 **JURUSAN DEPARTEMEN INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI**

**INSTITUT TEKNLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**USULAN TUGAS AKHIR**

# IDENTITAS PENGUSUL

**NAMA : Alek Nur Fatman**

**NRP : 05111440000018**

**DOSEN WALI : Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom., M.Kom.**

**DOSEN PEMBIMBING : 1. Tohari Ahmad, S.Kom., MIT., Ph.D.  
 2.**

# JUDUL TUGAS AKHIR

“Peningkatan *Steganografi* pada Video Digital dengan *Histogram Shifting* dan *Neighbor Similarity*.”

# LATAR BELAKANG

Sebagian besar *music score* ditulis dalam *piano sheet music*. *Piano sheet music* adalah bentuk cetak dari notasi musik yang menggunakan simbol-simbol musik modern. Ketika belajar bermain piano dengan menggunakan lembar musik, seseorang perlu mempunyai kemampuan yang tinggi untuk membaca *pitch* yang disimbolkan dengan not balok pada lembar musik. *Pitch* adalah tinggi rendahnya nada dalam suatu bunyian. Mengingat sulitnya membaca not balok pada lembar musik, tak jarang seseorang putus asa dalam belajar bermain piano. Padahal untuk menjadi musisi tidak hanya harus bisa membaca not balok, musisi yang baik harus juga mempunyai *feel* atau *musical soul*, *hearing* dan *grooving* yang kuat. *Feel* adalah bagaimana dapat bermain dengan jenis musik yang berbeda-beda. *Hearing* adalah kemampuan mengenali nada, *chord* dan ketukan dengan hanya mendengar. *Grooving* adalah mengikuti ketukan yang berbeda-beda untuk setiap jenis musik. Namun ada cara lebih mudah untuk membaca nada selain dengan not balok yaitu membaca dengan menggunakan not angka. Not angka dapat diketahui berdasarkan letak *note head* pada *staff lines.* *Note head* merupakan salah satu komponen dari *note* yang berbentuk bulat berwarna hitam atau mempunyai lubang putih didalamnya.

Dalam tugas akhir ini, akan dilakukan pengenalan nada-nada dari not balok menjadi not angka dengan menggunakan metode *Template Matching*. Proses awal yang dilakukan adalah perbaikan citra dari citra asli hasil *scan* dengan cara binerisasi citra menggunakan *threshold*, lalu merotasi citra untuk mendeteksi *staff lines*. *Staff lines* merupakan suatu kumpulan dari lima garis horisontal dan empat ruang yang masing-masing mewakili nada. Pada proses segmentasi dilakukan untuk mendeteksi dan memberi label pada obyek. Setelah itu dilakukan metode *template matching* untuk mengklasifikasi not-not balok pada lembar musik. Dan yang terakhir dilakukan *pitch recognition* untuk mendapatkan nada dari not balok. Diharapkan dengan metode ini dapat menghasilkan informasi atau nada dari not balok dengan optimal.

*Template Matching* adalah sebuah teknik dalam pengolahan citra digital untuk menemukan bagian-bagian kecil dari citra yang cocok dengan *template* citra. Algoritma ini mencocokkan setiap piksel pada suatu matriks citra digital dengan citra yang menjadi *template* acuan. Algoritma *Template Matching* ini merupakan algoritma yang sederhana dan mudah diimplementasikan.

# RUMUSAN MASALAH

Berikut beberapa hal yang menjadi rumusan masalah dalam tugas akhir ini:

1. Bagaimana mendapatkan not angka dari *piano sheet music*?
2. Bagaimana membuat citra hasil *scan* menjadi proporsional baik dari segi ukuran dan kemiringan?
3. Bagaimana mendeteksi *staff lines* pada *piano sheet music*?
4. Bagaimana mengenali tanda-tanda musik pada *staff lines*?
5. Bagaimana menemukan nada di setiap *note heads*?
6. Bagaimana memodifikasi *piano sheet music* berdasarkan nada yang sudah dikenali?

