). Tansposisi akor *suspended 4* dapat dicari menggunakan rumus fungsi transposisi pada susunan nada akor *suspended 4* dengan nada C *suspended 4* atau (0 5 7) ($x = (0\ 5\ 7)$) sebagai berikut:

Untuk $n = 0, x = (0\ 5\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_0(0) \equiv \left(0 + 0(mod12)\right) \equiv 0(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_0(5) \equiv \left(5 + 0(mod12)\right) \equiv 5(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_0(7) \equiv \left(7 + 0(mod12)\right) \equiv 7(mod12)$

Jadi untuk $n = 0$, dan $x = (0\ 5\ 7)$, susunan nada C*sus4* (0 5 7) menjadi C*sus4* (0 5 7).

Untuk $n = 1, x = (0\ 5\ 7)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(0) \equiv (0 + 1(mod12)) \equiv 1(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(5) \equiv \left(5 + 1(mod12)\right) \equiv 6(mod12)$

$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$
$T_1(7) \equiv \left(7 + 1(mod12)\right) \equiv 8(mod12)$

Jadi untuk $n = 1$, dan $x = (0\ 5\ 7)$, susunan nada C*sus4* (0 5 7) menjadi C#*sus4* (1 6 8).

Untuk $n = 2, x = (0\ 5\ 7)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_2(0) \ \equiv (0 + 2(mod12)) \ \equiv 2(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_2(5) \ \equiv \big(5 + 2(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_2(7) \ \equiv \big(7 + 2(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$

Jadi untuk $n \ = 2$, C*sus4* (0 5 7) menjadi D*sus4* (2 7 9).

Untuk $n \ = \ 3$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_3(0) \ \equiv (0 + 3(mod12)) \ \equiv 3(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_3(5) \ \equiv \big(5 + 3(mod12)\big) \equiv 8(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_3(7) \ \equiv \big(7 + 3(mod12)\big) \equiv 10(mod12)$

Jadi untuk $n \ = \ 3$, dan $x = (0\ 5\ 7)$, susunan nada C*sus4* (0 5 7) menjadi D#*sus4* (3 8 10).

Untuk $n \ = \ 4$, $x = (0\ 5\ 7)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_4(0) \ \equiv (0 + 4(mod12)) \ \equiv 4(mod12)$

$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$
$T_4(5) \ \equiv \big(5 + 4(mod12)\big) \equiv 9(mod12)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_4(7) \equiv \big(7 + 4(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

Jadi untuk $n = 4$, dan $x = (0\ 5\ 7)$, susunan nada C*Sus4* (0 5 7) menjadi E*sus4* (4 9 11).

Untuk $n = 5$, $x = (0\ 5\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(0) \equiv (0 + 5(mod12)) \equiv 5(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(5) \equiv \big(5 + 5(mod12)\big) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_5(7) \equiv \big(7 + 5(mod12)\big) \equiv 12(mod12)$$
$$\equiv 0(mod12)$$

Jadi untuk $n = 5$, dan $x = (0\ 5\ 7)$, susunan nada C*sus4* (0 5 7) menjadi F*sus4* (5 10 0).

Untuk $n = 6$, $x = (0\ 5\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(0) \equiv (0 + 6(mod12)) \equiv 6(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(5) \equiv \big(5 + 6(mod12)\big) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_6(7) \equiv \big(7 + 6(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

Jadi untuk $n = 6$, dan $x = (0\ 5\ 7)$, susunan nada C*sus4* (0 5 7) menjadi F#*sus4* (6 11 1).

Untuk $n = 7, x = (0\ 5\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(0) \equiv (0 + 7(mod12)) \equiv 7(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(5) \equiv \big(5 + 7(mod12)\big) \equiv 12 \equiv 0(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_7(7) \equiv \big(7 + 7(mod12)\big) \equiv 14(mod12$$
$$\equiv 2(mod12)$$

Jadi untuk $n = 7$, dan $x = (0\ 5\ 7)$, susunan nada C*sus4* (0 5 7) menjadi G*sus4* (7 0 2).

