



**PEMBUATAN APLIKASI UJI AKURASI TEMBANG JAWA YANG  
DIMAINKAN DENGAN GITAR MENGGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Moch Arifudin Syahrul Maulud**

**NIM 151810201049**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**PEMBUATAN APLIKASI UJI AKURASI TEMBANG JAWA YANG  
DIMAINKAN DENGAN GITAR MENGGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S-1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh:

**Moch Arifudin Syahrul Maulud**

**NIM 151810201049**

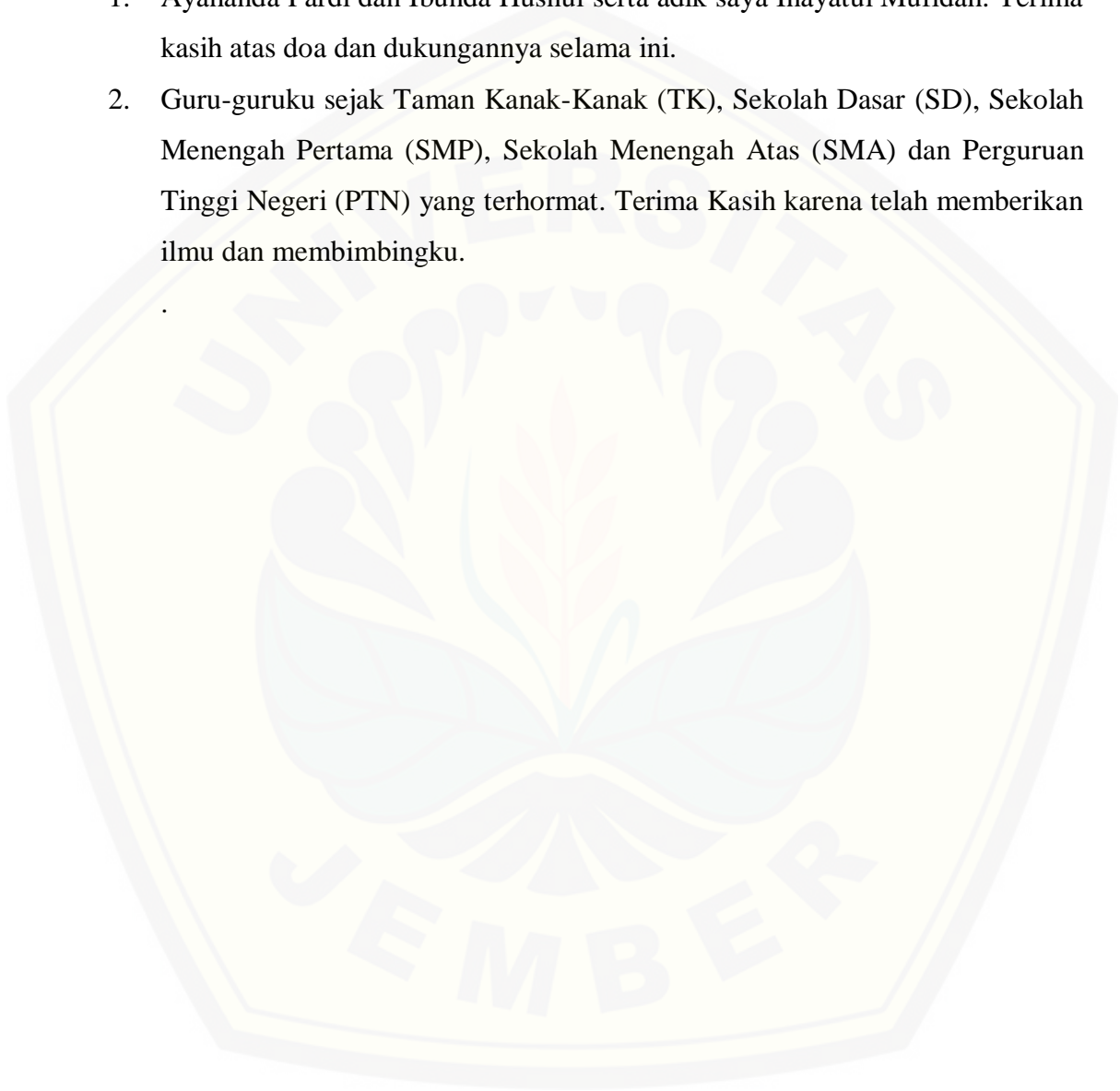
**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**

## PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur dan terima kasih, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ayahanda Pardi dan Ibunda Husnul serta adik saya Inayatul Mufidah. Terima kasih atas doa dan dukungannya selama ini.
2. Guru-guruku sejak Taman Kanak-Kanak (TK), Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), Sekolah Menengah Atas (SMA) dan Perguruan Tinggi Negeri (PTN) yang terhormat. Terima Kasih karena telah memberikan ilmu dan membimbingku.



**MOTTO**

Sesungguhnya Kami telah memberikan kepadamu nikmat yang banyak  
(Terjemahan QS. Al Kautsar ayat 1)<sup>\*)</sup>



---

<sup>\*)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. Al Qur'an dan Terjemahannya. Semarang: PT. Kumudasmoro Grafindo

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moch Arifudin Syahrul Maulud

NIM : 151810201049

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pembuatan Aplikasi Uji Akurasi Timbangan Jawa yang Dimainkan dengan Gitar Menggunakan Ekstraksi Fitur” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa serta hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2020

Yang menyatakan,

Moch Arifudin Syahrul Maulud

NIM 151810201049

**SKRIPSI**

**PEMBUATAN APLIKASI UJI AKURASI TEMBANG JAWA YANG  
DIMAINKAN DENGAN GITAR MENGGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR**

Oleh :

Moch Arifudin Syahrul Maulud

151810201049

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Agung T. Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pembuatan Aplikasi Uji Akurasi Tembang Jawa yang Dimainkan dengan Gitar Menggunakan Ekstraksi Fitur ”, karya Moch Arifudin Syahrul Maulud diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal :

Tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan  
Alam Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D.  
NIP 197202101998021001

Agung T. Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D.  
NIP 196812191994021001

Anggota II,

Anggota III,

Drs.Yuda C. Hariadi, M.Sc., Ph.D.  
NIP 196203111987021001

Supriyadi, S.Si., M.Si.  
NIP 19820424006041003

Mengesahkan  
Dekan,

Drs. Sjaifullah, M.Sc., Ph.D.  
NIP 195910091986021001



## RINGKASAN

**Pembuatan Aplikasi Uji Akurasi Tembang Jawa yang Dimainkan dengan Gitar Menggunakan Ekstraksi Fitur;** Moch Arifudin Syahrul Maulud, 151810201049; 2020; halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Analisis sinyal suara merupakan suatu operasi matematik untuk mendapatkan informasi dan karakteristik dari sinyal suara. Sinyal suara yang digunakan dirubah menjadi kumpulan angka yang kemudian diproses untuk mengidentifikasi suara tersebut. Analisis sinyal suara banyak digunakan untuk penelitian informasi musik dan ucapan. Tahapan umum yang dilakukan pada klasifikasi suara yaitu pra-proses, ekstraksi fitur dan klasifikasi. Ekstraksi fitur suara merupakan proses perhitungan representasi numerik dari sinyal suara untuk mengkarakterisasi segmentasi suara. Pemilihan fitur diperlukan untuk mendapatkan akurasi tinggi dalam klasifikasi suara. Fitur-fitur yang akan diseleksi dalam penelitian ini adalah *Zero Crossing Rate*, *Short Time Energy*, *Spectral Rolloff*, *Spectral Flux* dan *Spectral Centroid*. Objek suara yang digunakan pada penelitian ini adalah tembang jawa yang dimainkan dengan gitar. Hasil dari pemilihan fitur pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan aplikasi untuk mengetahui akurasi kemiripan nilai ekstraksi fitur dari lagu yang dimainkan terhadap nilai ekstraksi fitur yang tersimpan dalam database.

Metode pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu proses kreatif, proses ekstraksi fitur, proses pemilihan fitur dan proses *coding*. Proses kreatif dilakukan dengan mengkreasi tembang jawa menggunakan gitar dan perekaman. Proses ekstraksi fitur dilakukan dengan mengekstraksi fitur sinyal suara menjadi sebuah nilai diskrit menggunakan 6 fitur berbeda yaitu *Zero Crossing Rate*, *Short Time Energy*, *Spectral Rolloff*, *Spectral Flux* dan *Spectral Centroid*. Selanjutnya dilakukan proses pemilihan fitur dengan memilih fitur yang memiliki tingkat presisi tinggi dengan variasi jumlah *step* dan disimpan dalam *database*. Terakhir dilakukan pembuatan GUI untuk membuat aplikasi uji akurasi bermain gitar. Metode yang digunakan untuk menghitung akurasi pada aplikasi yaitu *Normalized Cross Correlation*. Pengujian Aplikasi dilakukan dengan menguji akurasi tangga nada diatonis C, diatonis G, diatonis F, diatonis Cm, diatonis C dengan teknik *deep*, diatonis C dengan tempo lebih lambat dan diatonis C dengan pola irama berbeda terhadap tangga nada diatonis C. Pengujian Macapat pangkur dilakukan dengan menguji akurasi tembang jawa terhadap variasi *database* tembang jawa macapat pangkur Serat Wedhatama.

Hasil penelitian dari pembuatan dan pengujian aplikasi uji akurasi tembang jawa yang dimainkan dengan gitar yaitu Fitur dengan presisi tinggi yang digunakan dalam aplikasi adalah *Zero Crossing Rate*, *Short Time Energy*, *Spectral Rolloff*, dan *Spectral Centroid* dengan jumlah *step* 0,01. Berdasarkan hasil dari pengujian Aplikasi dengan menguji akurasi tangga nada diatonis C didapatkan



variasi tempo, nada dasar dan pola irama berpengaruh besar terhadap hasil akurasi daripada variasi nada minor dan teknik deep. Hasil akurasi uji tembang jawa macapat didapatkan nilai akurasi 63,51% pada *database* durasi penuh, 83, 27% pada *database* bagian pertama dan 84,04% pada bagian kedua.