# BATASAN MASALAH

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Video yang digunakan adalah *grayscale.*
2. Implementasi dilakukan menggunakan bahasa python

# TUJUAN PEMBUATAN TUGAS AKHIR

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah membuat aplikasi yang dapat memberikan informasi berupa not angka (do, re, mi, fa, sol, la, si) pada *piano sheet music*.

# MANFAAT TUGAS AKHIR

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mempermudah musisi membaca not balok, karena not angka lebih mudah dibaca dan lebih umum digunakan untuk musisi Indonesia.
2. Memudahkan musisi dalam pembuatan dan pengesahan lagu yang diciptakan.

# TINJAUAN PUSTAKA

1. **Histogram Shifting**

*Histogram shifting* merupakan.

1. **Pitch**

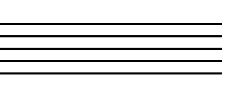
*Pitch* adalah tinggi rendahnya nada dalam suatu bunyian. *Pitch* dapat diketahui dari posisi vertikal dari *headnote* pada *staff lines*, *clef* (*treble* atau *bass)*, *accidentals*, dan *key signatures*.



Gambar 1. Pitches

1. **Staff**

*Staff* adalah suatu kumpulan dari lima garis horizontal dan empat ruang yang masing-masing mewakili nada.

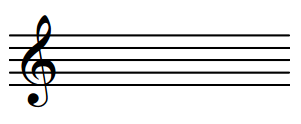


Gambar 2. Staff

Garis dan spasi diberi nomor dari bawah ke atas. Garis paling bawah adalah garis pertama dan garis paling atas adalah garis kelima. *Staff* adalah sama dengan grafik matematika dari nada terhadap waktu. *Notehead* ditulis pada *staff* secara vertikal dari kiri ke kanan. *Notehead* dapat ditempatkan pada garis atau di-antara garis-garis menyentuh garis atas dan garis bawah (di ruang). Posisi *notehead* pada *staff* dapat menentukan nada yang akan dimainkan.

1. **Treble dan Bass Clef**

*Clef* dapat dianggap sebagai grafik nada yang ditunjukkan dengan *notes* sepanjang waktu pada *staff* (lima garis dan empat ruang). *Clef* adalah simbol pertama yang ditulis pada *staff*.

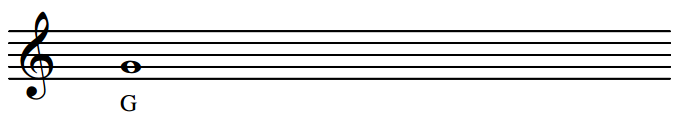


Gambar 3. Treble Clef



Gambar 4. Bass Clef

*Treble Clef* merupakan kunci nada yang lebih tinggi dari kunci nada C. *Treble Clef* juga disebut sebagai kunci G. Kita menuliskan kunci G di garis ke-2. Maka disitulah nada yang tertulis disebut nada sol atau G. Pada alat musik piano, *treble clef* digunakan untuk bermain dengan tangan kanan. Ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Nada G pada Treble Clef

*Bass Clef* merupakan kunci nada yang lebih rendah dari kunci nada C. *Bass Clef* juga disebut sebagai kunci F. Kita menuliskan kunci F di garis ke-4. Maka disitulah nada yang tertulis disebut nada fa atau F. Pada alat musik piano, *bass clef* digunakan untuk bermain dengan tangan kiri.



Gambar 6. Nada F pada Bass Clef

1. **Accidentals**

*Accidentals* memodifikasi nada yang mengikuti mereka pada posisi *staff* yang sama kecuali dibatalkan oleh *accidentals* lainnya. Tiga jenis *accidentals* yang paling umum adalah *flats, sharps,* dan *naturals*. Hal ini dijelaskan dan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis Accidentals

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Simbol | Nama | Deskripsi |
| Flat.PNG | *Flat* | Menurunkan setengah nada pada *pitch*. |
| Natural.PNG | *Natural* | Membatalkan *accidentals* sebelumnya. |
| Sharps.PNG | *Sharp* | Menaikkan setengah nada pada pitch. |

1. **Key Signatures**

*Key Signatures* atau tanda kunci dapat ditemukan pada awal tiap *staff*, disebelah kanan setelah penulisan simbol *clef* dan diterapkan pada musik yang mengikuti pada seluruh *staff*. Ini menghindari penggunaan *accidentals* secara berlebihan di setiap *note*. *Accidental* pada tanda kunciberlaku untuk semua oktaf.

