

Song Search Application Using Fast Fourier Transform Method

Reyvaldo Vincentius Soetiman, Vecky C. Poekoel, Feisy Diane Kambey

Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia

e-mails : rsoetiman@gmail.com, vecky.poekoel@unsrat.ac.id, feisykambey@unsrat.ac.id

Received: 5 February 2021; revised: 10 Maret 2021; accepted: 12 Maret 2021

Abstract — Songs have become part of everyday life, which can be accessed through various media such as radio, television, CD players, and smartphone multimedia applications. Often when we want to listen to a certain song we forget the song title but just remember the hum or the strains. To overcome this, this application was created with the aim of being able to search for songs by using only hums or strains. This application is made using the "Fast Fourier Transform" method which can convert the sound signal from the time and space domain to the frequency domain where comparisons can be made to get a match. The conclusion of this study can see how accurate the song search is using hum or strains.

Keywords –Fast Fourier Transform; Hum; Searching; Song.

Abstrak — Lagu sudah menjadi bagian dalam kehidupan sehari-hari, yang dapat diakses melalui berbagai media seperti radio, televisi, CD player, maupun aplikasi multimedia smartphone. Sering saat ingin mendengarkan lagu tertentu kita melupakan judul lagu namun mengingat senandung atau alunannya saja. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibuat aplikasi ini dengan tujuan dapat mencari lagu dengan menggunakan senandung atau alunan saja. Aplikasi ini dibuat menggunakan metode "Fast Fourier Transform" yang dapat mengubah sinyal suara dari domain waktu dan ruang menjadi domain frekuensi yang dapat dilakukan perbandingan untuk mendapatkan kecocokan. Kesimpulan dari penelitian ini dapat melihat seberapa akurat pencarian lagu menggunakan senandung atau alunan.

Kata Kunci: Alunan; Fast Fourier Transform; Lagu; Pencarian;

I. PENDAHULUAN

Lagu adalah kumpulan kata-kata yang dirangkai indah yang dinyanyikan dengan iringan musik yang dibuat berdasarkan komposisi yang memiliki ritme dan tempo sehingga pendengarnya dapat terbawa suasana. Menurut lagu Jean-Marie Bretagne adalah kesusastraan yang sangat istimewa, karena tempo lagu menunjukkan setiap kedalaman makna. Lirik lagunya manis, sehingga bisa membuat orang merasa melayang, terpeleset, ringan dan naif.

Lagu sudah menjadi bagian dalam kehidupan sehari-hari dan kita dapat mengaksesnya dengan cukup mudah seperti mendengar secara langsung dari seseorang, melalui radio, siaran televisi, melalui aplikasi *smartphone*. Kita juga memiliki beberapa lagu favorit untuk didengar dan dinikmati yang biasanya disimpan yang biasanya disimpan dalam suatu *playlist* lagu. Biasanya dalam mencari lagu untuk didengarkan lagi kita melupakan judul dan lirik lagu tersebut tapi hanya mengingat

senandungnya / alunannya saja.

Dengan mengetahui metode *Fast Fourier Transform* merupakan suatu metode yang dapat mengubah suara ke domain frekuensi, kita dapat melihat pembagian wilayah suara berdasarkan sumber suara, sensasi ruang resonansi, bentuk, warna, timbre suara, dan tinggi rendahnya nada yang dihasilkan. Dengan melihat tinggi rendahnya suatu frekuensi dari nada kita bisa membandingkan suara dari irama dengan suara dari lagu untuk mencapai kemiripan.

Dengan penjelasan di atas penulis berharap dapat membuat suatu aplikasi pencarian lagu menggunakan metode *Fast Fourier Transform* dan melihat seberapa akuratnya metode yang diimplementasikan.

A. Penelitian Terkait

Penelitian yang dilakukan Muhathir, Rizki Mulione dan Susilawati, 2019 dengan Analisa *Fast Fourier Transform* untuk pengenalan *voice register* untuk memperoleh kecocokan dua suara. Penelitian ini mendapatkan bahwa *Fast Fourier Transform* belum berkerja secara maksimal dalam proses klasifikasi dan diperlukannya penambahan fitur seperti low dan *high pass filter*[1].

Penelitian yang dilakukan Amiya Kumar Tripathy, Neha Chhatre, Namrata Surendranath dan Manpreet Kalsi, dengan judul penelitian *Query by Humming*. Penelitian ini menjelaskan proses yang akan dilalui untuk mencari kemiripan suatu audio hanya dengan bersenandung saja. Kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil yang didapat dari mencari kemiripan bergantung pada nada yang disenandungkan[2].

Penelitian yang dilakukan Chamidy Totok, 2016, dengan judul penelitian. Metode *Mel Frequency Cepstral Coeffisients* (MFCC) Pada klasifikasi *Hidden Markov Model* (HMM) Untuk Kata Arabic pada Penutur Indonesia menjelaskan bagaimana proses *Mel Frequency Cepstral Coeffisients* dalam pencarian suatu kemiripan data pada hal ini yaitu untuk kata Arabic pada penutur Indonesia dan apa saja hal-hal yang harus diperhatikan saat memakai metode ini. Kesimpulan pada penelitian ini bahwa penggunaan metode *Mel Frequency Cepstral Coeffisients* dalam pencarian kemiripan data dapat dilakukan pada kasus ini memperoleh akurasi sebesar 83,1%[3].

Penelitian yang dilakukan Ferbriliyan Samopa, dengan judul penelitian Penerapan *Eucliden Distance* pada

Pencocokan Pola untuk Konversi Citra ke Teks. Penelitian ini Pada penelitian ini dilihat bagaimana *Eucliden Distance* dipakai sebagai hal penentu dalam pencarian sebuah pola kemiripan pada suatu citra[4].

B. Lagu

Lagu adalah komposisi artistik dari nada atau bunyi urutan, kombinasi, dan hubungan temporal (biasanya dengan instrumen), menghasilkan komposisi musik dengan kesatuan dan kontinuitas (termasuk ritme). Juga berbagai nada dan bunyi ritmis disebut lagu. Lagu bisa dinyanyikan solo, duet, trio, atau koir. Kata-kata dalam lagu biasanya berupa puisi ritmis, namun ada pula yang religius atau puisi bebas. Lagu dapat dikategorikan ke dalam jenis yang berbeda, tergantung pada ukuran yang digunakan. Seiring waktu dan musik dunia berkembang, orang-orang semakin kreatif dalam pembuatan lagu mereka. Saat ini, lagu berubah dari segi lirik dan musik. Tidak hanya liriknya saja yang berubah, namun musik yang mengiringi lagu tersebut juga ikut berubah. Akibat perubahan itu terjadilah percampuran genre musik, yang akhirnya diintegrasikan ke dalam lagu tersebut. Persilangan genre yang biasa kita dengar adalah *pop rock*, *pop electro*, *country pop*, atau *pop folk*[5].