## PRAKATA

Segala puji kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pembuatan Aplikasi Uji Akurasi Tembang Jawa yang Dimainkan dengan Gitar Menggunakan Ekstraksi Fitur” yang disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan program strata satu (S-1) Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Agung T. Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D., selaku Dosen pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam penulisan skripsi ini;
2. Bapak Yuda C. Hariadi, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Penguji I dan Bapak Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan nasehat, kritik dan saran untuk penulisan skripsi ini;
3. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam;
4. Seluruh mahasiswa fisika angkatan 2015 dan anggota UKM Seni TITIK yang menemani penulis selama masa studi;
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk perkembangan Ilmu Pengetahuan.

Jember, Januari 2020

Penulis

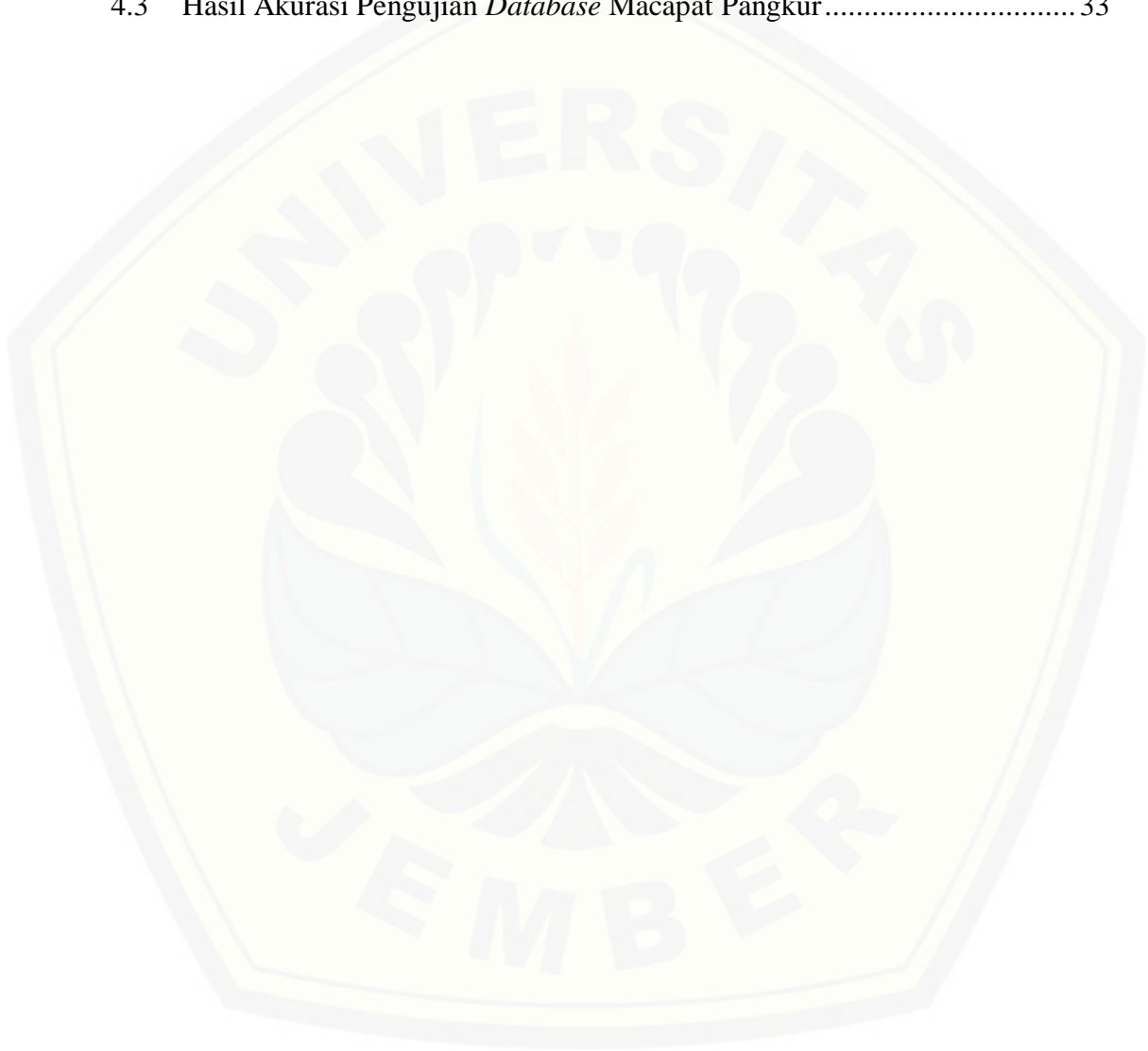
DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	5
<b>1.3 Tujuan</b> .....	6
<b>1.4 Manfaat</b> .....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
<b>2.1 Musik dan Gitar</b> .....	7
<b>2.2 Tembang Macapat</b> .....	8
<b>2.3 Pengolahan Sinyal Suara</b> .....	9
2.3.1 <i>Sampling</i> .....	9
2.3.2 <i>Normalisasi</i> .....	10
2.3.3 <i>Framing</i> .....	10
2.3.4 <i>Windowing Hamming</i> .....	10
2.3.5 <i>Discrete Fourier Transformation (DFT)</i> .....	11
2.3.6 <i>Fast Fourier Transform (FFT)</i> .....	11
<b>2.4 Ekstraksi Fitur</b> .....	13
2.4.1 <i>Zero Crossing Rate</i> .....	13
2.4.2 <i>Short Time Energy</i> .....	14
2.4.3 <i>Entropi</i> .....	14
2.4.4 <i>Spectral Flux</i> .....	14
2.4.5 <i>Spectral Rolloff</i> .....	14
2.4.6 <i>Spectral Centroid</i> .....	15
<b>2.5 Normalized Cross Correlation</b> .....	15

2.6 Matlab .....	16
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1 Rancangan Penelitian .....	17
3.2 Kerangka Pemecahan Masalah .....	18
3.2.1 Pemilihan Fitur .....	19
3.2.2 Diagram Alir Aplikasi .....	21
3.2.3 Penambahan <i>Database</i> .....	23
3.3 Pengujian Aplikasi .....	24
3.4 Analisis data .....	24
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 Pemilihan Fitur .....	25
4.1.1 Hasil Ekstraksi Fitur .....	25
4.2 Pembuatan Aplikasi dengan GUI .....	28
4.3 Pengambilan <i>Database</i> .....	30
4.4 Pengujian Aplikasi .....	31
4.4.2 Tembang Macapat Pangkur .....	32
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>34</b>
5.1 Kesimpulan .....	34
5.2 Saran .....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>35</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
3.1 Rancangan Penelitian.....	18
4.1 Hasil Standar Deviasi Ekstraksi Fitur .....	26
4.2 Hasil Akurasi Tangga Nada Diatonis C.....	32
4.3 Hasil Akurasi Pengujian <i>Database</i> Macapat Pangkur.....	33



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Sinyal suara digital pada berkas mp3 lagu berjudul “ <i>Stormy Blues</i> ” oleh Arne Bang Huseby.....	12
2.2 Hasil transformasi fourier sinyal suara digital pada berkas mp3 lagu .....	12
3.1 Diagram Alir Pembuatan Aplikasi.....	19
3.2 Diagram alir pemilihan fitur.....	20
3.3 Diagram Alir Aplikasi.....	22
4.1 Hasil Standar Deviasi Ekstraksi Fitur .....	27
4.2 Tampilan GUI aplikasi uji akurasi musik. ....	29



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1 <i>Coding</i> GUI .....	38
Lampiran 2 Data hasil Ekstraksti Fitur .....	41





## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan teknologi menimbulkan dampak positif bagi masyarakat, seperti *Audio Content Analysis*. Setiap suara memiliki karakteristik dan informasi dari suara tersebut. Analisis suara dilakukan untuk memperoleh informasi dan karakteristik dari gelombang suara untuk analisis, klasifikasi, sintesis dan lain-lain. Pada perkembangan bidang IT, analisis suara diaplikasikan pada *audio recognition*. Teknologi tersebut berfungsi untuk mengenali suara dengan cara merubahnya ke bentuk gelombang dan dicocokkan dengan suatu pola yang sudah tersimpan pada *database*. Gelombang suara yang digunakan dirubah menjadi kumpulan angka yang kemudian diproses untuk mengidentifikasi suara tersebut. Pada bidang komunikasi *audio recognition* digunakan untuk perintah suara. Perintah suara merupakan suatu perangkat lunak yang melakukan perintah sesuai dengan ucapan dari pengguna. Pada *smartphone*, dengan menggunakan perintah suara, pengguna sudah bisa membuka aplikasi, pesan dan panggilan.

*Audio Content Analysis* adalah ekstraksi informasi dari sinyal suara seperti rekaman musik. Informasi yang diekstraksi biasanya disebut metadata. Metadata merupakan data tentang suara dan pada dasarnya dapat mencakup informasi apapun yang dapat mendeskripsikan atau menjelaskan makna dari data suara mentah. Penelitian telah banyak dilakukan untuk mengekstrak segala sesuatu dari rekaman musik termasuk metadata formal, perseptual, musika, dan teknis. Selain metadata terdapat pula data yang tidak terdapat pada sinyal suara yaitu tahun rekaman, label rekaman, judul lagu dan informasi pencipta lagu. *Audio Content Analysis* merupakan bidang penelitian multi-disiplin, karena berhubungan dengan sinyal audio. Sistem analisis konten audio dapat digunakan pada berbagai tugas yang luas. Metadata sangat berguna untuk pengambilan sinyal musik dengan karakteristik khusus dari *database* besar (Lerch, 2012).

*Audio Content Analysis* digunakan untuk penelitian informasi musik dan ucapan. Penelitian informasi musik meliputi klasifikasi genre musik, dan analisis

*rhythm*, sedangkan penelitian analisis ucapan meliputi pengenalan suara, peningkatan kemampuan bicara dan lain-lain. Tahapan umum yang dilakukan pada klasifikasi suara yaitu pra-pemrosesan, ekstraksi fitur dan klasifikasi. Pada pra-pemrosesan dilakukan normalisasi dan pemilihan fitur, selanjutnya dilakukan perhitungan fitur dan klasifikasi yaitu menggunakan data sampel untuk memperkirakan batas, distribusi, atau anggota kelas. Beberapa tahun terakhir banyak fitur yang digunakan untuk analisis konten suara berbasis *Machine Learning* (Lerch, 2012).