Perbedaan kunci dapat didefinisikan dengan banyaknya *sharps* atau *flats* pada *key signature*. *Accidentals* pada *key signature* mengikuti pola dalam penulisannya, mereka akan ditambahkan dalam urutan tertentu, dari kiri ke kanan. Hal ini ditunjukkan dalam Gambar 7 dan Gambar 8.



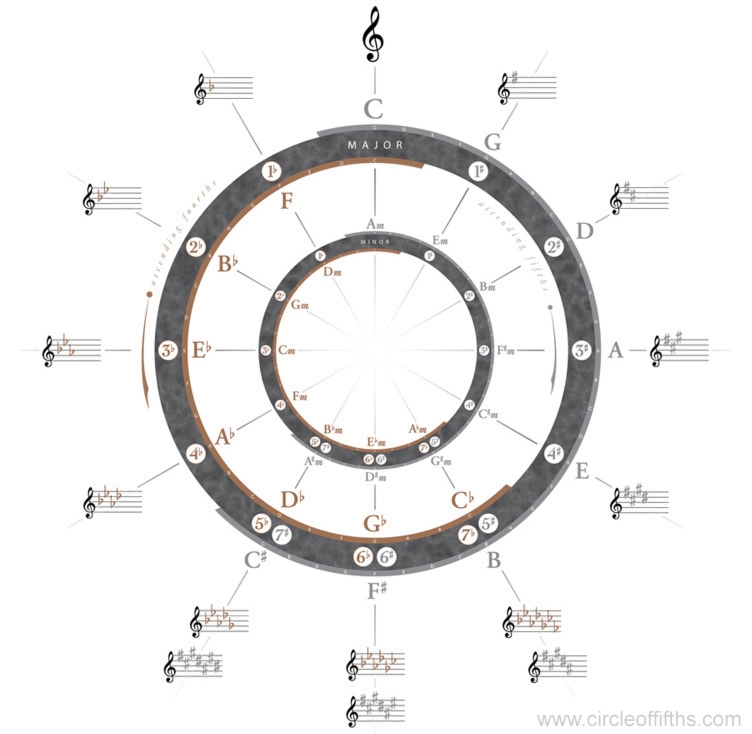
Gambar 7. Sharps



Gambar 8. Flats

1. **The Circle of Fifths**

*The Circle of Fifths* adalah teori diagram musik untuk mencari kunci dari sebuah lagu, mengubah lagu ke kunci yang berbeda, dan memahami tanda kunci. Gambar dapat ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. The Circle of Fifths

*The Circle of Fifths* digunakan dalam teori musik untuk mewakili hubungan antara tangga nada diatonic. Angka pada *Circle of Fifths* diagram menunjukkan berapa banyak *sharps* atau *flats key signatures* yang dimiliki.

Semua lagu memiliki tanda kunci. Untuk memahami kunci tanpa melihat *The Circle of Fifths* sangatlah susah. *The Circle of Fifths* membuat kita mudah mengenali tanda kunci, berapa banyak *sharps* atau *flats* dalam setiap tanda kunci yang diberikan.

Di bagian atas *The Circle of Fifths*, kunci C tidak memiliki *sharps* atau *flats*. Mulai dari kunci C dan bergerak searah jarum jam dengan naik perlima, kunci G memiliki satu *sharps*, kunci D memiliki dua *sharps* dan seterusnya.

