

---

---

## **PENERAPAN ARITMATIKA MODULO PADA TRANSPOSISI AKORD BERBASIS WEB**

**Moh. Mulyadi<sup>1</sup>, Indah Nursupriah<sup>2</sup>, Hendri Raharjo<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Tadris Matematika IAIN Syekh Nurjati Cirebon

<sup>1,2,3</sup>Jl. Perjuangan, Sunyaragi, Kec. Kesambi, Kode Pos 45132, Kota Cirebon, Indonesia

[mohmulyadi@syekhnurjati.ac.id](mailto:mohmulyadi@syekhnurjati.ac.id)<sup>1</sup>, [indahnursupriah@syekhnurjati.ac.id](mailto:indahnursupriah@syekhnurjati.ac.id)<sup>2</sup>,

[hendriaraharjo@syekhnurjati.ac.id](mailto:hendriaraharjo@syekhnurjati.ac.id)<sup>3</sup>

### **Abstrak**

Aritmatika modulo dapat digunakan dalam pengembangan media transposisi akord berbasis web untuk memudahkan perpindahan nada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) penerapan aritmatika modulo pada transposisi akord, dan (2) kelayakan produk dari penerapan aritmatika modulo pada transposisi akord berbasis web. Jenis penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan metode pengembangan ADDIE (Assessment/Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Analisis data hasil kelayakan dilakukan dengan menggunakan bantuan skala Likert. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) multimedia simulasi transposisi akord berbasis web telah dikembangkan dengan alamat <http://dunialirik.site>. (2) Kelayakan produk dilihat dari hasil validasi ahli media pada aspek usability memperoleh presentase sebesar 84,38%, aspek functionality sebesar 100%, dan aspek komunikasi visual sebesar 83,33%, hasil validasi ahli konten (ahli musik) pada aspek pendahuluan memperoleh presentase sebesar 83,33%, aspek penyajian konten sebesar 93,75%, dan aspek keakuratan sebesar 95,83%, serta hasil penilaian oleh responden memperoleh presentase sebesar 76,89%. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa produk <http://dunialirik.site> layak digunakan

**Kata Kunci:** Aritmatika Modulo, Transposisi Aord, Website.

### **1. PENDAHULUAN**

Matematika merupakan bukan pengetahuan menyendiri yang dapat sempurna karena dirinya sendiri, tetapi adanya matematika itu terutama untuk membantu manusia dalam memahami dan menguasai permasalahan sosial, ekonomi, dan alam (MKPBM, 2001, p. 19). Artinya, Bukan hanya sebagai ilmu yang penting untuk dipelajari karena suatu mata pelajaran di sekolah, matematika juga penting dipelajari untuk menyelesaikan persoalan-persoalan dalam berbagai bidang keilmuan dalam kehidupan seperti musik.

Banyak persoalan pada musik yang sering kita jumpai antara lain keselarasan suara penyanyi dengan suara instrumen. Dalam menyanyikan sebuah syair lagu, faktor jenis suara sangat dipertimbangkan. Seseorang yang menyanyikan suatu lagu harus dapat

memilih nada lagu yang sesuai dengan karakter suaranya agar enak dan indah didengar. Sebagai tuntutan profesi seorang penyanyi harus bisa menyanyikan semua lagu walaupun nada asli dirasakan tidak sesuai dengan jenis suaranya. Hal ini dapat diatasi dengan transposisi (perpindahan posisi) akord pada lagu yang akan dinyanyikan dengan cara membuat nada dasar asli ke nada dasar yang dapat dijangkau oleh penyanyi.

Sebelumnya, Thomas M. Fiore telah menuliskan fungsi transposisi akord untuk menyelesaikan persoalan diatas. Fungsi transposisi akord dapat digunakan untuk menentukan perpindahan posisi akord yang diinginkan. Akan tetapi, dalam penggunaannya fungsi transposisi akord harus melakukan proses menghitung sedangkan tidak semua pegiat musik dapat melakukan perhitungan. Oleh karena itu, peneliti ingin mengembangkan suatu produk dari penerapan aritmatika modulo pada transposisi akord yang dapat digunakan oleh siapa saja.

Aritmatika modulo dikembangkan menjadi rumus fungsi transposisi akord yang digunakan untuk menentukan perpindahan posisi akord musik yang sesuai. Akan tetapi, penggunaan rumus tersebut masih belum efektif untuk seseorang yang buta akan perhitungan dan membutuhkan waktu dalam berhitung. Untuk mengatasi hal tersebut, rumus fungsi transposisi akord dikonversi dalam bentuk kode pemrograman yang diaplikasikan ke dalam website untuk mempermudah penggunaan.

Menurut Nursupriah (2013, p. 1), aritmatika merupakan bagian dari matematika yang mempelajari tentang operasi dasar bilangan (penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian). Aritmatika dari kata bahasa Yunani arithnos yaitu angka atau dulu disebut ilmu hitung merupakan cabang (atau pendahulu) matematika yang mempelajari operasi dasar bilangan (Gumiwang, 2017). Modulus artinya sisa pembagian. Aritmatika modulo merupakan pembagian bilangan bulat yang menghasilkan sisa dari hasil pembagian tersebut. Operator yang digunakan dalam operasi ini adalah mod. Definisi dari operator mod dinyatakan sebagai berikut :

Misalkan  $a$  adalah bilangan bulat dan  $m$  adalah bilangan bulat  $> 0$ . Operasi  $a \bmod m$  (dibaca “ $a$  modulo  $m$ ”) memberikan sisa jika  $a$  dibagi dengan  $m$ . Dengan kata lain,  $a \bmod m = r$  sedemikian sehingga  $a = mq + r$ , dengan  $0 \leq r < m$  (Munir, 2004, p. 2).