C. Integrated Development Environment

IDE adalah singkatan dari *Integrated Development Environment*. IDE adalah program komputer sebagai lingkungan pengembangan aplikasi, atau program komputer dengan beberapa fungsi yang diperlukan untuk pengembangan perangkat lunak. Tujuan dari IDE adalah menyediakan semua utilitas yang diperlukan untuk membangun perangkat lunak. Batasan antara IDE dan pengembangan perangkat lunak tidak didefinisikan dengan baik, contohnya terkadang sistem kontrol sebuah versi pengembangan mensimplifikasi dalam pembentukan *User Interface* dan kadang juga tidak[6].

D. Python IDLE

Python IDLE adalah *software* yang digunakan untuk menulis program dan menjalankan program python yang telah di tulis. Ini berjalan pada Windows, Mac OS, dan Linux. *Software* Arduino IDE terdiri dari:

- 1) Text editor program berfungsi untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa processing dan daftar program pada Python IDLE.
- 2) Compiler digunakan untuk mengubah bahasa processing yaitu kode program ke dalam satuan kode biner karena kode biner adalah bahasa program yang dapat dipahami oleh komputer.

E. Flask

Flask adalah kerangka kerja web mikro yang ditulis dengan Python. Flask diklasifikasikan sebagai *microframework* karena tidak memerlukan alat atau pustaka tertentu dan tidak memiliki lapisan abstraksi *database*, validasi formulir, atau komponen lain di mana pustaka pihak ketiga yang sudah ada untuk menyediakan fungsi umum. Bagaimanapun, Flask

mendukung ekstensi yang dapat menambahkan fitur aplikasi seolah-olah mereka diimplementasikan di Flask itu sendiri. Ada ekstensi untuk pembuat peta relasional objek, validasi formulir, penanganan unggahan, berbagai teknologi otentikasi terbuka, dan beberapa alat terkait kerangka kerja umum[7].

Flask didasarkan pada Werkzeug dan Jinja2. Keduanya adalah proyek Poccoo yang dibuat ketika Ronacher dan Georg Brandl sedang membangun sebuah sistem papan buletin yang ditulis dengan Python. Pada pertengahan 2016, Flask adalah versi framework aplikasi web Python paling populer dari GitHub.

F. Xampp

Aplikasi *server* XAMPP adalah aplikasi paket perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membuat layanan informasi melalui jaringan intranet maupun internet. XAMPP merupakan salah satu *software* open source (OSS) yang paling banyak digunakan oleh pengembang dalam menciptakan layanan informasi.[8]

Arti dari XAMPP itu sendiri adalah sebagai berikut :

X: adalah dapat dioperasikan dengan berbagai platform sistem operasi seperti Windows, Linux, maupun Mac OS.

A: Apache digunakan sebagai aplikasi *server web*.

M: MySQL digunakan sebagai aplikasi database *server* P: PHP, karena aplikasi ini digunakan sebagai aplikasi pemrograman *ServerSide Scripting*.

P: adalah Perl, karena aplikasi ini digunakan sebagai utilitas pemrograman *script*.

G. MySQL

MySQL adalah salah satu *software database open source* terpopuler di dunia. Dengan keandalan, kecepatan, dan kemudahan penggunaan, MySQL merupakan sebuah pilihan terbaik bagi banyak pengembang perangkat lunak dan aplikasi di platform web dan desktop. Pengguna MySQL tidak hanya dilakukan individu dan bisnis kecil, tetapi beberapa perusahaan besar seperti Alcatel-Lucent, Google, Youtube, Wordpress dan Facebook juga merupakan menggunakan MySQL. MySQL dikembangkan oleh Swedia yakni, diciptakan oleh David Axmark, Allan Larsson dan Michael "Monty" Widenius. Mereka mengembangkan MySQL sejak 1980-an[9].

H. Query by Humming

Query by humming adalah konsep interaksi di mana identitas lagu harus diungkapkan dengan cepat dan teratur dari suara yang dinyanyikan menggunakan *database* besar melodi yang diketahui. Singkatnya, sistem ini mencoba mendeteksi titinada dalam melodi yang dinyanyikan dan membandingkannya dengan representasi simbolis dari melodi yang dikenal. Melodi yang mirip dengan nada yang dinyanyikan diambil kembali. Perkiraan pencocokan pola dalam proses perbandingan melodi mengkompensasi kesalahan dalam melodi yang dinyanyikan dengan menggunakan pemrograman dinamis klasik. Metode penyaringan digunakan untuk menyimpan komputasi dalam pemrograman dinamis.

Meskipun sejumlah besar proyek penelitian telah membahas pencarian informasi musik selama tiga dekade terakhir, bidang ini masih sangat belum matang. Beberapa dari proyek ini melibatkan musik yang kompleks (polifonik); metode evaluasi berada pada tahap perkembangan yang sangat primitif; tidak ada proyek yang menangani masalah database berskala besar secara realistis. Banyak masalah yang akan dihadapi karena sifat musik itu sendiri. Diantaranya adalah masalah dalam persepsi manusia dan kognisi musik, terutama yang berkaitan dengan pengenalan frase musik. Pencarian di lapangan (atau kontur lapangan) kemungkinan akan memuaskan untuk semua tujuan. Asumsi ini mungkin memang benar untuk sebagian besar musik monofonik (satu suara), tetapi tidak cukup untuk musik polifonik (multi suara). Bahkan dalam kasus monofonik dapat menyebabkan hasil yang menyesatkan. *Query by humming* (QBH) adalah sistem pencarian musik yang merupakan cabang dari sistem klasifikasi asli dari judul, artis, komposer, dan genre. Sistem ini melibatkan pengambilan melodi yang disenandungkan pengguna (program masukan) dan membandingkannya dengan database yang ada. Sistem kemudian mengembalikan daftar musik yang paling dekat dengan kueri masukan. Konsep interaksi *query* dengan bersenandung memungkinkan untuk mengambil lagu ketika pengguna merenungkan lagu yang menarik tanpa dapat memberi nama lagu tersebut. Ini memungkinkan pengguna untuk menyanyikan bagian melodi apa pun dari sebuah lagu, sementara sistem mencari lagu yang berisi melodi itu dengan cepat dan teratur.[10]

I. Fast Fourier Transform

Transformasi Fourier cepat (FFT) adalah sebuah algoritma yang menghitung transformasi Fourier diskrit (DFT) dengan suatu urutan, atau sebaliknya (IDFT). Analisis Fourier dilakukan dengan mengubah sinyal dari domain aslinya (waktu atau ruang) menjadi representasi dalam domain frekuensi maupun sebaliknya[11].