1. **Binerisasi**

Binerisasi merupakan proses mengurangi nilai dari *gray level* menjadi dua nilai yaitu 0(hitam) dan 1(putih). Proses ini mengubah citra berwarna atau citra keabuan menjadi citra hitam putih. Biasanya citra biner digunakan untuk memisahkan obyek dalam citra dari latar belakang.

1. **Morphology**

Pengolahan citra *morphology* adalah kumpulan operasi *non-linear* yang terkait dengan bentuk dalam citra. Operasi *morphology* mengandalkan nilai-nilai piksel dan sangat cocok pada citra biner. Teknik *morphology* menelisik citra dengan bentuk yang kecil atau *template* yang disebut *structuring element*. Operasi *morphology* pada citra biner menciptakan citra biner baru dimana piksel yang memiliki nilai *non-zero* diberikan *template*.

1. **Proyeksi Horisontal dan Vertikal**

Proyeksi didefinisikan sebagai operasi yang memetakan citra biner ke histogram satu dimensi. Nilai-nilai histogram adalah jumlah dari piksel *foreground* sepanjang arah tertentu.

Proyeksi horisontal Y(x,y), memproyeksikan citra dua dimensi ke sumbu vertikal, y:

(1)

untuk semua y, dimana hH adalah histogram dan w adalah lebar citra. Untuk proyeksi vertikal, adalah proyeksi dari citra dua dimensi ke sumbu horisontal, x:

(2)

untuk semua x, dimana hv adalah histogram dan h adalah tinggi citra.

1. **Correlation dan Template Matching**

*Template Matching* adalah teknik yang digunakan untuk mengelompokkan objek. *Template* adalah sebuah citra kecil atau *sub-image*. Tujuannya adalah untuk menemukan kesamaan *template* dalam citra yang lebih besar. Teknik yang digunakan oleh *template matching* adalah membandingkan citra terhadap satu sama lain. Hal ini dapat dilakukan dengan membuat citra kecil ditempatkan di atas gambar dan bergerak sampai menemukan kesamaan dan korelasi yang maksimum. Sebuah korelasi antara dua citra, f dan h, dimana dimensi dari h adalah m x n yang didefinisikan sebagai

(3)

dimana m2 = m/2 dan n2 = n/2. Hal ini dapat dinormalisasi, sehingga kita memperoleh korelasi nilai antara 0 dan 1:

(4)

# RINGKASAN ISI TUGAS AKHIR

Dalam tugas akhir ini akan dibuat suatu aplikasi untuk menerjemahkan not balok ke dalam not angka. Dengan adanya aplikasi ini, diharapkan dapat memudahkan pemain piano dalam bermain musik. Masukan citra berupa citra *music sheet piano* yang merupakan hasil *scan* dari buku “Teacher’s Choice For The Young Pianist” disusun oleh Allan Small menggunakan *printer* Canon MP259 dengan resolusi 300 dpi. Ditunjukkan pada Gambar 11. Keluaran citra yang diharapkan berupa *music sheet piano* dengan not angka yang ditunjukkan pada Gambar 12.

Metode pengenalan nada pada *music sheet piano* menggunakan metode *template matching.* Namun sebelum pada tahap tersebut, akan dilakukan *pre-processing* menggunakan binerisasi dan rotasi. Binerisasi dilakukan untuk memisahkan objek citra dengan *background* agar lebih mudah dikenali objek utamanya. Rotasi dilakukan untuk dapat melakukan proyeksi horisontal agar dapat menemukan *staff line*. Untuk merotasi citra, penulis ingin menemukan titik koordinat kiri atas pada *staff* pertama, H1, dan titik koordinat kiri bawah pada *staff* terakhir, H2. *Define* H1=(x1,y1) dan H2=(x2,y2). Ini akan digunakan untuk menghitung sudut rotasi, ϴ.