Untuk $n = 8, x = (0\ 5\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(0) \equiv (0 + 8(mod12)) \equiv 8(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(5) \equiv \big(5 + 8(mod12)\big) \equiv 13(mod12)$$
$$\equiv 1(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_8(7) \equiv \big(7 + 8(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

Jadi untuk $n = 8$, dan $x = (0\ 5\ 7)$, susunan nada C*sus4* (0 5 7) menjadi G#*sus4* (8 1 3).

Untuk $n = 9, x = (0\ 5\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(0) \equiv (0 + 9(mod12)) \equiv 9(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(5) \equiv \big(5 + 9(mod12)\big) \equiv 14(mod12)$$
$$\equiv 2(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_9(7) \equiv \big(7 + 9(mod12)\big) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

Jadi untuk $n = 9$, dan $x = (0\ 5\ 7)$, susunan nada C*sus4* (0 5 7) menjadi A*sus4* (9 2 4).

Untuk $n = 10, x = (0\ 5\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(0) \equiv (0 + 10(mod12)) \equiv 10(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(5) \equiv \big(5 + 10(mod12)\big) \equiv 15(mod12)$$
$$\equiv 3(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod12)\big)$$
$$T_{10}(7) \equiv \big(7 + 10(mod12)\big) \equiv 17(mod12)$$
$$\equiv 5(mod12)$$

Jadi untuk $n = 10$, dan $x = (0\ 5\ 7)$, susunan nada C*sus4* (0 5 7) menjadi A#*sus4* (10 3 5).

Untuk $n = 11, x = (0\ 5\ 7)$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(0) \equiv (0 + 11(mod12)) \equiv 11(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(5) \equiv \left(5 + 11(mod12)\right) \equiv 16(mod12)$$
$$\equiv 4(mod12)$$

$$T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$$
$$T_{11}(7) \equiv \left(7 + 11(mod12)\right) \equiv 18(mod12)$$
$$\equiv 6(mod12)$$

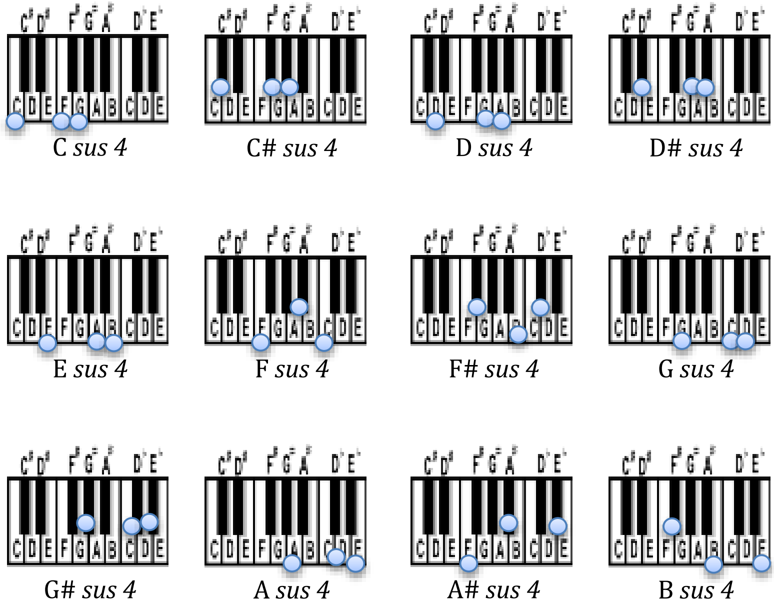
Jadi untuk $n = 11$, dan $x = (0\ 5\ 7)$, susunan nada C*sus4* (0 5 7) menjadi B*sus4* (11 4 6).

Melalui perhitungan dengan rumus transposisi $T_n(x) \equiv \left(x + n(mod12)\right)$, menggunakan data awal susunan nada pada akor C *suspended* 4 (0 5 7) menghasilkan susunan nada baru dengan nada dasar yang berbeda. Hasil dari perhitungan tersebut dituliskan pada Tabel 4.23.