Ekstraksi fitur suara merupakan proses perhitungan representasi numerik dari sinyal skustik untuk mengkarakterisasi segmen suara. Algoritma klasifikasi biasanya menggunakan sistem pelatihan untuk mempartisi fitur ke dalam kelas masing-masing. Klasifikasi sinyal suara adalah bagian dari masalah yang lebih besar daripada analisis suara, ketika sinyal suara mengandung banyak perubahan yang berbeda. Penelitian tentang klasifikasi suara selama bertahun-tahun telah memunculkan fitur komputasi yang mungkin dikategorikan secara luas menjadi fitur fisik dan persepsi. Fitur fisik secara langsung berkaitan dengan sifat terukur dari sinyal akustik dan tidak terkait dengan persepsi manusia. Fitur fisik merupakan parameter tingkat rendah yang menangkap sifat-sifat temporal atau *spectral* sinyal tertentu. Fitur-fitur selanjutnya dapat diklasifikasikan sebagai fitur statis atau dinamis. Fitur statis memberikan gambaran karakteristik sinyal audio pada saat yang tepat seperti yang diperoleh dari analisis waktu dari segmen data. Teknik ekstraksi fitur dapat diklasifikasikan sebagai analisis temporal dan teknik analisis spektral. Analisis temporal menggunakan bentuk gelombang dari sinyal suara untuk dianalisis. Analisis *spectral* menggunakan representasi *spectral* dari sinyal suara untuk dianalisis (Rao, 2007).

Sinyal suara dibagi menjadi 2, yaitu sinyal *deterministic* dan sinyal *random*. Sinyal deterministik merupakan sinyal yang dapat dinyatakan ke dalam bentuk persamaan matematis. Sinyal *random* merupakan sinyal yang tidak dapat dinyatakan ke dalam bentuk persamaan matematis. Karena sinyalnya bersifat acak maka diperlukan suatu teknik untuk menganalisis sinyal suara tersebut. Ekstraksi dari fitur suara merupakan bagian penting dalam menganalisis suara yang tidak

dapat dipahami secara langsung. Ekstraksi fitur suara merupakan pendukung dari sebagian besar pemrosesan audio, pengambilan informasi musik, desain efek audio, dan sintesis audio. Ekstraksi fitur suara juga biasa digunakan untuk membuat suatu program komputer dengan kemampuan manusia.

Penelitian tentang pengenalan suara telah dilakukan sebelumnya yaitu Ekstraksi ciri untuk Pengelompokan Berkas Musik Berdasarkan Kemiripan Karakteristik Suara oleh Rosihadi (2017). Dilakukan dengan mengkombinasikan hasil ekstraksi ciri dari berkas musik dengan genre berbeda-beda. Dengan mengekstraksi fitur *spectral centroid*, *spectral flux*, *spectral rolloff*, dan *short time energy* pada tiap berkas musik. Data yang dihasilkan dari ekstraksi fitur akan digunakan sebagai data latih dan data uji. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu *Random Forest* dengan memakai alat bantu Weka versi 3.8. Data yang digunakan untuk pengujian adalah kombinasi dari 1000 buah berkas musik dengan 10 genre berbeda yang di unduh dari website <http://freemusicarchive.org>. Hasil uji coba klasifikasi suara pada penelitian tersebut menghasilkan nilai akurasi 80.47%.

Pada tahun 2009, Setiawan melakukan penelitian klasifikasi suara untuk mengetahui atau membedakan gender dengan metode ekstraksi ciri sinyal berbasis domain waktu dan frekuensi. Ekstraksi ciri yang digunakan adalah *Sort Time Energy*, *Zero Crossing Rate*, *Spectral Centroid* dan *Spectral Flux*. Data yang digunakan berupa 10 sampel suara dari 8 suara pria dan 2 suara wanita. Algoritma yang digunakan yaitu algoritma *K-means* untuk membedakan gender dari hasil ekstraksi ciri. Dari penelitian tersebut, didapatkan hasil pengklasifikasian suara berdasarkan gender dapat dilakukan dengan metode ekstraksi ciri.

Pengenalan suara juga dilakukan untuk mengetahui nama alat musik berdasarkan bunyi dari alat musik tersebut. Pada tahun 2016, Atmawati membuat program pengenalan suara instrumen musik pianika, rekorder dan belira menggunakan analisis spektrum. Prinsip kerja dari sistem yang dibuat yaitu *input* berupa suara dari alat musik pianika, rekorder dan belira. Suara tersebut direkam menggunakan *microphone* dan diteruskan pada system program. Suara di *sampling* dan dicocokkan dengan *database* yang berisi 96 suara dari pianika, rekorder dan belira menggunakan metode DFT, Jarak *Euclidean* dan klasifikasi

$k$ -NN. Sistem pengenalan suara instrument musik pianika, recorder dan belira berhasil dibuat dan bekerja sesuai dengan perancangan dengan akurasi sebesar 100% tanpa menggunakan *thresholding* dan akurasi sebesar 93% menggunakan *thresholding*.

Gitar merupakan alat musik yang sering dimainkan oleh banyak orang, akan tetapi kemampuan dari pemain gitar berbeda-beda. Dalam perkembangan teknologi dibutuhkan suatu aplikasi untuk membantu seseorang belajar bermain gitar. Pada tahun 2016, Ahmadi *et al.* membuat aplikasi pembelajaran cara bermain gitar untuk pemula berbasis multimedia. Aplikasi media pembelajaran teknik dasar bermain gitar dibangun menggunakan alat bantu pengembangan Flash dan Action Script pada software Adobe Flash. Tujuan dari pembuatan aplikasi adalah menyediakan fasilitas yang memudahkan dalam mempelajari teknik dasar pada gitar dengan cara menyampaikannya melalui aplikasi pembelajaran yang mudah digunakan dan dipahami.

Penelitian sebelumnya dilakukan pengenalan suara menggunakan ekstraksi dari beberapa fitur yang sudah ditentukan. Tetapi, pada penelitian sebelumnya tidak dilakukan pemilihan fitur, oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan pemilihan fitur karena kesalahan pemilihan fitur dapat mempengaruhi hasil akurasi dari sistem pengenalan suara. Pemilihan fitur yang sesuai diperlukan untuk mendapatkan akurasi tinggi pada sistem klasifikasi suara. Fitur yang tidak relevan dapat menurunkan akurasi data terhadap kinerja program. Metode pemilihan fitur dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menghapus variabel yang tidak dibutuhkan, tidak relevan, dan berlebihan yang dapat menurunkan akurasi. Fitur-fitur tertentu harus dipilih untuk mewakili data terbaik dari sinyal audio. Fitur-fitur yang akan diseleksi dalam penelitian ini adalah *Zero Crossing Rate*, *Short Time Energy*, *Energy Entropy*, *Spectral Rolloff*, *Spectral Flux*, dan *Spectral Centroid*. *Zero Crossing Rate*, *Short Time Energy*, *Energy Entropy* merupakan fitur yang mengekstraksi sinyal suara berdomain waktu. Pada fitur *Spectral Rolloff*, *Spectral Flux*, dan *Spectral Flux* dilakukan proses *Hamming Window* dan *FFT* dikarenakan *Spectral Rolloff*, *Spectral Flux*, dan *Spectral Centroid* tidak berdomain waktu, akan tetapi berdomain frekuensi. Keseluruhan



fitur tersebut akan diambil nilai maksimum dari *normalized cross correlation*-nya untuk mengetahui tingkat kemiripan dari suara hasil rekaman.

Objek suara yang digunakan pada penelitian ini adalah tembang jawa yang dimainkan dengan gitar. Tembang jawa dipilih sebagai objek penelitian karena mengingat luntarnya kebudayaan jawa di zaman modern ini. Tangga nada yang digunakan pada tembang jawa berbeda dengan lagu modern. Tangga nada pada tembang jawa yaitu laras pelog dan laras slendro, sedangkan pada lagu modern umumnya menggunakan tangga nada diatonis. Laras pelog dan slendro merupakan sistem urutan nada yang terdiri dari lima nada, yang terdapat pada gamelan pelog dan slendro (Supanggih, 2002). Tembang jawa yang digunakan pada penelitian ini adalah tembang dolanan dan tembang macapat. Tembang dolanan merupakan tembang yang biasa dinyanyikan pada permainan anak kecil dan tembang macapat menurut Supadjar (1996) merupakan tembang yang secara keseluruhan menggambarkan tahap-tahap perjalanan hidup manusia mulai dari lahir (Mijil) hingga meninggal dunia (Megatruh) dan dikafani (Pocung).

Seiring berkembangnya teknologi yang pesat saat ini, aplikasi pembelajaran gitar diperlukan untuk meningkatkan kemampuan dalam bermain gitar khususnya pemula. Hasil dari pemilihan fitur pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan aplikasi untuk membantu meningkatkan kemampuan dalam bermain gitar. Pembuatan aplikasi dilakukan dengan membuat database dari hasil ekstraksi fitur-fitur yang telah diseleksi dan disimpan. Aplikasi dirancang untuk mengetahui akurasi kemiripan nilai ekstraksi fitur dari lagu yang dimainkan terhadap nilai ekstraksi fitur yang tersimpan dalam database.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian dilakukan dengan membuat aplikasi uji kemampuan bermain gitar dengan menggunakan lagu tembang jawa. *Database* diperlukan dalam pembuatan rancang bangun sebagai acuan data untuk menentukan akurasi lagu. Adapun rumusan masalah yang dapat diambil pada penelitian ini adalah fitur manakah yang digunakan sebagai *database* berdasarkan tingkat presisinya, bagaimana pengaruh perbedaan nada dasar, tempo, nada minor dan pola irama

terhadap hasil akurasi dan bagaimana akurasi tembang yang dimainkan terhadap variasi *database*.

### 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah *frame* terhadap presisi dari hasil ekstraksi fitur digunakan sebagai *database*, mengetahui akurasi lagu yang dimainkan dengan gitar dengan variasi tempo, nada dasar, *durasi* *database* dan pola irama dan mengetahui akurasi tembang yang dimainkan terhadap variasi *database*. Penelitian ini dibuat rancang bangun dalam bentuk aplikasi guna mengetahui akurasi fitur pada lagu yang dimainkan berdasarkan *database* fitur yang tersimpan.