Operasi penjumlahan pada sistem bilangan modulo  $m$  sama seperti penjumlahan pada bilangan cacah, kecuali bila jumlahnya lebih dari atau sama dengan  $m$  maka jumlah itu dibagi dengan  $m$  dan sisanya ditempatkan seperti jumlah biasa.

### **Pengertian Transposisi**

Menurut Soeharto (1992, p. 86), mengungkapkan bahwa musik adalah pengungkapan gagasan melalui bunyi. Bunyi yang beraturan dan memiliki frekuensi tunggal tertentu disebut nada. Nada merupakan pengelompokan terkecil dari tangga nada. Dari pengelompokan tersebut, kumpulan tiga nada atau lebih yang bila dimainkan secara bersamaan teputus-putus sehingga terdengar harmonis disebut Akord. Jenis akord yang sering digunakan dalam musik pada umumnya menggunakan akord mayor dan minor. Akord lainnya hanya digunakan untuk memperindah suatu musik.

Tabel 1  
Akord Mayor

| Akord   |
|---------|
| C       |
| C# = Db |
| D       |
| D = Eb  |
| E       |
| F       |
| F# = Gb |
| G       |
| G# = Ab |

Pada Tabel 1, diketahui kumpulan nada dasar mayor yang sering digunakan dalam bermusik.

Di dalam musik, ketukan suara dan harmonisasi suara sangat berpengaruh terhadap keindahan musik. Untuk mencapai sebuah keharmonisan nada, maka diperlukan yang namanya transposisi akord. Artinya, dalam sebuah musik terdapat keselarasan antara instrument dan suara pnyanyi.

Menurut KBBI (BPPB, 2020), transposisi memiliki arti perpindahan posisi. Transposisi akord adalah perpindahan posisi akord dari satu akord ke akord yang lain. Dengan adanya transposisi akord musik menjadi lebih indah didengar serta luwes dalam memainkan sesuai keinginan kita.

#### **Fungsi Transposisi Akord**

Transposisi nada adalah perpindahan nada dari satu nada ke nada yang lain. Menurut Fiore (2009, p. 11), Misalkan  $n$  menjadi bilangan bulat mod 12. Kemudian fungsi  $T_n: Z_{12} \rightarrow Z_{12}$  didefinisikan oleh rumus  $T_n(x) = x + n \pmod{12}$  disebut transposisi  $x$  (nilai nada yang ingin ditransposisikan) oleh  $n$  (jarak perpindahan nada).

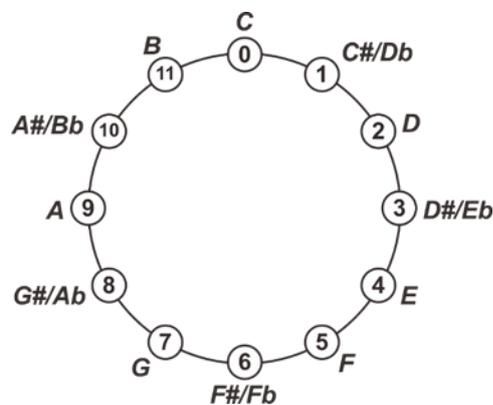
Sebelum melakukan perhitungan dalam menentukan transposisi nada musik, semua nada dasar yang ada terlebih dahulu kita ubah kedalam bentuk bilangan bulat 12 yang disebut dengan the integer model of pitch. Dengan kata lain, the integer model of pitch merupakan model bilangan bulat dari nada-nada dasar tersebut.

Tabel 2

The Integer Model of Pitch

| Nada Dasar Mayor | Bilangan Bulat |
|------------------|----------------|
| C                | 0              |
| C#               | 1              |
| D                | 2              |
| D#               | 3              |
| E                | 4              |
| F                | 5              |
| F#               | 6              |
| G                | 7              |
| G#               | 8              |
| A                | 9              |
| A#               | 10             |
| B                | 11             |

Berdasarkan Tabel 1, perubahan nada-nada dasar ke dalam bentuk bilangan bulat tersebut dimaksudkan agar dapat diterapkan kedalam perhitungan aritmatika modulo.



**Gambar 1** the musical clock

Pada Gambar 1, ditunjukkan jam musik yang menghubungkan setiap nada dan masing-masing nilainya dalam bentuk bilangan bulat sebagai berikut (Belleza & Loquias, 2015):

## 2. METODE

### Populasi dan Sampel

Populasi pada umumnya dikaitkan dengan sekumpulan obyek yang akan dijadikan sasaran penelitian. Menurut Sugiyono (2016, p. 80), populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas: obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Berdasarkan pemahaman populasi di atas, penelitian ini akan dilakukan pada populasi yang terdiri dari anggota Saung Gitar Cirebon. Penelitian ini dilakukan di Saung Gitar Cirebon karena setiap anggota dapat memainkan alat musik gitar sehingga dapat menjalankan produk yang peneliti kembangkan. Populasi anggota Saung Gitar Cirebon dapat ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3

| Populasi Anggota Saung Gitar |       |       |        |
|------------------------------|-------|-------|--------|
| Populasi                     | Aktif | Pasif | Jumlah |
| Anggota Saung Gitar          | 32    | 24    | 56     |

Berdasarkan Tabel 3, diketahui jumlah anggota saung gitar adalah 56 anggota dengan anggota yang aktif berjumlah 32 orang dan anggota yg pasif berjumlah 24 orang.