Penggunaan FFT adalah untuk mengurangi kompleksitas transformasi yang dilakukan pada DFT. Sebagai perbandingan, saat menggunakan DFT kompleksitas konversinya adalah $O(N^2)$ tetapi menggunakan FFT tidak hanya mempercepat waktu konversi, tetapi juga mengurangi kompleksitas konversi $O(N \log(N))$. Untuk jumlah sampel yang kecil, perbedaan kerumitannya mungkin tidak begitu mencolok, tetapi jika dilakukan dengan banyak sampel maka perhitungannya akan semakin kompleks.

J. Mel-frequency Cepstral Coefficients

Mel-frequency Cepstral Coefficients (MFCC) adalah algoritma yang digunakan menghadirkan suara dalam bentuk vektor dan telah terbukti digunakan untuk pengenalan suara. Analisis yang dilakukan pada frekuensi Mel didasarkan dari persepsi pendengaran manusia, yang telah diamati untuk menyaring frekuensi tertentu. Filter yang dimaksud memiliki jarak yang berbeda pada beberapa sumbu frekuensi, yaitu banyak filter di suatu wilayah frekuensi rendah dan sedikit di wilayah frekuensi tinggi. Filter yang dimaksud memiliki

respons frekuensi untuk membentuk BPF segitiga, dan perbedaan antara bandwidth ditentukan oleh interval frekuensi mel yang konstan. MFCC dapat dilakukan untuk mengekstrak data sinyal audio sehingga dapat diperoleh karakteristik yang terdapat pada data sinyal audio yang dimaksud[12].

Metode MFCC memiliki enam (6) tahapan yaitu normalisasi, pembangkitan, windowing, transformasi fourier cepat, *Filter Mel-Space*, hasilkan *Koefisien Cepstral*

K. Dynamic Time Warping (DTW)

Dynamic Time Warping (DTW) adalah algoritma yang digunakan untuk menghitung jalur optimal dari belokan antara dua vektor seri. Algoritma dimulai dengan menghitung jarak lokal antara dua elemen yang turunan urutan menggunakan berbagai jenis jarak. Metode ini paling sering dilakukan digunakan untuk melakukan perhitungan jarak absolut antara nilai dua elemen (jarak euclidean). Pertandingan terbaik adalah jarak global di mana dua urutan melewati jalur grid dengan memiliki jarak total minimum. Jarak global total dihitung dengan dapatkan semua rute dengan melewati semua kisi, setiap rute akan didapat hitung jarak keseluruhan. Algoritma DTW dimaksudkan untuk menyelaraskan keduanya urutan vektor dengan menekuk sumbu waktu berulang kali sampai akhir kesamaan optimal ditemukan antara dua urutan. Algoritma ini melakukan pemetaan linier parsial dari sumbu untuk menyelaraskan kedua sisinya[13].

L. Discrete Cosine Transform

Discrete Cosine Transform adalah teknik yang mengubah sinyal menjadi komponen frekuensi dasar. Metode ini ditemukan oleh Ahmed, Natarajan dan Rao pada tahun 1974 dalam makalah berjudul "Pada pemrosesan gambar dan transformasi kosinus diskrit". *Discrete Cosine Transform* digunakan untuk menampilkan citra suara dari penjumlahan sinusoidal besarnya dan frekuensi yang selalu berubah. Sifat dari metode DCT adalah perubahan informasi dari signal yang signifikan dikonsentrasikan hanya pada beberapa koefisien DCT[14].

M. Euclidean Distance

Euclidean distance merupakan perhitungan antara jarak dari 2 buah titik dalam Euclidean *space*. *Euclidean space* pertama kali diperkenalkan oleh Euclid, seorang matematikawan dari Yunani sekitar tahun 300 B.C.E. yang digunakan untuk mempelajari hubungan antara sudut dan jarak. Teori *Euclidean* ini berkaitan dengan Teorema Pythagoras dan biasanya diterapkan pada 1, 2 dan 3 dimensi. Tapi juga sederhana jika diterapkan pada dimensi yang lebih tinggi[15].

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu, Tempat dan Peralatan Penelitian

Waktu penelitian dimulai pada bulan Januari tahun 2019 sampai bulan November tahun 2020. Lokasi penelitian dilakukan dalam lingkungan kampus Program Studi Teknik

Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Selama penelitian, terdapat beberapa peralatan yang digunakan baik peralatan perangkat keras maupun perangkat lunak. Perangkat-perangkat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat secara rinci pada tabel 1.

B. Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti akan menguraikan tahapan-tahapan yang akan dilakukan, tahapan tersebut diantaranya yaitu:

1) Studi Literatur

Studi Literatur adalah proses pengumpulan data atau pencarian referensi yang sesuai dengan melalui media buku, paper riset, jurnal dan skripsi.

2) Observasi

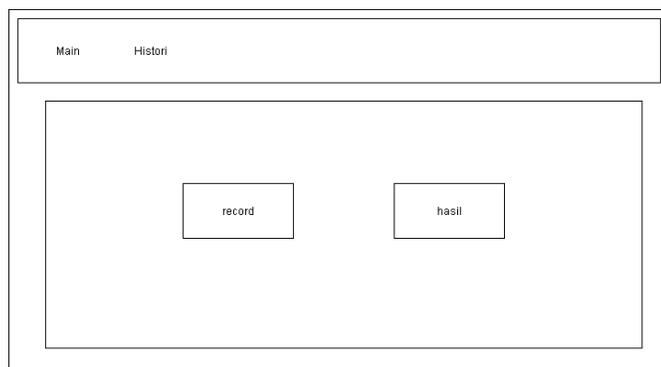
Observasi ini merupakan metode pengumpulan data dengan cara mengamati langsung dilokasi atau pengamatan langsung terhadap objek penelitian.

3) Analisis Kebutuhan

Dalam tahap ini merupakan proses menganalisis kebutuhan mengenai apa saja yang akan diperlukan dan digunakan untuk melakukan penelitian.

TABEL I.
ALAT YANG DIGUNAKAN

No	Alat dan Bahan	Nama	Jumlah
1.	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	- <i>Laptop Asus</i>	1
2.	Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	- Sistem Operasi Windows 64 bit	1
		- <i>Software Compiler Python</i>	1
		- <i>Software Text Editing Sublime</i>	1
		- <i>Software Database Xampp</i>	1



Gambar 1. Desain Aplikasi Utama

4) Perancangan dan Pembuatan

Pada tahap ini akan dilakukan perancangan pembuatan aplikasi dimana akan terdapat sebuah *user interface* yang dapat merekam suara untuk diproses dalam mencari sebuah kemiripan dan dapat menampilkan hasil dari percobaan tersebut.