**Tabel 4.23 Akor *Suspended* 4**

| Nama | Nada *suspended* 4 dalam musik | Nada *suspended* 4 dalam matematika |
|---|---|---|
| Csus4 | C – F - G | (0 5 7) |
| C#sus4/Dbsus4 | C# - F# – G# | (1 6 8) |
| Dsus4 | D - G - A | (2 7 9) |
| D#sus4/Ebsus4 | D# - G# – A# | (3 8 10) |
| Esus4 | E – A - B | (4 9 11) |
| Fsus4 | F – A# - C | (5 10 0) |
| F#sus4/Gbsus4 | F# - B - C# | (6 11 1) |
| Gsus4 | G – C - D | (7 0 2) |
| G#sus4/Absus4 | G# - C# – D# | (8 1 3) |
| Asus4 | A – D - E | (9 2 4) |
| A#sus4/Bbsus4 | A# - D# - F | (10 3 5) |
| Bsus4 | B – E - F | (11 4 6) |

Berdasarkan Tabel 4.23 susunan nada pada akor *suspended* 4 dengan berbagai nada dasar dapat diaplikasikan pada sebuah papan piano yang terdapat pada Gambar 4.19 dengan tujuan mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi dan mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang sesuai pada sebuah lagu yang dinyanyikan.




**Gambar 4.19 Akor *Suspended* 4 pada Piano**

# BAB V

# PENUTUP

## A. Kesimpulan

Susunan tangga nada diatonis *major* dan diatonis *minor* serta susunan jenis – jenis akor seperti akor *major, minor, augmented, dominant, diminished,* dan *suspended* dapat diperoleh dengan menggunakan fungsi transposisi

$$T_n(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$$

Langkah – langkah mentransposisi untuk menentukan susunan nada pada jenis – jenis akor ataupun tangga nada diatonis, sebagai berikut:

1. Mengubah susunan nada ke dalam bentuk *interger model of pitch.*
2. Menerapkan rumus fungsi transposisi akor pada pencarian jenis akor, maupun susunan tangga nada diatonis.
3. Menyusun kembali hasil akor dan susunan tangga nada diatonisnya yang telah ditransposisi.

Berdasarkan sifat aljabar pada bilangan real, terdapat unsur $0 \in \mathbb{R}$, sedemikian hingga berlaku $a + 0 = 0 + a = a$ untuk setiap $0 \in \mathbb{R}$ (identitas pada penjumlahan) (R.G. Bartle & D.R. Sherbert, 2011). Jika menggunakan $n = 0$ maupun $x = 0$ pada fungsi transposisi $T_n(x) \equiv \big(x + n(mod 12)\big)$ akan menghasilkan hasil yang sama yaitu bilangan itu sendiri, karena angka 0 terhadap operasi penjumlahan pada bilangan bulat merupakan elemen identitas.

Hasil penelitian ini diperoleh susunan tangga nada diatonis dan susunan nada pada jenis akor yang berbeda digunakan untuk mempermudah seorang pemusik dalam memainkan melodi bahkan akor – akor penyusunan dalam sebuah lagu, jika berpindah nada dasar menjadi lebih rendah atau lebih tinggi. Begitu juga mempermudah penyanyi untuk menentukan nada dasar yang cocok dengan karakter suaranya pada sebuah lagu yang dinyanyikan.

## B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini untuk penelitian lebih lanjut yaitu:

1. Menerapkan rumus fungsi transposisi pada susunan tangga nada dan jenis akor yang lainnya.
2. Menggunakan aplikasi matematika seperti *software Matlab, R,* dan lain - lain dalam mentransposisi susunan jenis – jenis akor maupun susunan tangga nada lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

Arieza, Nadya. (2013). *Analisis Progresi Chord Standar dengan Graf*. Bandung.

Amir, Mohammad Faizal & Bayu Hari Prasojo. (2017). Buku Ajar Matematika Dasar. In *Buku Ajar Matematika Dasar*. Sidoarjo: UMSIDA Press.

Budhi, Wono Setya. (2006). *Langkah Awal Menuju ke Olimpiade Matematika*. Jakarta: Ricardo.