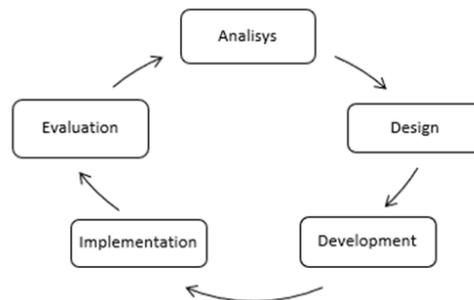
Sementara itu, tidak lengkap apabila berbicara populasi tanpa berbicara sampel. Menurut Sugiyono (2016, p. 81), sampel adalah bagian dari jumlah karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Artinya, terdapat beberapa bagian penting yang harus diperhatikan, yaitu kesamaan karakteristik terhadap populasinya dan dipilih dengan menggunakan teknik sampling. Teknik sampling yang digunakan penelitian ini adalah teknik purposive sampling. Teknik purposive sampling merupakan teknik pengambilan sampel dengan melakukan pertimbangan-pertimbangan tertentu dengan sengaja. Sampel diambil dengan melakukan pertimbangan kriteria tertentu yang telah ditentukan oleh peneliti yaitu anggota yang direkomendasikan oleh ketua yang merupakan anggota aktif sehingga mudah untuk dihubungi. Adapun sampel dalam penelitian ini adalah 30 anggota Saung Gitar Cirebon.

### Desain Penelitian

Menurut Sugiyono (2016, p. 2), mengatakan bahwa metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Adapun dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (R & D). Menurut Sugiyono (2016, p. 297), menjelaskan bahwa metode Penelitian dan Pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut.

Model penelitian yang digunakan pada jenis penelitian dan pengembangan adalah model penelitian dan pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development,

Implementation, Evaluation) merupakan suatu model yang di dalamnya merepresentasikan tahapan-tahapan secara sistematis (tertata) dan sistematis dalam penggunaannya memiliki tujuan untuk tercapainya hasil yang diinginkan. Tujuan utama model pengembangan ini digunakan untuk mendesain dan mengembangkan sebuah produk yang efektif dan efisien (Benny, 2016, p. 23).



**Gambar 2** Desain Penelitian

Berdasarkan gambar 2, diketahui terdapat 5 tahapan penelitian dan pengembangan model ADDIE yang saling terhubung sebagai berikut :

*Pertama*, tahapan analisis. Banyak persoalan musik di kehidupan nyata yang sering kita jumpai antara lain keselarasan suara penyanyi dengan suara instrumen. Dalam menyanyikan sebuah syair lagu, faktor jenis suara sangat dipertimbangkan. Seseorang yang menyanyikan suatu lagu harus dapat memilih nada lagu yang sesuai dengan karakter suaranya agar enak dan indah didengar. Sebagai tuntutan profesi seorang penyanyi harus bisa menyanyikan semua lagu walaupun nada asli dirasakan tidak sesuai dengan jenis suaranya. Hal ini dapat diatasi dengan transposisi (perpindahan posisi) akord pada lagu yang akan dinyanyikan dengan cara membuat nada dasar asli ke nada dasar yang dapat dijangkau oleh penyanyi.

Sebelumnya, Thomas M. Fiore telah menuliskan fungsi transposisi akord untuk menyelesaikan persoalan diatas. Fungsi transposisi akord dapat digunakan untuk menentukan perpindahan posisi akord yang diinginkan. Akan tetapi, dalam penggunaannya fungsi transposisi akord harus melakukan proses menghitung sedangkan tidak semua pegiat musik dapat melakukan perhitungan. Oleh karena itu, peneliti ingin mengembangkan suatu produk dari penerapan aritmatika modulo pada transposisi akord yang dapat digunakan oleh siapa saja.

Spesifikasi perangkat yang digunakan oleh peneliti Lenovo Ideapad 100 dengan spesifikasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4  
Spesifikasi Perangkat Keras

| Hardware    | Spesifikasi           |
|-------------|-----------------------|
| Prosesor    | Intel® Core™ i3-5005U |
| RAM         | 4,00 GB               |
| Hardisk     | 500 GB                |
| Graphic VGA | Nvidia GeForce 920M   |

Berdasarkan Tabel 4, diketahui spesifikasi perangkat laptop yang digunakan untuk pada penelitian dan pengembangan ini.

Tabel 5

Spesifikasi Perangkat Lunak

| Software           | Fungsi   |
|--------------------|--|
| Notepad ++ 7.8.8   | Software membuat dan mengedit kode pemrograman |
| Google Chrome V.83 | Software untuk menjalankan program             |

Berdasarkan Tabel 5, diketahui perangkat lunak yang digunakan pada penelitian dan pengembangan ini.

Analisis kebutuhan mahasiswa dari penelitian pengembangan ini adalah mahasiswa dapat mengakses media pembelajaran ini melalui PC/Laptop maupun smartphone yang terhubung dengan koneksi internet.

Multimedia yang akan digunakan dalam pengembangan ini merupakan multimedia website. Tugas atau fungsi yang dibutuhkan dalam multimedia ini antara lain:

- a. Website dapat dibuka dengan baik dan tanpa ada kendala.
- b. Semua menu dan fitur pada website berjalan dengan baik.
- c. Semua link navigasi pada web berjalan dengan semestinya
- d. User dapat menampilkan semua konten tanpa adanya kendala
- e. User dapat melakukan fungsi utama website dengan mudah tanpa kendala

*Kedua*, tahapan design. Perpindahan nada adalah mengubah nada dari satu nada ke nada yang lain. Misalkan n menjadi bilangan bulat mod 12. Kemudian fungsi  $T_n: Z_{12} \rightarrow Z_{12}$  didefinisikan oleh rumus  $T_n(x) = x + n \pmod{12}$  disebut transposisi oleh n.