### 1.4 Manfaat

Rancang bangun dari penelitian ini diharapkan dapat membantu pengguna aplikasi meningkatkan kemampuannya seperti, melatih konsentrasi, melatih kepekaan, melatih koordinasi tubuh dan daya ingat. Pengguna aplikasi juga diharapkan dapat melestarikan kebudayaan jawa dari tembang jawa yang didengar dan dimainkan oleh pemain gitar.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Musik dan Gitar

Menurut Muslikh (2014), nada adalah suatu bunyi yang dihasilkan oleh sebuah benda, instrument atau suara manusia dari resonansi pada frekuensi tertentu. Nada memiliki besaran frekuensi tertentu dalam satuan *hertz*. Semakin tinggi frekuensi, maka semakin tinggi nadanya. Tangga nada merupakan susunan berjenjang dari beberapa nada pokok suatu sistem nada, malai dari salah satu nada dasar sampai dengan nada oktafnya.

Gitar pertama kali masuk ke Indonesia pada masa penjajahan yang dibawa oleh tawanan asal portugis sekitar abad ke-17. Menurut Asriadi (2004), Gitar adalah alat musik petik berdawai senar dan berpapan nada. Gitar dimainkan secara dipetik dan digenjreng. Gitar terbentuk atas bagian tubuh pokok dengan bagian leher sebagai tempat senar yang umumnya berjumlah enam didempetkan. Gitar dapat menghasilkan melodi dan *chord* dalam jumlah dan variasi yang lebih banyak dibandingkan dengan alat musik lain. *Chord* merupakan beberapa nada yang dibunyikan secara bersamaan.

Pada perkembangan teknologi dibutuhkan suatu aplikasi untuk membantu seseorang belajar bermain gitar mempelajari kord dasar gitar. Pada tahun 2016, Ahmadi *et al.* membuat aplikasi pembelajaran cara bermain gitar untuk pemula berbasis multimedia. Aplikasi media pembelajaran teknik dasar bermain gitar dibangun menggunakan alat bantu pengembangan Flash dan Action Script pada software Adobe Flash. Tujuan dari pembuatan aplikasi adalah menyediakan fasilitas yang memudahkan dalam mempelajari teknik dasar pada gitar dengan cara menyampaikannya melalui aplikasi pembelajaran yang mudah digunakan dan dipahami.

Maulana (2011) menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform* dalam pembuatan *Tuner* Gitar pada jurnalnya yang berjudul 'Implementasi *Tuner* Gitar Berbasis *Fast Fourier Transform*'. Metode yang digunakan yaitu dengan mengamati spektrum suara gitar yang dimainkan langsung dari gitar yang



terhubung pada laptop melalui soundcard dan konektor *mini jack*. Dalam pengujiannya, didapatkan sebuah sistem yang optimal dengan akurasi pembacaan nada 100% dengan akurasi pembacaan frekuensi sebesar 99,4984%.

Pada tahun 2018, Jiwanda telah membuat rancang bangun sistem pengkalibrasi nada dan pengkonversi nada menjadi akor pada instrument gitar dengan LabView. Pada pengolahan sinyal suara dilakukan menggunakan algoritma *fast fourier transform* untuk memfilter sinyal akustik. Proses akuisisi data pada pengujiannya membutuhkan waktu 0.622933 detik dan persentase keberhasilan dalam mendeteksi akor adalah 100%.

## 2.2 Tembang Macapat

Menurut Haidar (2018), Tembang macapat adalah puisi tradisional Jawa warisan leluhur yang sarat dengan makna. Tembang macapat menggambarkan kehidupan manusia sejak dalam kandungan hingga meninggal dunia. Di dalamnya terdapat pesan-pesan indah dan nasihat berharga. Pada masa lalu, tembang macapat banyak digunakan oleh Wali Songo untuk berdakwah. Penulisan tembang maapat memiliki aturan dalam jumlah baris, jumlah suku kata, ataupun bunyi sajak akhir tiap baris yang disebut guru gatra, guru lagu, dan guru wilangan. Tembang macapat merupakan bagian dari tembang Jawa. Tembang macapat ada sebelas jenis, yaitu maskumambang, mijil, sinom, kinanti, asmarandana, gambuh, dandanggula, durma, pangkur, megatruh, dan pucung. Tiap-tiap tembang macapat tersebut mengisahkan kehidupan sejak manusia lahir hingga meninggal dunia. Setiap jenis tembang memiliki ciri-ciri atau watak tersendiri, seperti gembira, sedih bijaksana dan jenaka. Terdapat 11 jenis tembang macapat, tiap-tiap jenis tembang macapat memiliki makna sebagai berikut:

- a. Maskumambang adalah gambaran dimana manusia masih di alam ruh.
- b. Mijil merupakan ilustrasi dari proses kelahiran manusia.
- c. Sinom, jabang bayi berkembang menjadi remaja sang pujaan dan dambaan orang tua dan keluarga.
- d. Kinanti merupakan masa pembentukan jati diri dan meniti jalan menuju cita-cita.

- e. Asmaradana menggambarkan masa-masa dirundung asmara, dimabuk cinta atau ditenggelamkan dalam lautan kasih.
- f. Gambuh adalah bersatu yang artinya komitmen untuk menyatukan cinta dalam satu biduk rumah tangga.
- g. Dandanggula merupakan gambaran dari kehidupan yang telah mencapai tahap kemapanan sosial, kesejahteraan telah tercapai, cukup sandang, papan dan pangan.
- h. Durma merupakan wujud dari rasa syukur kepada Tuhan.
- i. Pangkur atau mungkur artinya menyingkirkan hawa nafsu negative yang menggerogoti jiwa.
- j. Megatruh atau megat roh berarti terpisahnya nyawa dari jasad kita.
- k. Pucung adalah sebuah gambaran manakala yang tertinggal hanyalah jasad belaka, dibungkus dalam balutan kain kafan.

### 2.3 Pengolahan Sinyal Suara

Sinyal suara dapat digambarkan sebagai fungsi dari level tekanan suara terhadap waktu. Dalam domain digital tidak dapat memproses langsung sinyal analog. Diperlukan diskritisasi baik dalam amplitudo dan waktu, dimana kuantisasi mengacu pada diskritisasi amplitudo dan *sampling* mengacu pada diskritisasi dalam waktu.

#### 2.3.1 *Sampling*

*Sampling* merupakan suatu proses mengambil sinyal pada waktu waktu tertentu. Sampel hanya dapat direkonstruksi tanpa kehilangan informasi jika laju sampel lebih tinggi dari dua kali frekuensi tertinggi atau maksimum dalam sinyal audio. Setelah dilakukan proses ini maka terbentuklah suatu sinyal analog-diskrit yang bentuknya menyerupai aslinya namun hanya diambil diskrit-diskrit saja. Pada proses *sampling*, sebaiknya *sampling rate* memenuhi kriteria Nyquist. Kriteria Nyquist menyatakan bahwa *sampling rate* harus lebih besar dari dua

kali frekuensi tertinggi sinyal analog (Sklar, 1988). Secara matematis dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$f_s \geq 2f_m \quad (2.1)$$

dengan :

$f_s$  = frekuensi *sampling rate* (Hz)

$f_m$  = frekuensi tertinggi sinyal suara analog (Hz)

### 2.3.2 Normalisasi

Pada perekaman atau pengambilan suara diperlukan normalisasi supaya amplitudo nada saat dimainkan dapat menjadi maksimal (Hakim, 2012). Normalisasi merupakan proses penskalaan pada nilai amplitudo tiap data sinyal. Proses ini bertujuan untuk membuat nilai amplitudo pada tiap sinyal yang akan diolah bernilai sama. Persamaan untuk mencari nilai normalisasi dapat dilihat pada persamaan 2.2.

$$X_{norm} = \frac{X_{in}}{\max(\text{abs}(X_{in}))} \quad (2.2)$$

Dimana;

$X_{norm}$  = hasil data normalisasi

$X_{in}$  = data *input*

### 2.3.3 Framing

*Frame blocking* merupakan pembagian sinyal menjadi beberapa *frame*. Pengambilan *sample* tersebut bergantung dari tiap detik suara yang akan disampel dan berapa besar frekuensi *samplingnya*. Fungsi *frame blocking* yaitu mereduksi data yang akan diproses dalam sistem pengenalan (Rosihadi, 2017).

### 2.3.4 Windowing Hamming

*Windowing* berupaya untuk mengurangi kerusakan spectrum dengan cara meruncingkan sinyal dengan menset nol pada awal dan akhir tiap *frame*. *Window* diaplikasikan dalam sinyal domain waktu sebelum digunakan pada proses *FFT*

dalam menghilangkan efek diskontinuitas (Riyanto *et al.*, 2009). Persamaan *Hamming Window* adalah:

$$w(n) = 0,54 - 0,46 * \left(1 - \cos\left(2\pi \frac{n}{N}\right)\right) \quad (2.3)$$

Penggunaan *window* dalam pengolahan sinyal suara diperlukan karena dapat mengurangi dampak dari batas diskontinuitas. Diskontinuitas berada pada awal dan akhir tiap *frame* (Rosihadi,2017).

### 2.3.5 Discrete Fourier Transformation (DFT)

Menurut Riyanto *et al.* (2009), *Discrete Fourier Transformation (DFT)* digunakan untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. Secara umum, persamaan dari *DFT* dapat dilihat pada persamaan 2.5.

$$Y[k] = \sum_{j=0}^{n-1} X[j]w_n^{j.k} \quad (2.4)$$

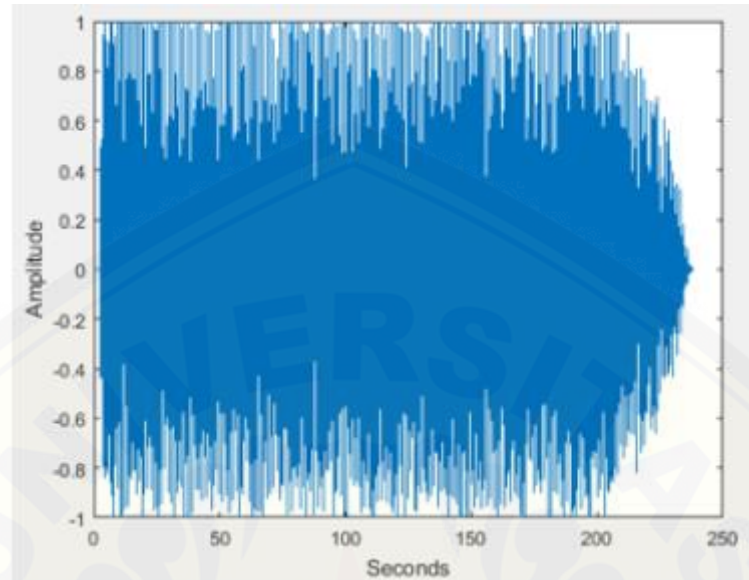
Dimana  $Y[k]$  merupakan array data sinyal dengan domain frekuensi, dan  $X[j]$  merupakan array data sinyal dengan domain waktu, dengan  $0 \leq k \leq 0$  dan  $w_n = e^{-j2\pi/N}$ .