1. Melakukan erosi menggunakan *structuring element.*
2. Untuk menemukan H1, pilih titik koordinat x dan y terendah.
3. Untuk menemukan H2, pilih titik koordinat x terendah dan y terbesar.
4. Menerapkan aturan Pythagoras untuk menemukan sudut rotasi

* Mendefinisikan a sebagai nilai perubahan antara dua titik koordinat y:

(5)

a = | y1 – y2 |

* Mendefinisikan b sebagai nilai perubahan antara dua titik koordinat x:

(6)

b = | x1 – x2 |

(7)

* Menentukan sisi miring, h =

1. Menentukan sudut rotasi, ϴ

sin ϴ =

(8)

→ ϴ = sin-1 ()

1. Merotasi citra dengan sudut ϴ menggunakan *Nearest-Neighbor Interpolation.*

Langkah selanjutnya adalah mendeteksi *staff lines* menggunakan proyeksi horisontal, dari *staff lines* memungkinkan untuk mengetahui ketebalan *staff,* jarak antara 2 *staff lines* dan besar dari *music notation.* Dengan melihat *peaks* pada histogram dari proyeksi horisontal maka dapat diketahui informasi *staff lines*. Setelah mendeteksi *staff lines*, lalu *staff lines* akan diabaikan sementara, ini memungkinkan untuk mencari *musical objects*. Piksel berwana hitam yang tersisa adalah *musical objects*.

Tahap kedua adalah tahap segmentasi untuk mendeteksi objek-objek vertikal seperti *notes, accidentals,* dan *key signatures*. Untuk mendeteksi objek menggunakan *projection profiles* untuk mengekstrak simbol-simbol dasar dan posisinya. Lembar musik dianalisis dan dipotong secara rekursif menjadi kotak-kotak kecil. Diambil *sub*-citra pada satu *staff* untuk mengetahui ketebalan *staff line* dan jarak antara *staff line*. Setelah itu, ­*sub*-gambar di setiap *staff* diproses untuk diambil simbol yang memiliki lebar yang mendekati *notehead*, ada tiga tahapan untuk melakukan ini, mendeteksi grup dari simbol, melabeli *noteheads* dan mendeteksi simbol musik lainnya.

Tahap ketiga adalah tahap klasifikasi menggunakan metode *template matching*, metode ini digunakan untuk mengenali nada-nada pada not balok sehingga akan didapatkan informasi berupa angka-angka (not angka). Langkah-langkah melakukan *Template Matching*, sebagai berikut:

1. Membuat *template* citra(*notes, accidentals* dan *key signatures*) untuk *dataset*, t, dengan dimensi m x n, dimana m adalah lebar citra *template* dan n adalah tinggi citra *template*.
2. Membandingkan masing-masing piksel dalam *template* citra, t, dengan piksel citra asli yang sudah tersegmentasi, i.
   1. Hitung korelasi antar citra

(9)

dimana m2 = m/2 dan n2 = n/2.

* 1. Bagi matriks korelasi dengan dimensi t

(10)