Dari the integer modal of pitch diatas, berdasarkan tabel konversi nada kedalam bentuk bilangan bulat atau searah dengan jarum jam musik dapat diambil keterangan n adalah jarak/atau langkah yang dibutuhkan searah dengan jarum jam sehingga  $n=0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11$  dan  $x =$  nada dasar awal. Hal ini menjelaskan bahwa fungsi  $T_n$  merupakan fungsi yang menyatakan  $Z_{12}$  ke  $Z_{12}$ . Berikut adalah penjabaran rumus fungsi transposisi nada untuk setiap n.

Untuk melakukan transposisi nada yang di inginkan, tentukan terlebih dahulu nada dasar awal yang akan kita ubah dan nada yang kita inginkan. Berikut ini adalah contoh penggunaan fungsi transposisi nada pada nada dasar C naik satu nada. Sebelum menggunakan rumus fungsi transposisi nada, tentukan terlebih dahulu nilai n dan x. Nada dasar C naik 1 langkah sehingga diketahui  $n = 1$ . Karena nada dasar awal adalah C maka berdasarkan gambar jam musik  $C = x = 0$ .

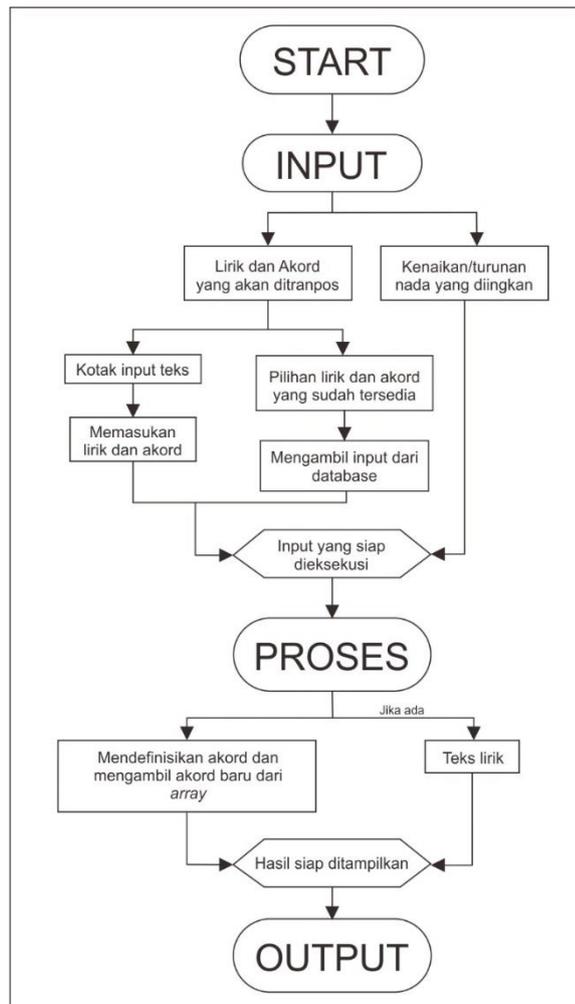
$$T_n(x) = x + n \pmod{12}$$

$$T_1(0) = 0 + 1 \pmod{12}$$

$$T_1(0) = 1 \pmod{12} = 1$$

Berdasarkan jam musik, 1 adalah C#. dapat disimpulkan bawa nada dasar C naik satu langkah menjadi nada C#.

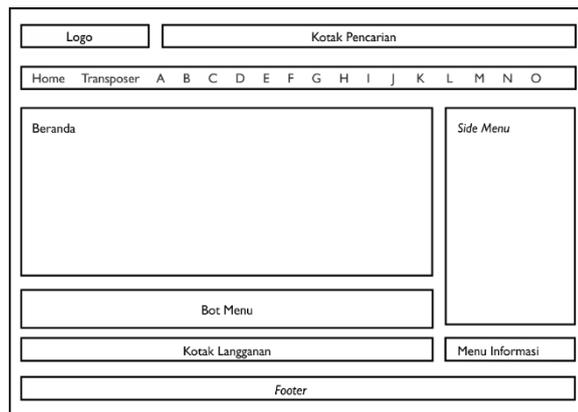
Rumus fungsi transposisi nada di atas dikonversikan menjadi bentuk pemrogramannya agar dapat berjalan dalam system website. Kode pemrograman yang digunakan disini adalah kode perograman javascript.



**Gambar 3** Flowchart Transposisi Akord

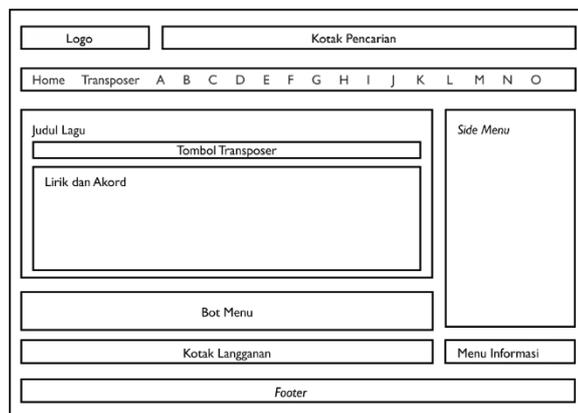
Berdasarkan Gambar 3, unsur-unsur pemrograman pada penelitian dan pengemban ini adalah input – proses – output. Input dalam aplikasi tersebut yaitu berupa teks. Proses yang digunakan adalah perhitungan matematika fungsi tranposisi nada. Output yang digunakan berupa teks.