5) Uji Coba

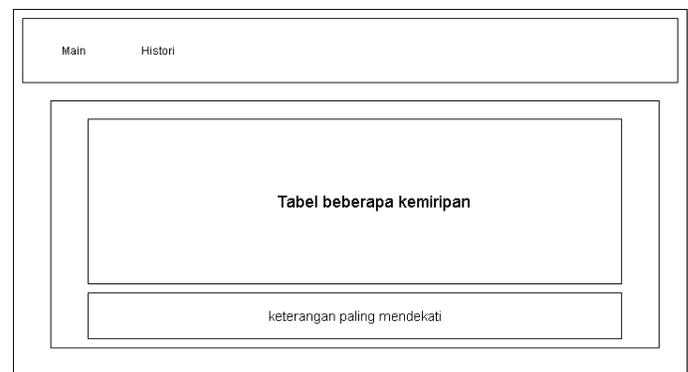
Dalam tahap ini akan dilakukan proses pengujian pada aplikasi yang telah dibuat. Dalam pengujian kita akan melihat seberapa akurat metode yang dipakai.

6) Penulisan Skripsi

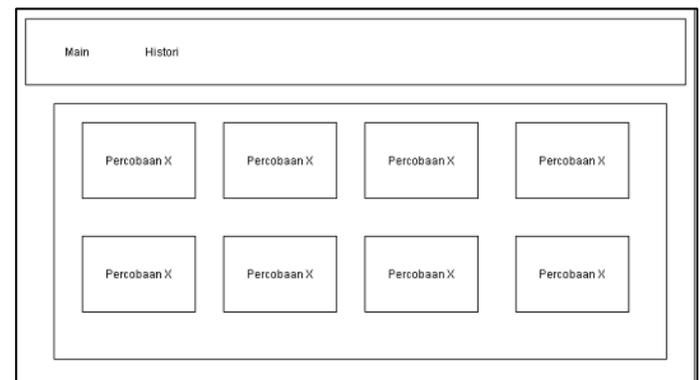
Dalam proses penulisan skripsi maka semua tahapan-tahapan penelitian yang sudah dilalui akan ditulis berupa laporan karya tulis penelitian yang tentunya akan berisikan dasar teori serta hasil pembuatan Aplikasi Pencarian Lagu Menggunakan Metode *Fast Fourier Transform*.

C. Metode Pengumpulan Data

Dalam tahap ini akan dilakukan pengumpulan data dengan cara melakukan observasi terlebih dahulu untuk melihat keadaan atau situasi yang terjadi dilapangan secara langsung. Kemudian setelah itu dilakukan studi literatur untuk mengumpulkan data dengan membaca buku/*paper* riset, jurnal ataupun penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini.



Gambar 2. Desain Aplikasi Kedua



Gambar 3. Desain Aplikasi Ketiga

D. Membuat Aplikasi

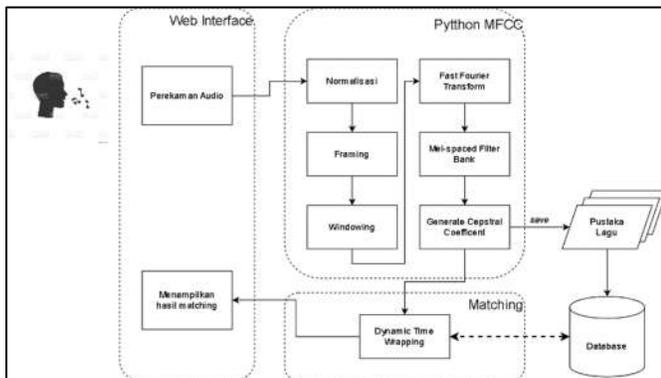
Desain Aplikasi dapat dilihat pada gambar 1 untuk desain aplikasi menu utama. Pada menu utama akan nampak saat pertama kali aplikasi dijalankan dan terdapat hanya dua tombol pilihan yaitu *record* (untuk merekam) dan *hasil* (untuk melihat hasilnya). Gambar 2 untuk desain aplikasi menu hasil dari percobaan yang telah dibuat, akan nampak dalam bentuk tabel. Gambar 3 untuk desain aplikasi menu list beberapa percobaan yang pernah dibuat . Pembuatan aplikasi dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman python dan library Scipy berbasis windows, untuk desain aplikasi menggunakan *library* Flask, untuk pengambilan suara menggunakan *library* PyAudio, yang kemudian dihubungkan dengan *database* menggunakan MySQL yang telah tersedia pada aplikasi XAMPP.

E. Perancangan Sistem

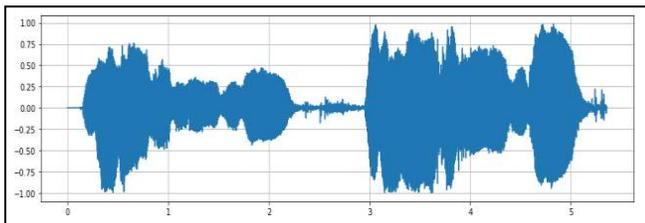
Pada tahap ini maka akan dilakukan penggambaran dan perancangan sistem pada sistem aplikasi. Pada gambar 4 merupakan arsitektur sistem yang akan dibuat. Pada arsitektur sistem ini di uraikan di mulai dari audio masuk dan melalui proses perekaman, setelah itu audio melalui MFCC yang meliputi normalisasi, *framing*, *windowing*, *Fast Fourier Transform*, *Mel-spaced filter*, dan membuat sebuah *Cepstral Coeficent* yang akan melalui proses *Dynamic Time Wrapping* untuk melihat kemiripan.

1). Menyediakan Library yang diperlukan

Pada penelitian ini memerlukan beberapa *library* untuk membuat aplikasi.seperti Flask, Scipy, Pyaudio. Cara instalasi library python dilaksanakan pada windows dengan membukan cmd dan memakai syntax pip install nama_library.



Gambar 4. Arsitektur Sistem



Gambar 5. Normalisasi

2). Menyediakan Pustaka Lagu

Pustaka lagu dibentuk untuk dijadikan hasil perbandingan pada proses pencarian kemiripan pada suatu audio lagu. Pustaka lagu nantinya akan disimpan pada database.

3) Perancangan perekaman suara

Perekaman suara dibuat dengan menggunakan *library* PyAudio yang tersedia pada python. Konfigurasi yang dilakukan seperti memastikan channel yang digunakan merupakan mono audio dan sampel yang dihasilkan memiliki 44100 Hz.