### 2.3.6 Fast Fourier Transform (FFT)

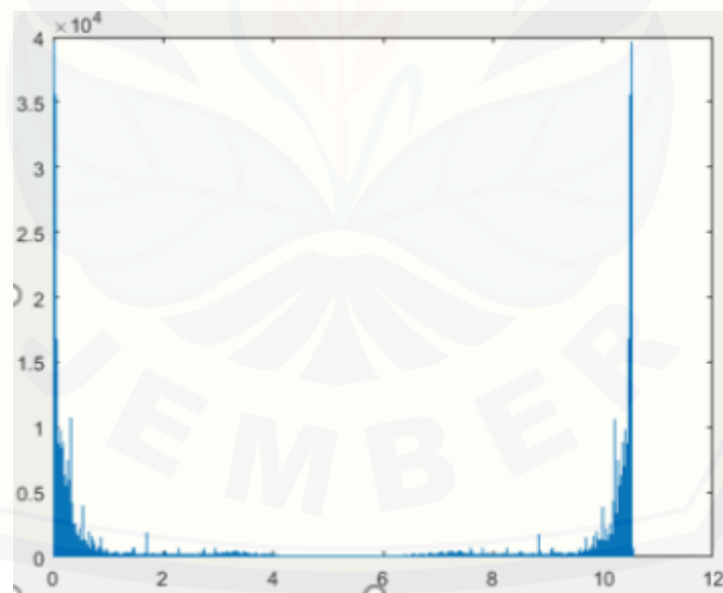
*Fast fourier transform* adalah suatu algoritma yang digunakan untuk merepresentasikan sinyal dalam domain waktu diskrit dan domain frekuensi. *Fast fourier transform* dipergunakan untuk mengurangi kompleksitas transformasi yang dilakukan dengan DFT. Pada DFT jika kita menggunakan 2 sampel, maka kompleksitasnya adalah 4. Sedangkan pada *FFT*, jika kita mengambil 2 sampel tingkat kompleksitas transformasi sebesar 0,602 (Sujadi *et al.*, 2017).

Rosihadi (2017) melakukan transformasi *fourier* pada sinyal suara dari berkas mp3, seperti ditunjukkan pada gambar 2.1 dan gambar 2.2. Gambar 2.1 menunjukkan grafik sinyal suara digital pada berkas mp3 lagu berjudul “*Stormy Blues*” oleh Arne Bang Huseby yang ditampilkan dengan menggunakan alat bantu Matlab. Sumbu x menunjukkan waktu dan sumbu y menunjukkan amplitudo. Pada gambar 2.2, didapatkan hasil transformasi *fourier* dari gambar 2.1. Dimana

sumbu x menunjukkan sampel frekuensi dan sumbu y menunjukkan besaran nilai transformasi *fourier*.



Gambar 2.1 Sinyal suara digital pada berkas mp3 lagu berjudul “*Stormy Blues*” oleh Arne Bang Huseby (Sumber: Rosihadi, 2017).



Gambar 2.2 Hasil transformasi fourier sinyal suara digital pada berkas mp3 lagu berjudul “*Stormy Blues*” oleh Arne Bang Husebi (Sumber:Rosihadi, 2017).

Pada tahun 2012, Handono melakukan penelitian untuk mengetahui keakuratan program yang dibuat dengan metode *Short Time Fourier Transform*)



terhadap penentuan nada laras gamelan berdasarkan ciri rata-rata dari *STFT*. *STFT* (*Short Time Fourier Transform*) merupakan algoritma pengembangan dari *Fast Fourier Transform*. Algoritma *STFT* akan mencuplik sinyal masukan dalam rentang waktu tertentu. Tingkat keakuratan ditentukan dari banyaknya nada laras yang muncul dan dipengaruhi oleh factor jumlah data dalam satu *frame* dan koefisien moving average. Hasil keakuratan sistem yang telah dibuat mencapai 87,53% dengan 256 *frame* dan koefisien moving average 5 dengan waktu proses rata-rata adalah 0,90 detik.

## 2.4 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur suara merupakan proses perhitungan representasi numerik dari sinyal akustik untuk mengkarakterisasi segmen audio (Rao, 2007). Pada tugas akhir ini, fitur yang diekstraksi adalah *zero crossing rate*, *short time energy*, *energy entropy*, *spectral centroid*, *spectral flux*, dan *spectral rolloff*

### 2.4.1 Zero Crossing Rate

*Zero crossing rate* didefinisikan sebagai jumlah dari berapa kali amplitudo bernilai nol. Secara umum, persamaan dari *zero crossing rate* dapat dilihat pada persamaan 2.5

$$Z = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N |\text{sign}(x[n]) - \text{sign}(x[n-1])| \quad (2.5)$$

dimana  $Z$  adalah nilai *zero crossing*,  $x[n]$  adalah nilai amplitudo pada data indeks ke- $n$ ,  $N$  merupakan jumlah total bit yang ada pada *frame*, dan *sign* adalah fungsi yang akan bernilai 1 apabila positif dan bernilai 0 apabila negative (Rosihadi, 2017).

Wikessa *et al.* (2017) membuat aplikasi deteksi kemacetan berbasis android menggunakan *zero crossing rate* dan *average energy*. Prinsip kerja dari aplikasi adalah dengan membandingkan sampel pada *database* dengan sampel baru menggunakan metode *zero crossing rate* dan *average energy*. Sampel digunakan untuk diklasifikasi sehingga dapat menentukan kondisi lalu lintas. Aplikasi yang telah dibuat berhasil menstimulasikan sistem yang mampu mengklasifikasikan kondisi jalan macet dan lancar.

### 2.4.2 Short Time Energy

*Short time energy* didefinisikan sebagai rata-rata dari nilai kudrat data tiap sampel. Fitur ini digunakan untuk membedakan suara berdasarkan energi. Secara umum, persamaan dari *short time energy* dapat dilihat pada persamaan 2.6.

$$E_t = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [x(n)]^2 \quad (2.6)$$

dimana  $E_t$  adalah nilai fitur *short time energy*,  $x(n)$  adalah data sinyal pada *window* dengan panjang  $N$ , dan  $N$  merupakan jumlah sampel yang ada pada *frame*  $t$  (Rosihadi, 2017).

### 2.4.3 Entropi

Menurut Shannon (lihat Arieih, 2017), entropi adalah informasi yang hilang (*Shannon Missing Information*). Secara umum, persamaan dari entropi dapat dilihat pada persamaan 2.7.

$$Entropy(i) = - \sum_{n=1}^N x(n) (\log_2 x(n)) \quad (2.7)$$

dimana  $Entropy(i)$  adalah nilai entropi pada *frame* ke- $i$ ,  $x(n)$  merupakan nilai sinyal pada sampel ke- $n$ , dan  $N$  adalah jumlah sampel pada *frame* ke- $i$  (Giannakopoulos dan Pikrasis, 2014).

### 2.4.4 Spectral Flux

Fluks *spectral* mengukur jumlah perubahan bentuk spektral. Fluks *spectral* didefinisikan sebagai perbedaan rata-rata antara *frame* berturut-turut. Secara umum, persamaan dari *spectral flux* dapat dilihat pada persamaan 2.8.

$$F(i) = \sum_{n=1}^N (FFT(n) - FFT(n-1))^2 \quad (2.8)$$

dimana  $F(i)$  merupakan nilai *spectral flux* pada *frame* ke- $i$  dan  $FFT(n)$  adalah hasil normalisasi nilai transformasi fourier pada sampel ke- $n$  (Giannakopoulos dan Pikrasis, 2014).

### 2.4.5 Spectral Rolloff

*Spectral rolloff* merupakan fitur yang menunjukkan nilai sampel ketika jumlah kumulatif besaran energy mencapai 85% dari total energy sinyal pada



*frame*. Secara umum, persamaan dari *spectral flux* dapat dilihat pada persamaan 2.9.

$$\sum_{n=1}^{R_t} M_t[n] = 0.85 \sum_{n=1}^N M_t[n] \quad (2.9)$$

dimana  $R_t$  adalah nilai sampel sinyal ketika jumlah kumulatif energi sinyal mencapai 85% dari jumlah total energy pada *frame* ke-t (Rosihadi, 2017). Nilai *spectral rolloff* didapatkan dengan mencari nilai  $R_t$  pada persamaan 2.9.

#### 2.4.6 Spectral Centroid

*Spectral Centroid* merupakan fitur yang merepresentasikan titik pada spektrum, dimana sebagian besar energy terpusat di titik tersebut (Babu, 2014). Selain itu, *spectral centroid* sendiri adalah sebuah konsep yang diambil dari pengertian musik dan psikoakustik, merupakan titik keseimbangan spectrum yang digunakan untuk mengukur ketajaman *spectral*, dimana semakin tinggi nilai *spectral centroid* maka suara yang ada semakin tajam dan jelas (Rosihadi, 2017). Secara umum, persamaan dari *spectral flux* dapat dilihat pada persamaan 2.10.

$$C_t = \frac{\sum_{n=1}^N (M_t[n] * n)}{\sum_{n=1}^N M_t[n]} \quad (2.10)$$

Dimana n adalah sampel ke-n,  $C_t$  adalah nilai *spectral centroid* pada *frame* ke-t, ( $M_t[n]$  adalah nilai transformasi fourier pada *frame* ke-t (Babu, 2014).