Pendekatan yang dilakukan pada pengembangan konsep matematika ini menggunakan halaman web yang beirisi teks lirik dan akord yang dilengkapi dengan fitur tombol transposisi, kotak transposer akord dan pemilihan nama artis.



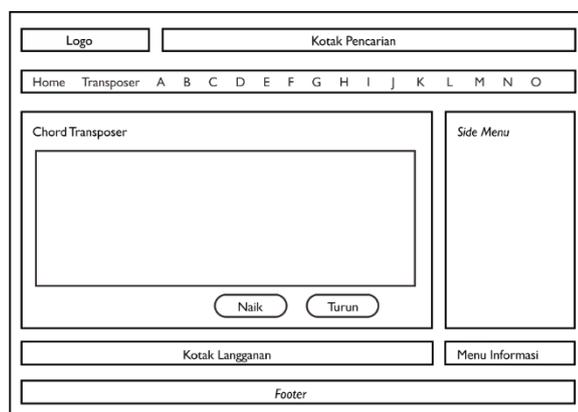
**Gambar 4** Sketsa Menu Utama

Berdasarkan Gambar 4, pengguna akan langsung menuju halaman ini ketika mengetikkan alamat website. Pada halaman utama, terdapat informasi tentang website dan kumpulan lagu terbaru.



**Gambar 5** Sketsa Halaman Lirik dan Akord

Pada Gambar 5, menunjukkan halaman yang menampilkan lirik dan akord dengan fitur tombol transposer



**Gambar 6** Sketsa Halaman Kota Tranposer

Pada Gambar 6, menunjukkan halaman yang menampilkan fitur kotak transposisi akord secara manual untuk lagu yang belum tersedia didalam website.

*Ketiga*, tahapan development. Tahapan ini merupakan tahapan hasil dari proses desain sebelumnya diwujudkan dalam bentuk nyata. Dalam penelitian ini, desain yang telah dibuat diimplementasikan ke dalam bentuk web yang sebenarnya termasuk semua aspek yang ada di dalamnya; rumus matematika, gambar, dan komponen web itu sendiri.

Peneliti membuat sebuah pemrograman bernama index.html. Program ini digunakan untuk membangun halaman utama yang menampung dan memanggil kode program lainnya. Isi kode dari program index.html bisa dilihat di bagian lampiran. Agar tampilan dari program index.html lebih menarik maka dibuatlah style.css. Program style.css berfungsi untuk memberikan warna, bentuk dan tata letak yang lebih bervariasi sehingga sehingga halaman yang ditampilkan terlihat lebih menarik dan nyaman dilihat oleh mata. Ketiga program tersebut disimpan kedalam data base di internet dan dipanggil melalui index.html untuk menjalankannya.

*Keempat*, tahapan implementation. Implementasi merupakan langkah nyata untuk menerapkan produk yang dikembangkan. Pada tahap ini semua elemen yang telah dikembangkan diatur agar dapat berjalan sesuai dengan peran dan fungsinya masing-masing. Dalam penelitian ini, web yang dikembangkan diimplementasikan ke dalam sebuah domain yang kemudian dapat diuji dan digunakan oleh pengguna.

*Kelima*, tahapan evaluation. Evaluasi merupakan proses untuk melihat apakah media yang dibuat berhasil dan sesuai dengan harapan awal atau tidak. Pengujian perangkat lunak merupakan bagian dari proses evaluation. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah produk yang dikembangkan sesuai dengan harapan. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi empat tahapan yang diadaptasi dari strategi pengujian perangkat lunak menurut Pressman (2002, p. 13), yaitu unit testing, integration testing, system testing dan acceptance testing.

Tabel 6  
Tahapan Evaluasi

| Jenis Evaluasi      | Instrumen   |
|---------------------|---|
| Unit Testing        | Google structure data testing                         |
| Integration Testing | Black-Box Testing                                     |
| System Testing      | PageSpeed Insights dan<br>Installation/Launch Testing |
| Acceptance Testing  | Alpha Testing dan<br>Beta Testing                     |

Berdasarkan Tabel 6, terdapat 4 tahapan evaluasi yang digunakan dalam pengujian produk.

### Alur Pengolahan Data

Analisis data pada penelitian ini adalah menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif. Data mengenai pendapat atau tanggapan responden yang terkumpul melalui angket dianalisis dengan statistik deskriptif. Hasil angket dianalisis dengan kriteria kategori skala likert (Arikunto, 2011, p. 132) sebagai berikut :

Tabel 7  
Skor Angket

| Pernyataan Positif        | Skor | Pernyataan Negatif        |
|---------------------------|------|---------------------------|
| Sangat Setuju (SS)        | 1    | Sangat Tidak Setuju (STS) |
| Setuju (S)                | 2    | Tidak Setuju (S)          |
| Tidak Setuju (S)          | 3    | Setuju (S)                |
| Sangat Tidak Setuju (STS) | 4    | Sangat Setuju (SS)        |

Berdasarkan Tabel 1, dipaparkan penskoran untuk instrumen angket. Skor tersebut akan digunakan untuk menentukan interpretasi yang diperoleh dari tiap aspek yang diukur. Data yang terkumpul diproses dengan cara dijumlahkan, dibandingkan dengan jumlah yang diharapkan dan diperoleh persentase atau dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut (Arikunto, 2011, p. 132):

$$1. \quad \text{Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100$$

Data yang terkumpul dianalisis dengan teknik analisis deskriptif kuantitatif yang diungkapkan dalam distribusi skor dan persentase terhadap kategori skala penilaian yang telah ditentukan. Setelah penyajian dalam bentuk persentase, langkah selanjutnya adalah mendeskriptifkan dan mengambil kesimpulan tentang masing-masing indikator. Kesesuaian aspek dalam pengembangan konsep matematika pada transposisi akord berbasis web dapat menggunakan tabel skala presentase (Arikunto, 2011, p. 137) berikut.