4) Perancangan Mel-frequency cepstrum

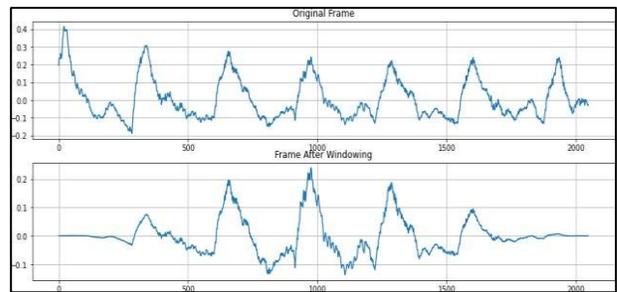
Proses dilakukan untuk menghasilkan sebuah array yang dijadikan sebagai perbandingan dengan pustaka lagu dalam pencarian sebuah kemiripan suara. Dalam hal ini melalui proses sebagai berikut

a). Normalisasi

Proses ini dilakukan sehingga tidak terdapat *aliasing* atau distorsi pada sample audio. Jika terjadi distorsi pada audio maka nantinya proses pencarian kemiripan bisa saja hasil lari jauh dari target yang diharapkan. Hasil dari proses ini dapat dilihat pada gambar 5 yang merupakan visualisasi hasil dari proses normalisasi pada sebuah audio.

b). Framing

Pertama dilakukan penentuan bentuk *frame* dalam bentuk matrix yang akan diproses nantinya, dibuat untuk penyesuaian pada *proses fast fourier transform* nantinya. Setelah mendapatkan bentuk matrix dilakukan pengecekan pada hasil matrix yang telah di proses. Hasil dari proses ini dapat dilihat pada gambar 6 yang merupakan visualisasi dari proses *framing*.



Gambar 6. Framing Audio

```
print("First frame:")
audio_framed[1]

First frame:
array([-6.86954730e-05,  6.86954730e-05, -6.86954730e-05, ...,
        0.00000000e+00, -3.43477365e-05,  6.86954730e-05])

print("Last frame:")
audio_framed[-1]

Last frame:
array([0.01566257, 0.01555952, 0.01549083, ..., 0.02747819, 0.02771862,
        0.02819949])
```

Gambar 7. Windowing

Proses ini dilakukan dengan membagi audio ke beberapa frame untuk menghindari distorsi pada file audio dengan tujuan terdapat korelasi antara setiap frame dikarenakan akan terjadi hilangnya informasi pada ujung setiap frame pada proses berikut.

c). Windowing

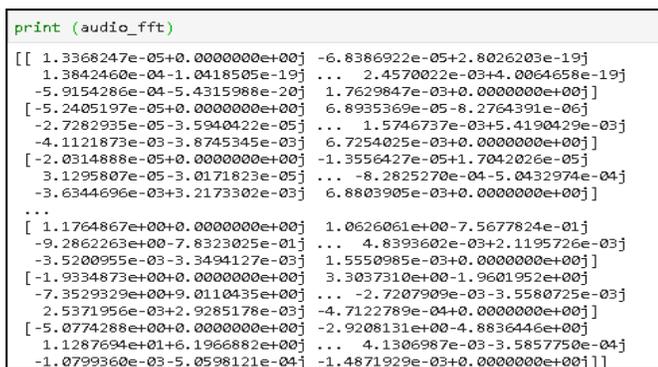
Fast Fourier Transform mengamsumsi audio bersifat periodik dan berkelanjutan. Dengan proses framing bisa dikatakan bahwa audio telah bersifat periodik. Jadi proses ini diharapkan mengurangi lagi gangguan rekuensi yang tinggi. Hal dilakuan adalah menggabungkan berbagai frame yang telah diproses tadi menjadi audio berifat sifat berkelanjutan Bisa dilihat pada gambar 7 yang merupakan hasil dari proses windowing, adanya ujung sumbu y pada original frame tidak mendekati nilai 0 dan pada saat telah dilakukan proses windowing kita melihat ujung dari sumbu x telah mendekati nilai 0.

d). Fast Fourier Transform

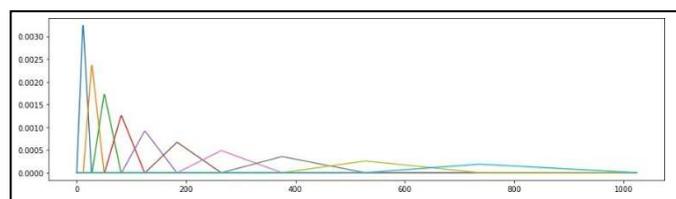
Mengubah hasil windowing yang masih ada pada domain waktu ke domain frekuensi. Bisa dilihat pada gambar 8 yang merupakan hasil dari proses Fast Fourier Transform.

e). MEL-spaced filterbank

Dilakukan perhitungan jarak Mel dengan memberikan frame setiap audio kepada fungsi ini. Proses ini akan memberikan informasi seputar power pada setiap frame audio yang ada. proses ini diawali dengan batas maksimum dari sebuah frekuensi. Setelah itu dilakukan proses konversi kedua ujung dari frekuensi ke dimensi MEL. Lalu dibuat sebuah array linear dari frekuensi mel tersebut sehingga dapat dikonversi ke domain frekuensi yang telah dinormalisasi ke format FFT dan menentukan nilai dari FFT yang terkait.



Gambar 8. Visualisasi hasil FFT



Gambar 9. Tringaluar Mel

Setelah mendapatkan nilai filter selanjutnya dilakukan proses pembentukan triangular MEL dan setelah itu dilakukan proses pembagian setiap triangular MEL berdasarkan lebar dari pita MEL. Jika tidak dilakukan hal ini maka akan terjadi peningkatan noise pada setiap frekuensi. Gambar 9 merupakan hasil visualisasi dari proses hasil dari proses pembentukan dari triangular MEL.

f). Generate the Cepstral Coefficients

Kita melakukan proses mendapat hasil akhir dari proses akhir MFCC menggunakan fungsi discrete cosine transform yang bisa mengesktrasi perubahan rendah atau tingginya sebuah frekuensi dari signal.

1) Proses Dynamic Time Wrapping

Proses akan dilakukan proses pencarian jarak eucliden untuk menentukan kemiripan dari 2 buah audio yaitu audiotesterA dan audiotesterB. Proses ini ditujukan untuk mencari keselarasan dari dua buah array semakin kecil jarak eucliden yang dihasilkan maka akan semakin akurat kemiripan dari suatu audio dengan audio yang lain.