Bartle, Robert G & Donald R. Sherbert. (2011) *Introduction to Real Analysis Fourth Edition.* USA: John Wiley & Sons.

Chrisantyo, L. B. S. P. R. (2013). *Penentuan Not Angka Lagu Dari Suara Menggunakan Discrete Fourier Transform*.

Creswell, John W. (2010). *Research Design Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Fatoni, Abdurrahman. (2011). *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyususna Skripsi*. Jakarta: Rineka Cipta.

Sa'diyah, Halimatus. (2008). *Penerapan Fungsi Transposisi Akor pada Perpindahan Tangga Nada. Malang.*

Hall Leonard Corporation, (2000) "picture-chord-encyclopedia.pdf," *Picture Chord Encyclopedia*. Hal Leonard Corporation.

Harahap, Nursapia, (2014). *Penelitian Kepustakaan,* Jurnal Iqra' 8, no. 1.

Keith, W. (1998) *Harmony and Theory.* Minnessota: Leonard Corporation International.

Khoirunnisa, Syifa, Icih Sukarsih, dkk. (2019) *Penerapan Fungsi Transposisi Pada Perpindahan Tangga Nada Pentatonik.* Bandung: Universitas Islam Bandung.

Langi, Yohanes A.R, dkk. (2019). Fungsi Transposisi Modulo dan Penerapannya Pada Pencarian Susunan Tangga Nada dan Tingkatan Akor. Manado *Jurnal Matematika Dan Aplikasi DeCartesiaN ISSN:2302-4224*.

Moha, I., & Sudrajat, D. (2019). *Resume Ragam Penelitian Kualitatif*. https://doi.org/10.31227/osf.io/wtncz.

Mudjilah, H. S. (2010). *Teori Musik 1*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Pangerang, Achmad Hidayanto. (2015). *Perancangan Aplikasi Pengenalan Chord Instrumen Tunggal Menggunakan Transformasi Wavelet dan Key Detection.* Semarang: Universitas Diponegoro

Parwati, Ni Nyoman. (2014). *Teori Bilangan*, (Yogyakarta: Graha Ilmu.

Pribadi, Arumsari Putriaji. (2016). *Aplikasi Persamaan Kongruensi pada Pepindahan Tangga Nada Sebuah Lagu.* Malang: Universirtas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Prihandoko, A. C. (2006). *Pemahaman dan Penyajian Konsep Matematika Secara Benar dan Menarik*. Jakarta: Depdiknas, 59.

Saeputri, A., Sutriyono, S., & Pratama, F. W. (2019). Jurnal Matematika Ilmiah STKIP Muhammadiyah Kuningan. *Jurnal Matematika Ilmiah STKIP Muhammadiyah*

*Kuningan*

Sanjanya, R. M Singgih. (2013). *Metode Lima Langkah Aransmen Musik.* Yogyakarta: Institut Seni Indonesia.

Setiawan, E., Muhammad, G. M., & ... (2021). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa pada Mata Kuliah Teori Bilangan. *... Jurnal Pendidikan ...*, *10*, 61–72. https://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/mosharafa/article/view/mv10n6.

Sihombing, D. I., & Simanjuntak, R. M. (2020). *Etnomatematika dalam Transposisi Akord Ende Mandideng*. 33–40.

Suaefrizal. (2011). *Aplikasi Matematika Pada Transposisi Tangga Nada Musi.* Medan: Universitas Sumatra Utara

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama : Zulyas Eko Wicaksono

Tempat, Tanggal Lahir : Kudus, 8 Juli 2000

Alamat Rumah :Jl. Ganesha No. 757 Purwosari RT 04/ RW 06 Kota Kudus

No. *Handphone* : 089670113559

Email : zulyaswicaksono@gmail.com

Instagram : @zulyaseko_

B. Riwayat Pendidikan

1. SD N 1 Purwosari Lulus Tahun 2012
2. SMP N 3 Kudus Lulus Tahun 2015
3. SMA N 2 Kudus Lulus Tahun 2018

Semarang, 1 April 2023

**Zulyas Eko Wicaksono**

NIM. 1808046019