Tabel 8  
Intepretasi Skala Kelayakan

| Presentase Pencapaian | Interpretasi       |
|-----------------------|--------------------|
| 76% - 100%            | Sangat Layak       |
| 56% - 75%             | Layak              |
| 40% - 55%             | Tidak Layak        |
| 0 - 39%               | Sangat Tidak Layak |

Berdasarkan Tabel 8, dapat diketahui rentang presentasi pencapaian dengan interpretasi kelayakannya masing-masing.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kajian Produk

hasil produk dari penerapan aritmatika modulo pada transposisi akord berbasis web serta penggunaannya, untuk lebih lengkapnya bisa pembaca kunjungi di <http://www.dunialirik.site>.



**Gambar 7** Halaman Beranda

Berdasarkan Gambar 7, tampilan utama pada halaman beranda website memberikan penjelasan akan konten yang tersedia di web.

The screenshot shows a web interface for a guitar chord transposer. At the top, there is a navigation bar with 'Home' and 'Transposer' highlighted, followed by chord buttons for A, B, C, D, E, F, and G. The main title is 'Chord Kunci Gitar Ungu - Bukan Aku'. Below the title, it says 'Oleh Kacangin — Juni 27, 2020 — Posting Komentar'. There is a button that says 'Tampilkan Hanya Lirik'. Below that is a grid of chord buttons: Ab, A (highlighted), A#, Bb, B, C, C#, Db, D, D#, Eb in the first row, and E, F, F#, Gb, G, G# in the second row. The lyrics and chords are as follows:

[intro]  
A C D A  
A C D A

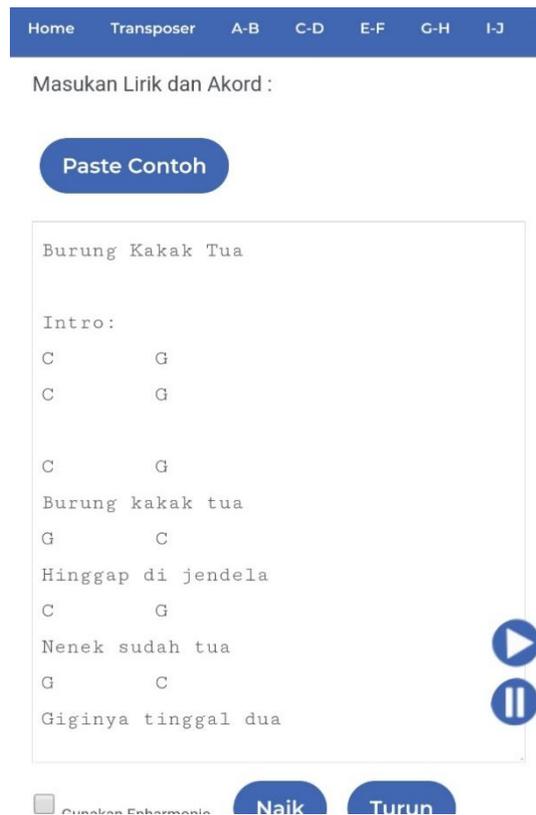
A C  
Sudah kucoba untuk selalu  
D A  
mengerti apa yang kau mau  
A C  
sudah kucoba untuk selalu  
D A

On the right side of the lyrics, there are two circular icons: a play button and a pause button.

**Gambar 8** Halaman Lirik dan Akord

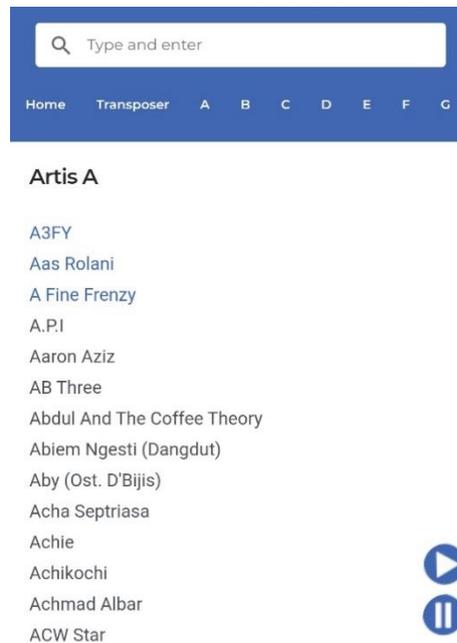
Berdasarkan Gambar 8, halaman lirik dan akord transposer menunjukkan adanya fitur agar pengguna dapat menentukan nada yang diinginkan dengan menekan tombol akord yang tersedia.

## Penerapan Aritmatika Modulo Pada Transposisi Akord Berbasis Web



Gambar 9 Halaman Kotak Transposer

Berdasarkan Gambar 9, menunjukkan halaman untuk kotak lirik dan akord transposer. Pengguna dapat memasukan lirik dan akord yang belum tersedia di website.