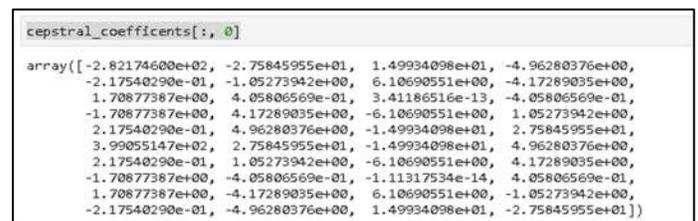
Dalam percobaan kali ini memakai antara skala 0-10 di mana angka 1 merupakan jarak eucliden terkecil dan angka 10 merupakan jarak eucliden maksimum untuk penentuan kemiripan. Jika jarak Eucliden melebihi 10 dapat dikatakan bahwa kedua audio tidak memiliki kemiripan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

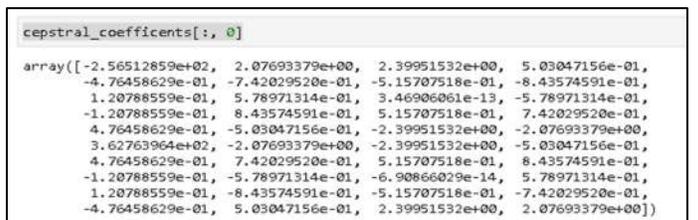
A. Hasil Pengujian

Dilakukan pengujian untuk melihat apakah terdapat metode yang dipakai dalam pencarian kemiripan bisa didapat. Gambar 10 menunjukkan hasil akhir dari audioA dan gambar 11 merupakan hasil akhir dari audioB.

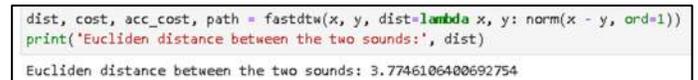
Hasil pengujian jarak eucliden menunjukkan adanya beda



Gambar 10. Hasil Akhir AudioA



Gambar 11. Hasil Akhir AudioB



Gambar 12. Hasil Pengujian Perbedaan Eucliden Distance

jarak eucliden sebesar 3,772 yang dapat dilihat pada gambar 12. Dengan memakai skala 0-10 dimana jika jarak eucliden jika berada di antara skala itu berarti dua audio itu memiliki kemiripan, maka bisa dikatakan penelitian yang dilakukan berhasil dengan presentase kemiripan sebesar $\pm 63\%$.

B. Penggunaan Aplikasi

1) Tampilan Aplikasi Utama

Pada gambar 13 adalah tampilan halaman utama yang akan muncul pada saat pertama aplikasi dijalankan. Pada halaman ini hanya memunculkan dua pilihan yang pertama di mana *user* dapat langsung mulai mencari kemiripan dan *use* dapat melihat hasil dari pencarian yang telah dilaksanakan.

2) Tampilan Aplikasi Kedua

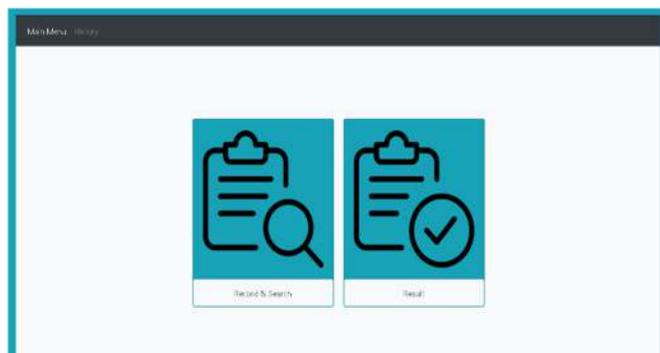
Pada gambar 14 adalah halaman kedua di mana *user* dapat melihat beberapa kemungkinan kemiripan dengan beberapa lagu yang telah tersimpan pada database.

3) Tampilan Aplikasi Ketiga

Pada gambar 15 adalah tampilan halaman ketiga yang akan melihat hasil dari pencarian terdahulu yang akan ditampilkan dalam bentuk beberapa grid yang akan memiliki keterangan percobaan ke berapa saat dilakukan beserta tanggal dan waktu.

C. Pengujian Aplikasi secara umum

Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali dengan mengambil



Gambar 13. Tampilan Utama



Gambar 14. Tampilan Kedua

secara acak. Hal ini dilakukan untuk menguji aplikasi dan melihat hasil presisi dan *recall* yang terdapat pada hasil yang telah didapat. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel II sebagai hasil perhitungan presisi secara umum dan tabel III sebagai hasil perhitungan *recall* secara umum.

Berdasarkan hasil pada tabel II dan tabel III dapat dihitung rata-rata hasil presisi yang di dapat sebesar 12,46% dan rata-rata *recall* yang didapat sebesar 66,64%.

D) Pengujian Aplikasi secaraUsia

Pengujian dikelompokkan secara usia untuk melihat di kelompok usia mana aplikasi ini dapat bekerja secara optimal. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan hasil presisi dan *recall* seakurat mungkin. Pengujian dilakukan ke subjek laki- laki dan perempuan dan dilakukan secara sukarela.

1). Usia 5-10 tahun

Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dan dilakukan kepada laki-laki dan perempuan yang berusia 5-10 tahun sebanyak 5 kali. Pengujian dilakukan secara sukarela dan dengan izin dari pihak yang terlibat. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel IV sebagai hasil perhitungan presisi pada usia 5-10 tahun dan tabel V sebagai hasil *recall* pada usia 5-10 tahun.

Berdasarkan hasil pada tabel IV dan tabel V dapat dihitung rata-rata hasil presisi yang di dapat sebesar 12,98% dan rata-rata *recall* yang didapat sebesar 79,98%.

2). Usia 11-20 tahun

Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dan dilakukan kepada laki-laki dan perempuan yang berusia 11-20 tahun masing-masing sebanyak 5 kali. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel VI sebagai hasil perhitungan presisi pada usia 11-20 tahun dan tabel VII sebagai hasil *recall* pada usia 11-20 tahun.

Berdasarkan hasil di pada tabel VI dan tabel VII tersebut dapat dihitung rata-rata hasil presisi yang di dapat sebesar 9,93% dan rata- rata *recall* yang didapat sebesar 66,63%.

3). Usia 21-30 tahun

Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dan dilakukan kepada laki-laki dan perempuan yang berusia 21- 30 tahun sebanyak 5 kali masing-masing. Hasil dari pengujian ini dilihat pada tabel VIII sebagai hasil presisi pada usia 21-30 tahun dan tabel IX sebagai hasil *recall* pada usia 21-30 tahun .