#### 2.5 Normalized Cross Correlation

*Cross correlation* merukan metode standar untuk mengevaluasi sejauh mana kemiripan dari dua buah sinyal. Untuk mengetahui persentase kemiripan dari dua sinyal dilakukan normalisai *cross correlation*. Nilai *normalized cross correlation* diperoleh dengan membandingkan *template* atau *database* dengan data uji (Rao, 2014). Persamaan dari *normalized cross correlation* dapat dilihat pada persamaan 2.11.

$$NCC = \frac{\sum_{n=0}^{n-1} x[n]y[n]}{\sqrt{\sum_{n=0}^{n-1} x[n]^2 y[n]^2}} \quad (2.11)$$

dimana x adalah *frame database*, y adalah *frame data uji*, dan n adalah jumlah *frame* yang ada pada data.

## 2.6 Matlab

Matlab merupakan bahasa pemrograman dengan fungsi dan karakteristik berbeda dengan bahasa pemrograman lain seperti Delphi, Visual Basic dan C++ (Irawan,2012). Bahasa pemrograman yang kini dikembangkan oleh MathWork Inc menggabungkan proses pemrograman, komputasi, dan visualisasi melalui lingkungan kerja yang mudah digunakan. Matlab juga memiliki keunggulan umumnya, seperti analisis dan eksplorasi data, pengembangan algoritma, pemodelan, simulasi, visualisasi plot dalam bentuk 2D dan 3D, hingga pengembangan aplikasi antar muka grafis (Tjolleng, 2017).

Matlab dapat dioperasikan pada sistem operasi *Windows*, *Linux*, maupun *macOS*, Matlab juga bisa dihubungkan dengan aplikasi atau bahasa pemrograman eksternal lainnya, seperti *C*, *java*, *.NET*, dan *Microsoft Excel*. Pada Matlab tersedia pula *toolbox* yang dapat digunakan untuk aplikasi-aplikasi khusus, seperti pengolahan sinyal, sistem control, logika fuzzy, jaringansaraf tiruan, optimasi, pengolahan citra digital, bioinformatika, simulasi, dan berbagai teknologi lainnya. Secara umum, layar utama Matlab memuat tiga bagian penting seperti *current folder* untuk mengakses berbagai file dalam direktori terkini yang sedang digunakan, *command window* untuk menuliskan perintah dalam bentuk sintaks program, dan *workspace* untuk mengeksplorasi data yang telah dibuat atau diimpor dari file lain (Tjolleng, 2017).

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan perangkat keras yaitu laptop dengan spesifikasi *procesor intel (R) Core™ i3-4170 CPU@ 3.70GHz RAM 2 GB* yang berfungsi untuk memproses data, *headset* untuk mendengarkan suara hasil rekaman, dan alat musik gitar sebagai sumber suara. Perangkat lunak yang digunakan yaitu Matlab 2015b, berfungsi sebagai pengolah data. Tahapan dalam pengerjaan meliputi persiapan, realisasi, pengujian, dan analisis. Penelitian ini dilakukan di Studio Musik Unit Kegiatan Mahasiswa Seni TITIK dan Laboratorium Komputasi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2019 sampai Januari 2020.

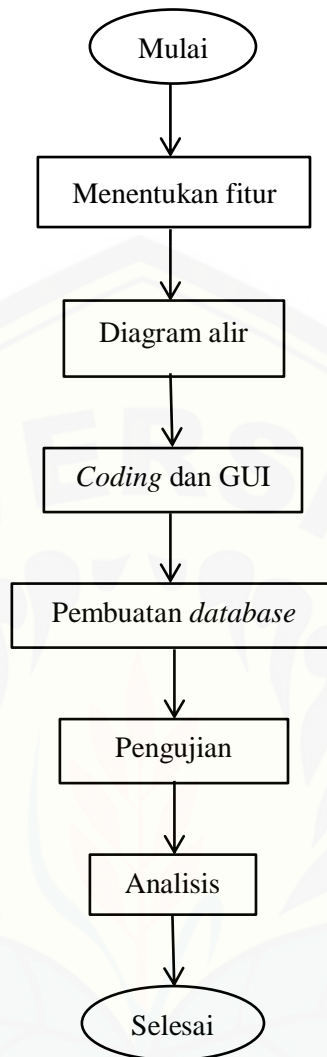
Tahapan pada penelitian ini yaitu persiapan, realisasi, pengujian dan analisis persiapan merupakan tahap awal dari penelitian. Persiapan meliputi studi literatur dan penulisan proposal. Dilakukan studi dari buku, jurnal dan artikel serta mempelajari teori yang mendukung dalam pengerjaan tugas akhir. Tahap selanjutnya realisasi, yaitu membuat rancang bangun aplikasi. Pada proses pembuatan rancang bangun dilakukan proses kreasi terhadap tembang jawa menggunakan alat musik gitar, ekstraksi fitur, pemilihan fitur dan *coding* GUI. Tahap selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui keluaran dari sistem telah sesuai dengan harapan. Pengujian dilakukan dengan menghitung akurasi lagu. Tahap selanjutnya dilakukan analisis dengan menganalisis data hasil dari ekstraksi fitur. Hasil pengujian dan analisis digunakan untuk menarik kesimpulan dari hasil penelitian.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Tahapan	Kegiatan	Hasil
Persiapan	Studi literatur	<i>Critical review</i>
	Penulisan proposal	Permasalahan
Realisasi	Perancangan model	<i>Flowchart</i>
	Pemilihan fitur	Fitur-fitur pada Aplikasi
	<i>Coding</i> rogram dan membuat GUI	Rancang bangun dalam bentuk aplikasi
	Penambahan <i>Database</i>	<i>Database</i>
Pengujian	Pengujian Akurasi Tangga Nada Diatonis	Akurasi lagu
	Pengujian Tembang Macapat	Akurasi lagu
	Membandingkan jumlah <i>step</i>	Perbandingan jumlah <i>step</i> terhadap hasil ekstraksi
Analisis	Membandingkan hasil akurasi lagu dengan nada dasar yang berbeda	Perbandingan hasil akurasi nada awal dengan nada yang berbeda
	Membandingkan hasil akurasi dengan lagu yang berbeda	Perbandingan hasil akurasi lagu dengan lagu lain

### 3.2 Kerangka Pemecahan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini yaitu penentuan fitur yang digunakan sebagai database berdasarkan tingkat presisinya, pengaruh jumlah *step* terhadap presisi dari hasil akurasi, dan akurasi lagu yang dimainkan terhadap *database* lagu.



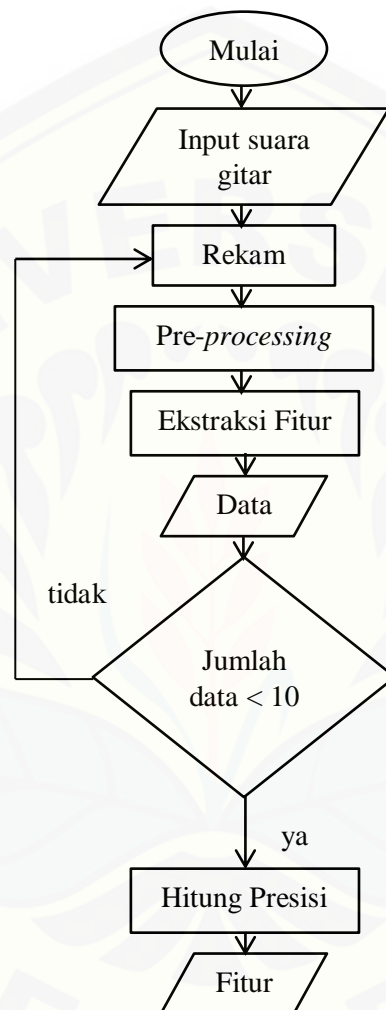
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Aplikasi

Pembuatan aplikasi dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu menentukan fitur, membuat diagram alir dari aplikasi yang akan dibuat, *coding* atau menulis program, membuat GUI, pembuatan database, pengujian aplikasi untuk menguji setiap modul yang terdapat dalam aplikasi dan analisis dari hasil pengujian.

### 3.2.1 Pemilihan Fitur

Pemilihan fitur merupakan langkah pertama dalam pembuatan aplikasi yaitu menentukan fitur-fitur yang akan digunakan dalam aplikasi. Fitur-fitur yang akan dilakukan pemilihan adalah *Zero Crossing Rate*, *Short Time Energy*, *Energy Entropy*, *Spectral Rolloff*, *Spectral Flux*, dan *Spectral Centroid*. *Zero Crossing*

*Rate*, *Short Time Energy*, dan *Energy Entropy*. Fitur yang dipilih adalah fitur dengan nilai presisi yang tinggi. Diagram alir dalam menentukan fitur ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir pemilihan fitur

Langkah pertama pemilihan fitur untuk memilih fitur dengan presisi tinggi yaitu dilakukan perekaman suara sebanyak 10 kali dengan memainkan tangga nada *do re mi fa sol la si do* atau tangga nada diatonis menggunakan gitar dengan frekuensi *sampling* 8000 Hz. Gitar yang digunakan pada proses perekaman harus *di-tuning* dengan nada *standart* gitar yaitu nada E pada senar ke-6, A pada senar ke-5, D pada senar ke-4, G pada senar ke-3, B pada senar ke-2 dan E pada senar ke-1. *Tuning* gitar dapat dilakukan dengan bantuan aplikasi *tuning* gitar pada



*smartphone*. Jenis berkas suara rekaman yang digunakan yaitu berupa format ‘wav’. Hasil dari suara dinormalisasi yaitu proses penskalaan pada nilai amplitudo tiap data bernilai satu. Kemudian dilakukan *framing* untuk mereduksi data yang diekstraksi. Penentuan jumlah *frame* bergantung dari durasi rekaman, nilai frekuensi *sampling* dan *step*. Nilai *step* yang digunakan yaitu 1, 0.1 dan 0.01. Semakin kecil nilai *step* maka semakin banyak jumlah *frame*-nya.