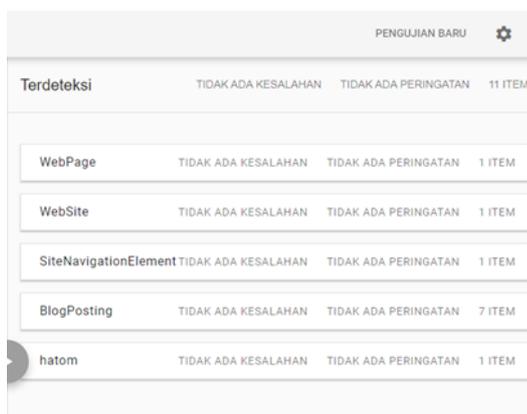


Gambar 10 Halaman List Artis

Berdasarkan Gambar 10, menunjukkan halaman untuk pilihan nama artis/band sesuai dengan abjad awal nama artis/band. Pengguna dapat mengaksesnya dengan menekan tombol abjad di tab bar. Pengguna juga bisa mencari judul lagu yang diinginkan dengan menggunakan kotak penacarian yang terletak di atas bar.

### Analisis Kelayakan Produk

Deskripsi data dalam penelitian ini terbagi menjadi 6 tahapan pengujian yaitu pengujian data struktur, black-box, pagespeed insight, installation, beta testing dan alpha testing.



Gambar 11 Structure Data Testing Result

Berdasarkan Gambar 11, menunjukkan pengujian data struktur tidak ditemukan kesalahan dan tidak ditemukan peringatan. Berikut adalah hasil pengujian produk website dunialirik.site.

Tabel 9  
Balck-box Testing Result

| Pengujian        | Hasil yang Diharapkan   | Hasil Pengujian |
|------------------|---|-----------------|
| Akses Website    | Website dapat dibuka dengan baik dan tanpa ada kendala.                   | Berhasil        |
| Membuka Menu     | Semua menu dan fitur pada website berjalan dengan baik.                   | Berhasil        |
| Membuka Konten   | Halaman konten dapat dibuka dengan baiak dan menampilkan isi yang sesuai. | Berhasil        |
| Fitur Transposer | Fungsi transposer berjalan dengan baik                                    | Berhasil        |
| Menu Pendukung   | Menu pendukungng lainnya berjalan dengan baik                             | Berhasil        |

Berdasarkan Tabel 9, pengujian black-box dilakukan dapat diketahui fungsionalitas dari media tersebut berjalan dengan baik.

Tabel 10

PageSpeed Testing Result

| Data Lab                        | Hasil   |
|---------------------------------|---------|
| First Contentful Paint          | 2,0 dtk |
| Indeks Kecepatan                | 3,0 dtk |
| Largest Contentful Paint        | 2,0 dtk |
| Waktu untuk Interaktif          | 2,6 dtk |
| Total Waktu Pemblokiran         | 10 md   |
| Pergeseran Tata Letak Kumulatif | 0       |
| Peforma Interaktif              | 97      |

Berdasarkan Tabel 10, pengujian pagespeed insight didapatkan hasil sangat baik yaitu sebesar 97 dari 100.

Tabel 11

Launch Testing Result

| Browser           | Hasil    |
|-------------------|----------|
| Google Chrome     | Berhasil |
| Mozila Firefox    | Berhasil |
| Opera Mini        | Berhasil |
| UC Browser        | Berhasil |
| Internet Explorer | Berhasil |
| Microsoft Edge    | Berhasil |
| Samsung Browser   | Berhasil |

Berdasarkan Tabel 11, produk dapat di akses dan mampu berfungsi dengan normal tanpa ada kendala diberbagai jenis browser.

Beta Testing atau analisis data validasi para ahli dibagi menjadi dua yaitu analisis data validasi ahli materi dan analisis data validasi ahli media. Berdasarkan data validasi ahli yang telah didapatkan dari penelitian ini, dilakukan analisis pada data tersebut. Adapun hasil pengujian oleh ahli secara garis besar dapat ditunjukkan oleh tabel berikut:

Tabel 12

Beta Testing (Materi) Result

| Aspek            | Jumlah Butir | Skor Ahli | Skor Harap | (%)   |
|------------------|--------------|-----------|------------|-------|
| Pendahuluan      | 6            | 40        | 48         | 83,33 |
| Penyajian Konten | 8            | 60        | 64         | 93,75 |
| Keakuratan       | 6            | 46        | 48         | 95,83 |
| Jumlah           | 20           | 146       | 160        |       |
| Rata - Sata      |              |           |            | 91,25 |

Berdasarkan Tabel 12, didapat skor persentase kelayakan dari aspek pendahuluan sebesar 83,33%, aspek penyajian konten sebesar 93,75% dan aspek keakuratan sebesar 95,83% sehingga didapat rerata persentase kelayakan yaitu 91,25%. Berdasarkan kategori kelayakan pada Tabel 8 maka penerapan aritmatik pada transposisi akord berbasis web dalam kriteria kelayakan adalah “Sangat Layak”.

Tabel 13

Beta Testing (Media) Result

| Aspek             | Jumlah Butir | Skor Ahli | Skor Harap | (%)   |
|-------------------|--------------|-----------|------------|-------|
| Usability         | 8            | 54        | 64         | 84,38 |
| Functionality     | 10           | 80        | 80         | 100   |
| Komunikasi Visual | 12           | 80        | 96         | 83,33 |
| Jumlah            | 14           | 214       | 240        |       |
| Rata - Sata       |              |           |            | 89,17 |

Berdasarkan Tabel 13, didapat skor persentase kelayakan dari aspek usability sebesar 84,38%, aspek functionality sebesar 100% dan aspek komunikasi visual sebesar 83,33% sehingga didapat rerata persentase kelayakan yaitu 89,17%. Berdasarkan kategori kelayakan pada Tabel 8 maka media pada penerapan aritmatika modulo pada transposisi akord berbasis web dalam kriteria kelayakan adalah “Sangat Layak”.