Gambar 14. Tampilan Ketiga

TABEL II

HASIL PENGUJIAN APLIKASI DALAM PERHITUNGAN PRESISI

No	Nama	Hasil yang diterima	Hasil yang Relevan	Presisi
1	Percobaan 1	18	3	16,6%
2	Percobaan 2	12	2	16,6%
3	Percobaan 3	11	1	9%
4	Percobaan 4	10	1	10%
5	Percobaan 5	7	1	14,2%
6	Percobaan 6	9	1	11,1%
7	Percobaan 7	24	3	12,5%
8	Percobaan 8	23	2	8,69%
9	Percobaan 9	23	3	13%
10	Percobaan 10	23	3	13%

TABEL III

HASIL PENGUJIAN APLIKASI DALAM PERHITUNGAN RECALL

No	Nama	Hasil seharusnya relevan	Hasil Relevan yang diterima	Recall
1	Percobaan 1	3	3	100%
2	Percobaan 2	3	2	66,6%
3	Percobaan 3	3	1	33,3%
4	Percobaan 4	3	1	33,3%
5	Percobaan 5	3	1	33,3%
6	Percobaan 6	3	1	33,3%
7	Percobaan 7	3	3	100%
8	Percobaan 8	3	2	66,6%
9	Percobaan 9	3	3	100%
10	Percobaan 10	3	3	100%

TABEL IV

HASIL PENGUJIAN APLIKASI DALAM PERHITUNGAN PRESISI USIA 5-10 TAHUN

No	Nama	Jenis Kelamin	Diterima	Relevan	Presisi (%)
1	Percobaan 6	P	9	1	11,1
2	Percobaan 10	P	23	3	13
3	Percobaan 13	P	18	2	11,1
4	Percobaan 20	P	18	3	16,6
5	Percobaan 35	P	23	3	13
6	Percobaan 7	L	24	3	12,5
7	Percobaan 9	L	23	3	13
8	Percobaan 14	L	23	3	13
9	Percobaan 39	L	12	1	8,33
10	Percobaan 40	L	11	2	18,1

Keterangan : - P = Perempuan
- L = Laki-laki

TABEL V

HASIL PENGUJIAN APLIKASI DALAM PERHITUNGAN RECALL USIA 5-10 TAHUN

No	Nama	Jenis Kelamin	Dataset	Diterima	Recall (%)
1	Percobaan 6	P	3	1	33,3
2	Percobaan 10	P	3	3	100
3	Percobaan 13	P	3	2	66,6
4	Percobaan 20	P	3	3	100
5	Percobaan 35	P	3	3	100
6	Percobaan 7	L	3	3	100
7	Percobaan 9	L	3	3	100
8	Percobaan 14	L	3	3	100
9	Percobaan 39	L	3	1	33,3
10	Percobaan 40	L	3	2	66,6

Keterangan : - P = Perempuan
- L = Laki-laki

TABEL VI

HASIL PENGUJIAN APLIKASI DALAM PERHITUNGAN PRESISI USIA 11 -20 TAHUN

No	Nama	Jenis Kelamin	Diterima	Relevan	Presisi (%)
1	Percobaan 17	P	21	1	4,76
2	Percobaan 22	P	27	2	7,4
3	Percobaan 26	P	23	2	8,69
4	Percobaan 33	P	23	2	8,69
5	Percobaan 34	P	28	2	4,34
6	Percobaan 5	L	7	1	14,2
7	Percobaan 15	L	7	1	14,2
8	Percobaan 36	L	27	3	11,1
9	Percobaan 37	L	23	3	13
10	Percobaan 38	L	23	3	13

Keterangan : - P = Perempuan
- L = Laki-laki

TABEL VII

HASIL PENGUJIAN APLIKASI DALAM PERHITUNGAN RECALL USIA 11-20 TAHUN

No	Nama	Jenis Kelamin	Dataset	Diterima	Recall (%)
1	Percobaan 17	P	3	1	33,3
2	Percobaan 22	P	3	2	66,6
3	Percobaan 26	P	3	2	66,6
4	Percobaan 33	P	3	2	66,6
5	Percobaan 34	P	3	2	66,6
6	Percobaan 5	L	3	1	33,3
7	Percobaan 15	L	3	1	33,3
8	Percobaan 36	L	3	3	100
9	Percobaan 37	L	3	3	100
10	Percobaan 38	L	3	3	100

Keterangan : - P = Perempuan
- L = Laki-laki

TABEL VIII

HASIL PENGUJIAN APLIKASI DALAM PERHITUNGAN PREKISI USIA 21-30 TAHUN

No	Nama	Jenis Kelamin	Diterima	Relevan	Presisi (%)
1	Percobaan 1	P	18	3	16,6
2	Percobaan 18	P	21	2	9,5
3	Percobaan 21	P	28	2	7,14
4	Percobaan 23	P	23	1	4,34
5	Percobaan 24	P	23	2	8,69
6	Percobaan 3	L	11	1	9,09
7	Percobaan 4	L	10	1	10
8	Percobaan 8	L	23	2	8,69
9	Percobaan 11	L	23	1	4,34
10	Percobaan 25	L	28	2	7,14

Keterangan : - P = Perempuan
 - L = Laki-laki

TABEL IX

HASIL PENGUJIAN APLIKASI DALAM PERHITUNGAN RECALL USIA 21 -30 TAHUN

No	Nama	Jenis Kelamin	Dataset	Diterima	Recall (%)
1	Percobaan 1	P	3	3	100
2	Percobaan 18	P	3	2	66,6
3	Percobaan 21	P	3	1	66,6
4	Percobaan 22	P	3	2	66,6
5	Percobaan 24	P	3	2	66,6
6	Percobaan 3	L	3	1	33,3
7	Percobaan 4	L	3	1	33,3
8	Percobaan 8	L	3	2	66,6
9	Percobaan 11	L	3	1	33,3
10	Percobaan 25	L	3	2	66,6

Keterangan : - P = Perempuan
 - L = Laki-laki

Berdasarkan hasil pada tabel VIII dan tabel IX dapat dihitung rata-rata hasil presisi yang di dapat sebesar 8,55% dan rata-rata *recall* yang didapat sebesar 59,95%.

4) Usia 31-40 tahun

Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dan dilakukan kepada laki-laki dan perempuan yang berusia 31-40 tahun sebanyak 5 kali.

Pengujian dilakukan secara sukarela dan dengan izin dari pihak yang terlibat. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel X sebagai hasil perhitungan presisi pada usia 31-40 tahun dan tabel XI sebagai hasil *recall* pada usia 31-40 tahun.

Berdasarkan hasil pada tabel X dan tabel XI dapat dihitung rata-rata hasil presisi yang di dapat sebesar 10,86% dan rata-rata *recall* yang didapat sebesar 59,94%.