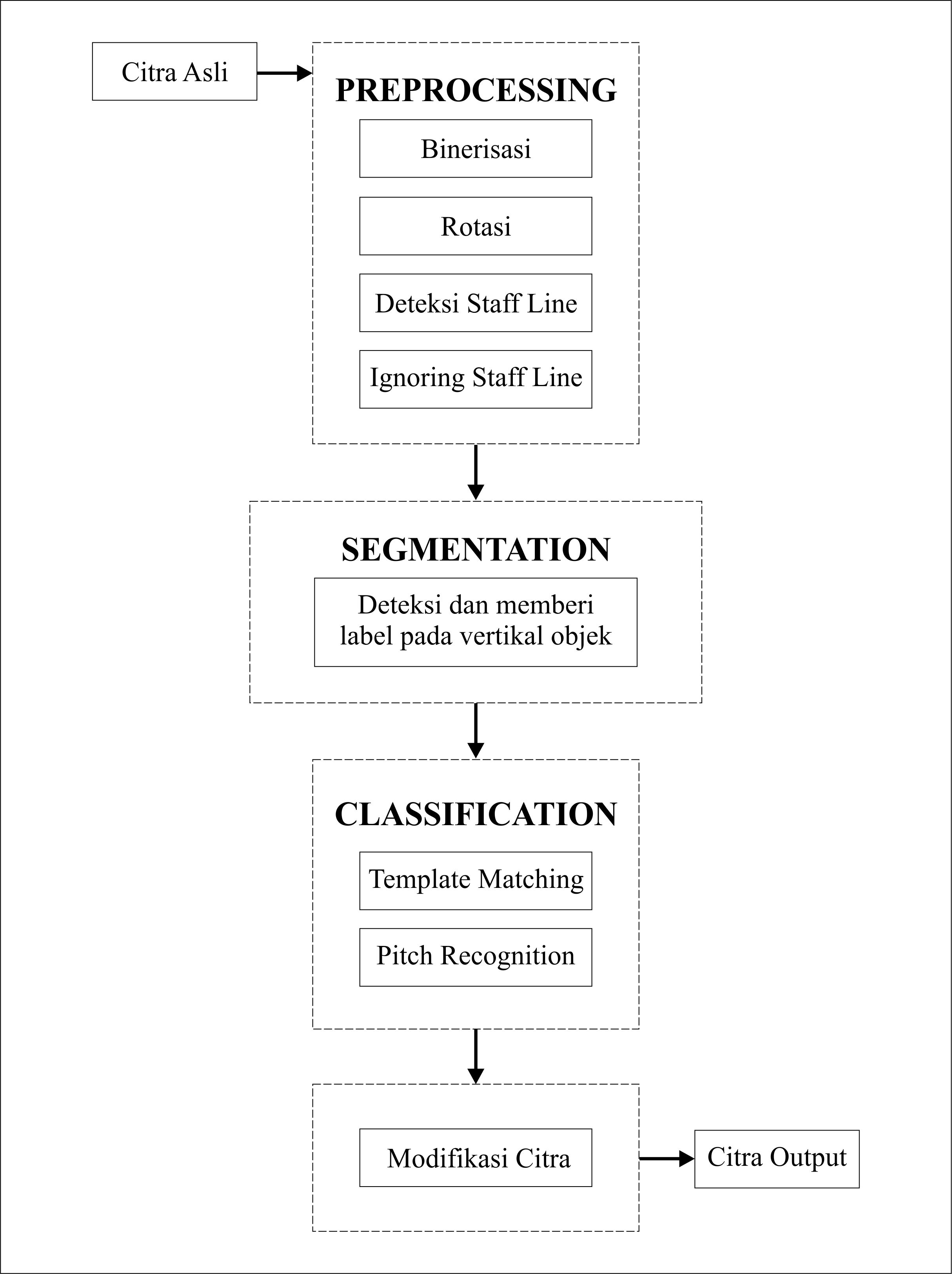
1. Lakukan iterasi citra *template*, t, pada citra yang sudah tersegmentasi, i.

(11)

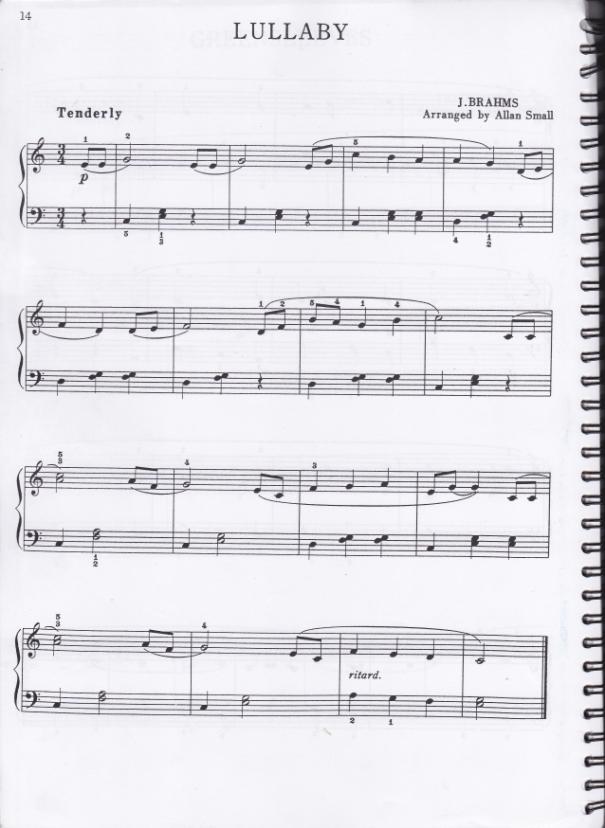
1. Memberikan *threshold* dengan nilai 0.85:

Tahap keempat adalah *pitch recognition*, tahap ini sangat penting untuk menemukan nada untuk tiap *note heads* dan *accidentals*. Nada ditentukan oleh posisi vertikal dari *noteheads* yang relatif dengan *staff lines*, dan informasi dari *key signature* dan *accidentals*. Nada dapat ditemukan dengan mengamati apakah titik korelasi maksimum berada di satu garis atau diantara dua garis atau bahkan di atas atau di bawah *staff*.

Tahap terakhir adalah modifikasi citra asli dari *piano sheet music* berdasarkan nada yang sudah dikenali. Pada tahap ini nada-nada yang dikenali ditulis dalam *piano sheet music* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12. Diagram Alur ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Alur



Gambar 11. Citra Asli



Gambar 12. Hasil Citra

# METODOLOGI

## Penyusunan proposal tugas akhir

Proposal Tugas Akhir ini berisikan mengenai apa saja yang dibutuhkan, serta rumusan masalah yang ada dalam Pengenalan Nada pada *piano sheet music*.

## Studi literatur

Tugas akhir ini menggunakan literatur *thesis* dengan judul “Optical Music Recognition” yang merupakan acuan utama dan dasar dalam pengerjaan tugas akhir ini.

## Analisis dan desain perangkat lunak

Pada tahap ini akan dilakukan analisis dan design perancangan aplikasi sesuai dengan tujuan yang dijabarkan. Kemudian disesuaikan dengan metode yang tepat, hal ini dimaksudkan agar nantinya ketika diimplementasikan ke dalam aplikasi dapat berjalan sesuai yang diharapkan.

## Implementasi perangkat lunak

Implementasi merupakan tahap untuk membangun metode tersebut. Untuk mengimplementasikan metode tersebut menggunakan MATLAB.

## Pengujian dan evaluasi

Pada tahap ini dilakukan uji coba dengan menggunakan bermacam citra masukan untuk menguji aplikasi apakah telah berjalan sesuai dengan rancangan dan desain implementasi yang dibuat, mengamati kinerja sistem, serta mengidentifikasi kendala yang mungkin muncul.

## Penyusunan Buku Tugas Akhir

Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan yang menjelaskan dasar teori dan metode yang digunakan dalam tugas akhir ini serta hasil dari implementasi aplikasi perangkat lunak yang telah dibuat. Sistematika penulisan buku tugas akhir secara garis besar antara lain:

1. Pendahuluan
   1. Latar Belakang
   2. Rumusan Masalah
   3. Batasan Tugas Akhir
   4. Tujuan
   5. Metodologi
   6. Sistematika Penulisan
2. Tinjauan Pustaka
3. Desain dan Implementasi
4. Pengujian dan Evaluasi
5. Kesimpulan dan Saran
6. Daftar Pustaka

# JADWAL KEGIATAN

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tahapan | 2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desember | | | | Januari | | | | Februari | | | | Maret | | | | April | | | |
| Penyusunan Proposal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Studi Literatur |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Perancangan Sistem |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Implementasi |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pengujian dan Evaluasi |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Penyusunan Buku |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# DAFTAR PUSTAKA

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | "Xiph.org Video Test Media [derf's collection]," [Online]. Available: https://media.xiph.org/video/derf/. [Accessed 30 December 2017]. |