Data responden yang telah didapatkan dari penelitian ini, dilakukan analisis pada data tersebut. Berikut merupakan analisis data yang telah didapatkan dari 30 Anggota Saung Gitar Cirebon.

Tabel 14

Tabulasi Skord Responden

| Butir                | Skor | Butir | Skor | Butir  | Skor |
|----------------------|------|-------|------|--------|------|
| 1                    | 101  | 11    | 94   | 21     | 88   |
| 2                    | 97   | 12    | 92   | 22     | 81   |
| 3                    | 99   | 13    | 88   | 23     | 96   |
| 4                    | 94   | 14    | 93   | 24     | 98   |
| 5                    | 102  | 15    | 95   | 25     | 96   |
| 6                    | 92   | 16    | 89   | 26     | 98   |
| 7                    | 84   | 17    | 92   | 27     | 94   |
| 8                    | 89   | 18    | 90   | 28     | 100  |
| 9                    | 89   | 19    | 78   | 29     | 92   |
| 10                   | 76   | 20    | 96   | 30     | 95   |
| Jumlah               |      |       |      | 2768   |      |
| Presentase Kelayakan |      |       |      | 76,89% |      |

Berdasarkan Tabel 14, hasil penilaian dari 30 responden dari anggota Saung Gitar Cirebon terhadap penerapan aritmatika modulo pada transposisi akord berbasis web dengan 30 butir pertanyaan sebesar 76,89%,.Berdasarkan kategori kelayakan pada Tabel III.10 maka konsep matematika pada transposisi akord berbasis web dalam kriteria kelayakan adalah “Layak”.

Berdasarkan analisis data tersebut, dapat disimpulkan bahwa konsep matematika pada transposisi akord berbasis web layak dan dapat digunakan sebagai produk konsep matematika berbasis web dalam menentukan transposisi akord.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang penerapan aritmatika modulo pada transposisi akord berbasis web dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Transposisi akord dapat ditentukan dengan menggunakan aritmatika modulo. Misalkan  $n$  menjadi bilangan bulat mod 12. Kemudian fungsi  $T_n: Z_{12} \rightarrow Z_{12}$  didefinisikan oleh rumus  $T_n(x) = x + n \pmod{12}$  disebut transposisi  $x$  oleh  $n$  dengan  $x$  adalah nilai akord yang ingin ditransposisikan berdasarkan the integr model of pitch dan  $n$  adalah nilai jarak perpindahan posisi akord. Rumus fungsi transposisi tersebut selanjutnya dapat dihitung untuk setiap nilai  $x$  dan nilai  $n$  pada akord dasar yang berjumlah 12 akord sehingga membentuk sebuah tabel penjumlahan mod 12. Berdasarkan the integr model of pitch, angka-angka yang

terdapat pada tabel tersebut dikonversikan menjadi akord. Hasil konversi tersebut dinamakan dengan tabel transposisi akord. Pada tahap akhir, tabel transposisi akord diimplementasikan menjadi sebuah program dalam website. Produk dalam penelitian ini adalah website dengan alamat <http://dunialirik.site>.

- b. Hasil kelayakan produk dengan menggunakan analisis skala likert berdasarkan Tabel III.9 pada validasi para ahli oleh ahli konten (ahli musik) yaitu 91,25% (kategori “sangat layak”) sedangkan hasil nilai validasi oleh ahli media sebesar 89,17%. (kategori “sangat layak”). Pada uji coba produk oleh 30 responden dari anggota Saung Gitar Cirebon memperoleh nilai sebesar 76,89% (kategori “layak”). Jadi, penerapan aritmatika modulo pada transposisi akord berbasis web secara keseluruhan dapat dikategorikan layak sehingga produk dari penerapan transposisi akord berbasis web ini dapat digunakan sebagai multimedia simulasi dalam menentukan transposisi akord yang diinginkan

## REFERENSI

- Arikunto, S. (2011). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi Revisi)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Belleza, K., & Loquias, C. (2015). Conceptualizing minuet in g major through mathematics and the generalized interval system. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, 4413 - 4445.
- Benny, A. (2016). *Desain dan Pengembangan Program Pelatihan Berbasis Kompetensi Implementaasi Model ADDIE*. Jakarta: Prenada Media Group.
- BPPB. (2020, Juli 2). *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)*. Diambil kembali dari *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)*: <https://kbbi.web.id/transposisi>
- Fiore, T. M. (2009, January 13). Music and Mathematics. Retrieved from Umich.Edu: <http://www-personal.umd.umich.edu>
- Gumiwang, A. (2017, September 3). Jelaskan apa yang dimaksud dengan Aritmatika? Retrieved from dictio.id: <https://www.dictio.id/t/jelaskan-apa-yang-dimaksud-dengan-aritmatika/12160>
- MKPBM. (2001). *Common Text Book: Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: JICA-Universitas Pendidikan Indonesia.
- Munir, R. (2004). *Bahan Kuliah IF5054 Kriptografi: Teori Bilangan (Number Theory)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Nursuprianah, I., & Nisa, N. H. (2013). Pengaruh Pemahaman Konsep Aritmatika Terhadap Kemampuan Berpikir Aljabar SISwa. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 20-35.
- Pressman, R. (2002). *Software Engineering*. New York: McGraw Hill Book Co.
- Soeharto. (1992). *Kamus Musik*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.