TABEL X

HASIL PENGUJIAN APLIKASI DALAM PERHITUNGAN PREKISI USIA 31-40 TAHUN

No	Nama	Jenis Kelamin	Diterima	Relevan	Presisi (%)
1	Percobaan 12	P	24	2	8,33
2	Percobaan 16	P	23	2	8,69
3	Percobaan 19	P	23	1	4,34
4	Percobaan 27	P	23	2	8,69
5	Percobaan 32	P	23	1	4,34
6	Percobaan 2	L	12	2	16,6
7	Percobaan 28	L	15	2	13,3
8	Percobaan 29	L	7	2	28,5
9	Percobaan 30	L	23	2	8,69
10	Percobaan 31	L	28	2	7,14

Keterangan : - P = Perempuan
 - L = Laki-laki

TABEL XI

HASIL PENGUJIAN APLIKASI DALAM PERHITUNGAN RECALL USIA 31 -40 TAHUN

No	Nama	Jenis Kelamin	Dataset	Diterima	Recall (%)
1	Percobaan 12	P	3	2	66,6
2	Percobaan 16	P	3	2	66,6
3	Percobaan 19	P	3	1	33,3
4	Percobaan 27	P	3	2	66,6
5	Percobaan 32	P	3	1	33,3
6	Percobaan 2	L	3	2	66,6
7	Percobaan 28	L	3	2	66,6
8	Percobaan 29	L	3	2	66,6
9	Percobaan 30	L	3	2	66,6
10	Percobaan 31	L	3	2	66,6

Keterangan : - P = Perempuan
 - L = Laki-laki

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut pencarian lagu menggunakan alunan lagu saja dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Fast Fourier Transform* dengan presisi sebesar 12,46%. dan recall sebesar 66.64% pada percobaan yang dilakukan sebanyak 10 kali.

Jika dilihat secara usia maka yang mendapatkan nilai presisi terbesar adalah pada usia 5-10 tahun sebesar 12,98% dan yang terkecil pada usia 21-30 tahun sebesar 8,55% pada percobaan yang dilakukan sebanyak 10 kali.

Jika dilihat secara usia maka yang mendapatkan nilai recall terbesar adalah pada usia 5-10 tahun sebesar 79,98% dan yang terkecil pada usia 31-40 tahun sebesar 59.94% pada percobaan

yang dilakukan sebanyak 10 kali.

Aplikasi pencarian lagu yang telah dibuat dapat bekerja secara cepat dan efisien.

B. Saran

Berikut adalah saran - saran yang bisa diperhatikan untuk penelitian ini kedepannya:

Dalam pembuatan skripsi ini tentu saja masih memiliki kekurangan sehingga sangat diharapkan dapat dilakukan pengembangan terhadap aplikasi pencarian lagu ini ataupun aplikasi sejenis lainnya yang dapat mencari lagu hanya dengan alunan saja.

Adapun harapan lainnya dalam pengembangan yakni peningkatan akurasi dalam pencarian lagu pada aplikasi kali ini.

TENTANG PENULIS



Nama lengkap dari penulis adalah **Reyvaldo Vincentius Soetiman**, lahir di Tomohon pada tanggal 23 Februari 1998. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Pada saat penulisan ini penulis bertempat tinggal di Perumahan Palm Highland Residence, Desa Sea. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 4 Poso pada tahun

2009, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Poso lulus pada tahun 2012, dan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Tomohon lulus pada tahun 2015. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan pendidikan pada Universitas Sam Ratulangi dengan mengambil Program Studi Teknik Informatika Jurusan Teknik Elektro dan tergabung pada anggota Himpunan Mahasiswa Elektro.

V. KUTIPAN

- [1] S. Muhathir, Rizki Muliono, "Analisis Fast Fourier Transform untuk Pengenalan Voice Register Wanita dalam Teknik Bernyanyi," *JITE (Journal Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 92–98, 2019.
- [2] N. S. and M. K. Amiya Kumar Tripathy, Neha Chhatre, "Query by Humming System," *Int. J. Recent Trends Eng.*, vol. 2, no. 5, pp. 373–379, 2009.
- [3] T. Chamidy, "Metode Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) Pada klasifikasi *Hidden Markov Model* (HMM) Untuk Kata Arabic pada Penutur Indonesia," vol. 8, no. 1, pp. 36–39, 2016.
- [4] F. Samopa and Y. Yulianawati, "Penerapan Euclidean Distance Pada Pencocokan Pola Untuk Konversi Citra Ke Teks," *JUTI J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, p. 32, 2002, doi: 10.12962/j24068535.v1i1.a94.
- [5] Retno Widowati & S. Suharto, "Meningkatkan Kreativitas Guru Dalam menerjemahkan Syair Lagu Anak – Anak Dari Bahasa Indonesia Ke Bahasa Inggris Melalui Pelatihan Di Tk Islam Al – Azhar 14 Semarang," *J. Seni Musik*, vol. 1, no. 1, pp. 4–11, 2012.
- [6] I. Zayour and H. Hajjdiab, "How much integrated development environments (IDEs) improve productivity?," *J. Softw.*, vol. 8, no. 10, pp. 2425–2431, 2013, doi: 10.4304/jsw.8.10.2425-2431.
- [7] A. Ronacher, "Flask Documentation," p. 293, 2019, [Online]. Available: <http://flask.pocoo.org/docs/0.10/>.
- [8] G. R. N. Poornima G. Naik, *Exploring Object Oriented and Database Programming Concepts in PHP – Harnessing the Power of XAMPP*, vol. 4, no. 9, 2011.
- [9] H. E. W. Seyed M.M. "Saied" Tahaghogh, *Learning MySQL*. 2007.
- [10] A. Ghias, J. Logan, D. Chamberlin, and B. C. Smith, "Query by humming," pp. 231–236, 1995, doi: 10.1145/217279.215273.
- [11] U. Oberst, "The fast Fourier transform," *SIAM J. Control Optim.*, vol. 46, no. 2, pp. 496–540, 2007, doi: 10.1137/060658242.
- [12] J. Martinez, H. Perez, E. Escamilla, and M. M. Suzuki, "Speaker recognition using Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) and Vector quantization (VQ) techniques," *CONIELECOMP 2012 - 22nd Int. Conf. Electron. Commun. Comput.*, no. December 2018, pp. 248–251, 2012, doi: 10.1109/CONIELECOMP.2012.6189918.
- [13] C. Dinata, D. Puspitaningrum, and E. Erna, "Implementasi Teknik *Dynamic Time Warping* (Dtw) Pada Aplikasi Speech To Text," *J. Tek. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 49–58, 2018, doi: 10.15408/jti.v10i1.6816.
- [14] J. Zhou, "On discrete cosine transform," *Niger. J. Technol. Res.*, vol. 7, no. 1, 2013, doi: 10.4314/njtr.v7i1.87943.
- [15] R. Rizaldi, A. Kurniawati, and C. V. Angkoso, "Implementasi Metode Euclidean Distance untuk Rekomendasi Ukuran Pakaian pada Aplikasi Ruang Ganti Virtual." *IMPLEMENTASI Metod. EUCLIDEAN DISTANCE UNTUK Rekom. UKURAN PAKAIAN PADA Apl. RUANG GANTI VIRTUAL*, vol. 5, no. 2, p. 129, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201852592.