Proses selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur dari 3 nilai *step* yang telah ditentukan. Data hasil ekstraksi fitur disimpan dan dilakukan perekaman ulang hingga mendapatkan 10 data ekstraksi dari 6 fitur yang digunakan. Masing-masing atribut fitur dihitung presisinya dan dibandingkan dengan nilai presisi dari perbedaan nilai *step* yang digunakan. Atribut pada fitur dengan nilai deviasi lebih dihapuskan dari *database*.

$$X_{std} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.1)$$

$$Z_{std} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\overline{X_{std}} - X_{std_i})^2}{n-1}} \quad (3.2)$$

$$Z_{max} = \overline{X_{std}} + Z_{std} \quad (3.3)$$

dimana ;

$X_i$  = nilai ekstraksi fitur X ke-i

$X_{std}$  = standar deviasi fitur X

$Z_{std}$  = standar deviasi dari  $X_{std}$

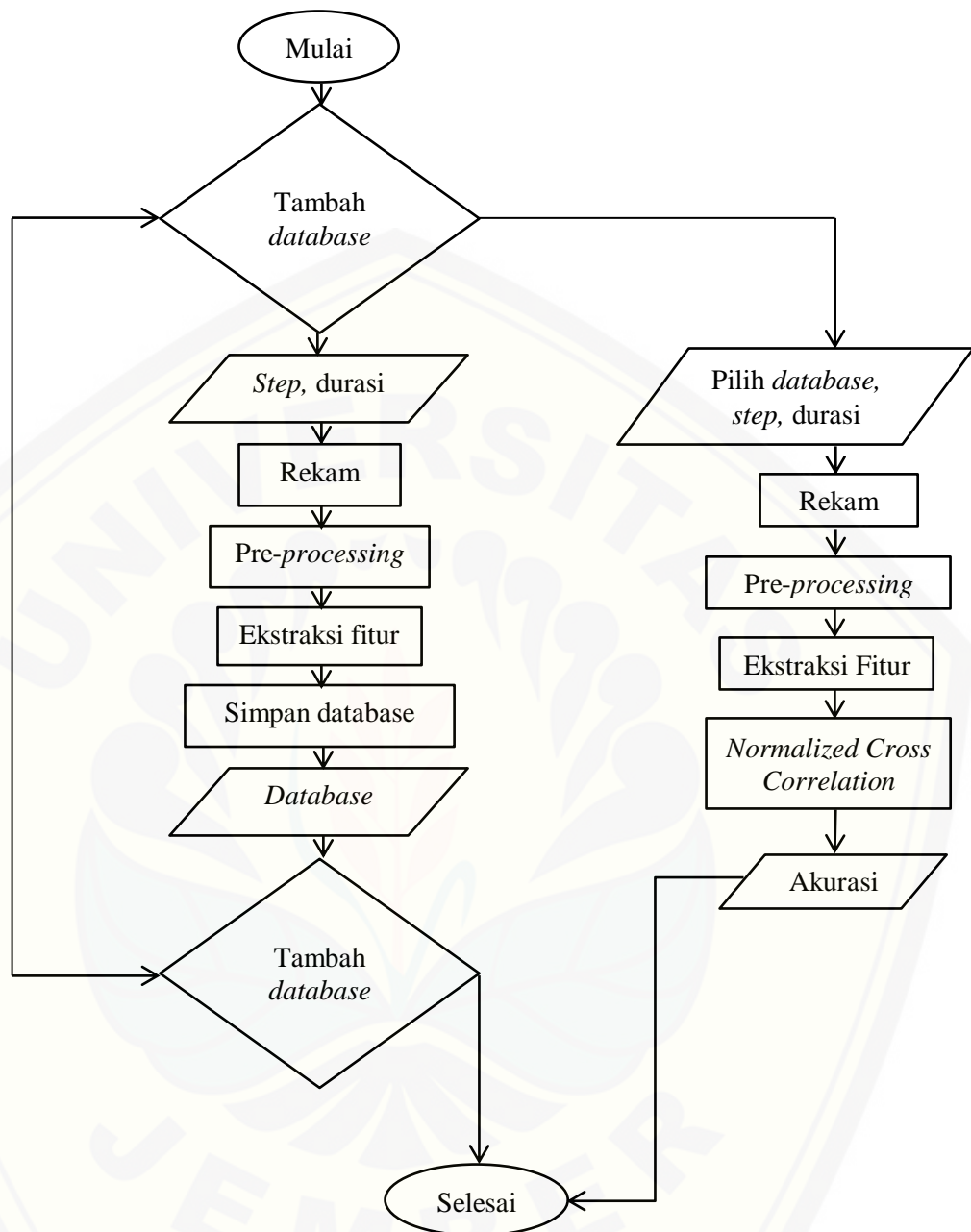
$Z_{max}$  = nilai maksimum dari rata-rata standar deviasi fitur

jika  $X_{std}$  lebih dari sama dengan  $Z_{max}$  maka fitur tersebut dihapuskan.

### 3.2.2 Diagram Alir Aplikasi

Diagram alir aplikasi menunjukkan bagaimana langkah-langkah suatu aplikasi berjalan. Diagram alir digunakan untuk memudahkan pada saat proses *coding*. Langkah-langkah dalam aplikasi yang dibuat ditunjukkan pada diagram alir gambar 3.2.





Gambar 3.3 Diagram Alir Aplikasi

Aplikasi yang dibuat memiliki dua kegunaan yaitu selain untuk menguji akurasi lagu, aplikasi juga dapat digunakan untuk menambah *database*. Penambahan *database* digunakan apabila ada penambahan lagu sehingga orang lain atau pengguna aplikasi selain pembuat aplikasi dapat menambahkan lagu sesuai keinginannya. Pada awal berjalannya aplikasi, ada dua pilihan yaitu apakah

akan dilakukan penambahan *database* atau melakukan uji akurasi lagu. Jika memilih untuk menambahkan *database* maka dilanjutkan ke proses perekaman dengan memasukkan nilai dengan satuan detik untuk menentukan berapa lama durasi perekaman dan memasukkan nilai *step* untuk menentukan jumlah *frame* pada saat setelah dilakukan perekaman. Selanjutnya hasil dari perekaman dinormalisasi dan dijadikan beberapa bagian dengan *framing*. Proses selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur dari fitur-fitur yang sudah dipilih. Hasil ekstraksi merupakan suatu variabel yang kemudian disimpan ke dalam *database*.

Pada proses uji akurasi juga dilakukan proses yang hampir sama seperti proses penambahan database. Perbedaannya adalah tidak dilakukan penyimpanan ke dalam *database* melainkan memilih *database* yang telah disimpan dalam proses awal dan dilakukan proses menghitung akurasi dengan mencari nilai maksimum dari hasil *normalized cross correlation* antara *database* dengan data baru. Hasil dari uji akurasi yaitu berupa nilai akurasi dari lagu yang dimainkan terhadap *database*.

### 3.2.3 Penambahan Database

Objek suara pada proses penambahan *database* yaitu tangga nada diatonis C dan lagu tembang jawa yang dimainkan dengan gitar. Tembang jawa yang dipilih yaitu tembang yang berlaras pelog. Tembang yang digunakan yaitu tembang macapat pangkur Serat Wedhatama karya Sri Mangkunegara IV. Lagu yang digunakan pada aplikasi masih berjumlah satu dan dapat dilakukan penambahan *database* lagu oleh pengguna aplikasi lain apabila ingin menambahkan lagu lain.

Tembang jawa yang mulanya versi vokal dikreasikan atau dirubah ke dalam petikan gitar. Langkah awal sebelum mengkreasi yaitu mempelajari dan menghafal *scale* nada jawa berlaras pelog. Hal yang perlu diperhatikan saat mengkreasi lagu yaitu tempo, nada dasar dan lain-lain. Pada *database* macapat pangkur dilakukan 3 variasi macapat pangkur yaitu bagian durasi pertama, bagian durasi kedua dan durasi penuh.

### 3.3 Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan dengan uji akurasi lagu yang dimainkan dengan gitar. Uji akurasi yang dilakukan menggunakan *database* yang telah tersimpan dari hasil penambahan *database*. Pengujian tangga nada diatonis C dilakukan dengan menguji akurasi tangga nada diatonis menggunakan tangga nada diatonis F, diatonis G, diatonis Cm, diatonis C dengan teknik *deep*, diatonis C dengan tempo lebih lambat dan diatonis C dengan pola irama berbeda. Pengujian macapat pangkur dilakukan dengan menguji akurasi tembang jawa terhadap variasi *database* tembang jawa macapat pangkur Serat Wedhatama. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan.

### 3.4 Analisis data

Analisis data dilakukan dengan membandingkan jumlah *step* dengan nilai presisinya dan membandingkan variasi data uji terhadap hasil akurasi . Analisis dilakukan untuk mengetahui perbedaan dari hasil pengujian sehingga dapat ditarik kesimpulan dari perbedaan tersebut. Analisis juga dilakukan untuk mengetahui kekurangan yang terdapat pada aplikasi yang telah dibuat.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembuatan dan pengujian aplikasi uji akurasi suara tembang jawa yang dimainkan dengan gitar dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semakin banyak jumlah frame data semakin besar nilai presisinya. Fitur yang digunakan pada aplikasi merupakan fitur yang memiliki tingkat presisi tinggi dengan nilai step 0,01 yaitu *zero crossing rate*, *energy entropy*, *short time energy*, *spectral rolloff* dan *spectral centroid*.
2. Pengaruh dari perbedaan nada dasar, nada minor, tempo, teknik *deep* dan pola irama pada pengujian akurasi tangga nada diatonis yaitu hasil akurasi lebih kecil daripada diatonis tanpa perubahan akan tetapi perbedaan nada minor dan teknik *deep* menghasilkan nilai akurasi yang mendekati nilai akurasi diatonis tanpa perubahan.
3. Hasil pengujian akurasi dengan *database* berbeda pada pengujian akurasi tembang macapat didapatkan *database* yang merupakan bagian dari tembang macapat memiliki nilai akurasi yang lebih besar daripada *database* dengan bagian lengkap.

### 5.2 Saran

Aplikasi uji akurasi tembang jawa dengan gitar masih memiliki kekurangan dengan harapan penelitian ini dapat dikembangkan. Adapun saran untuk mengurangi kekurangan kekurangan, yaitu:

1. Pengembangan dilakukan dengan merubah fitur program untuk meningkatkan akurasi dari aplikasi.
2. Pengembangan dapat dilakukan dengan merubah algoritma untuk proses pengenalan terhadap fitur *database*.

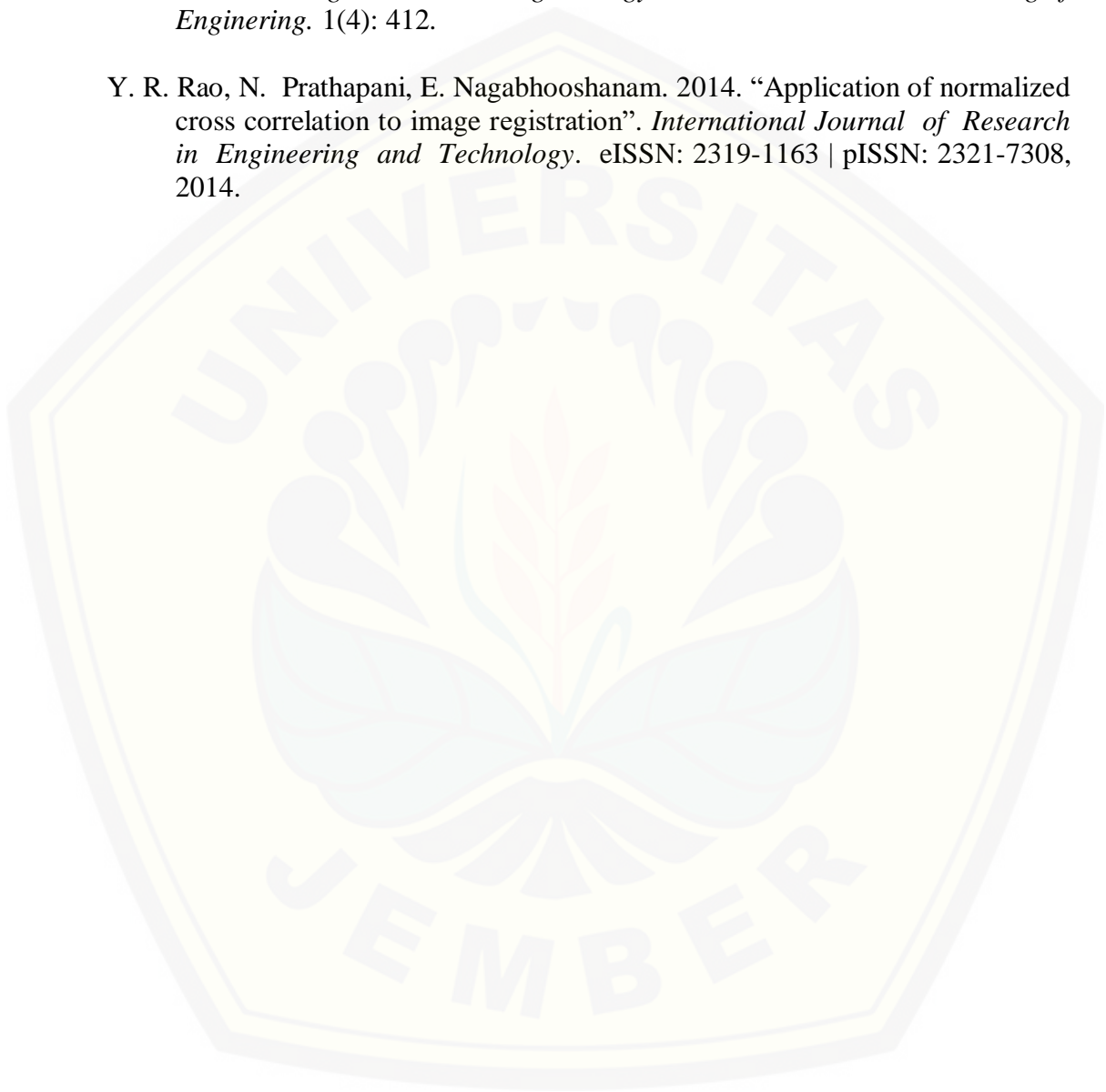
**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmadi, Y. Muhamad, W dan Prasetyo, H N.2016. Aplikasi Pembelajaran Cara Bermain Gitar Untuk Pemula Berbasis Multimedia.*e-Proceeding of Applied Science*. 3(2): 944.
- Arieh, B. 2017. *Entropy Shannon's Measure of Information and Boltzmann's H-Theorem*. Jerussalem: University of Jerussalem.
- Arintaka, B. 1981. *Sekar Macapat*. Yogyakarta: Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Propinsi DIY.
- Asriadi, D. 2004. *Panduan Mengiringi Lagu denga Gitar*. Jakarta: PT Kawan Pustaka.
- Atmawati, T. 2016. Pengenalan Suara Instrumen Musik Menggunakan Analisis Spektrum. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Babu, K. B. 2014. *Automatic Music Genre Classification Using Timbral Texture and Rhythmic Content Feature*. *ICACT Transactions on Advanced Communications Technology*. 3(3).
- Giannakopoulos, T dan Pikrakis, A. 2014. *Introduction to Audio Analysis: A MATLAB® Approach*. Cambridge: Academic Press.
- Giannakopoulos, T. 2014. *Some Basic Audio Features*. <http://mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/19236-some-basic-audio-features>. [Diakses 20 Juli 2019].
- Haidar, Z. 2018. *Macapat Tembang Jawa Indah dan Kaya Makna*. Jakarta Timur: Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa.
- Hakim, L. 2012. Analisa Suara Serak Berbasis Transformasi *Wavelet* dan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan. *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Handono, E. T. 2012. Penentuan Nada Laras Gamelan Jawa dengan Menggunakan Algoritma Short Time Fourier Transform. *Skripsi*. Bandung: Institut Teknologi Telkom.
- Irawan, A. F. 2012. *Buku Pintar Pemrograman Matlab*. Yogyakarta: MediaKom.
- Jiwanda, R. Syauqy, D. dan Kurniawan, W. 2018. Rancang Bangun Sistem Pengkalibrasi Nada dan Pengkonversi Nada Menjadi Akor Pada Instrumen



- Gitar Dengan LabVIEW. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 2(1): 352-361.
- Maulana, Y. 2011. Implementasi *Tuner Gitar Fast Fourier Transform*. Skripsi. Bandung: Institut Teknologi Telkom.
- Kurniawan, I. 2009. *Bahan Ajar Matakuliah Pengolahan Sinyal*. Jambi: Politeknik Jambi.
- Lerch, A. 2012. *An Introduction to Audio Content Analysis*. Hoboken: IEEE Press.
- Muslikh. 2014. *Teori Musik*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Nainggolan, Chriss B. 2017. Pengenalan Nada Gitar Akustik Klasik Menggunakan *Harmonic Product Spectrum*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Rao, P. 2007. *Audio Signal Processing*. Bombay: Indian Institute of Technology Bombay.
- Riyanto, S. Purwanto, A. dan Supardi. Algoritma *Fast Fourier Transform (FFT) Decimation in Time (DIT)* dengan Resolusi 1/10 Hertz. *Prosiding Seminar Nasional, Pendidikan, dan Penerapan MIPA*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rosihadi, R P. 2017. Implementasi Ekstraksi Fitur untuk Pengelompokan Berkas Musik Berdasarkan Kemiripan Karakteristik Suara. *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Setiawan, A. 2009. Analisis Klasifikasi Suara Berdasarkan Gender dengan Format Wav Menggunakan Algoritma K-Means. *Jurnal*. ISSN: 1979-6870
- Sklar, B. 1988. *Digital Communications Fundamental and Application*. New Jersey: PTR Prentice Hall.
- Sujadi, H. Sopiandi, I. dan Mutaqin, A. 2017. Sistem Pengolahan Suara Menggunakan Algoritma *FFT (Fast Fourier Transform)*. *Prosiding SINTAK*.
- Supadjar, D. 1996. *Filsafat Jawa*. Yogyakarta: Makalah HMJ Jurusan Pendidikan Bahasa Daerah.
- Supangah, R. 2002. *Bothekan Karawitan I*. Jakarta: Masyarakat Seni Pertunjukan Indonesia.

- Tjolleng, A. 2017. *Pengantar Pemrograman Matlab*. Jakarta: PT.Alex Media Komputindo.
- Wikessa, P. C. Hidayat, B. dan Atmaja, R. D. 2017. *Perancangan Aplikasi Deteksi Kemacetan Berdasarkan Audio Processing Menggunakan Metode Zero Crossing Rate dan Average Energy Berbasis Android*. *E-Proceeding of Engineering*. 1(4): 412.
- Y. R. Rao, N. Prathapani, E. Nagabhooshanam. 2014. "Application of normalized cross correlation to image registration". *International Journal of Research in Engineering and Technology*. eISSN: 2319-1163 | pISSN: 2321-7308, 2014.





## Lampiran 1 Coding GUI

Koding yang digunakan pada GUI

```
] function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
    t=str2num(get(handles.edit1,'string'));
    handles.t=t;
- guidata(hObject,handles)

function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
EE=handles.EE;
E=handles.E;
Z=handles.Z;
R=handles.R;
C=handles.C;
save(uiputfile('*.mat','simpan nama database'),'EE','E','Z','R','C')

function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
file=uigetfile('*.mat','pilih database');
set(handles.edit2,'string',file);
load(file);
handles.EE=EE;
handles.E=E;
handles.Z=Z;
handles.R=R;
handles.C=C;
guidata(hObject,handles)

function edit6_Callback(hObject, eventdata, handles)
w=str2num(get(handles.edit1,'string'));
handles.w=w;
guidata(hObject,handles)
```

```
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
w=handles.w;
a=audiorecorder;
disp('Mulai Merekam...')
recordblocking(a,w);
disp('Selesai Merekam.')
play(a);
c=getaudiodata(a);
audiowrite('coba.wav',c,8000);
[x, fs] = audioread('coba.wav');
win=1;
step=0.01;

ee = Energy_Entropy_Block(x, win*fs, step*fs, 10);
e = ShortTimeEnergy(x, win*fs, step*fs);
z = zcr(x, win*fs, step*fs, fs);
r = SpectralRollOff(x, win*fs, step*fs, 0.80, fs);
c = SpectralCentroid(x, win*fs, step*fs, fs);
EE=handles.EE;
E=handles.E;
Z=handles.Z;
R=handles.R;
C=handles.C;
ee(isnan(ee))=0;
e(isnan(e))=0;
z(isnan(z))=0;
r(isnan(r))=0;
c(isnan(c))=0;
EE(isnan(EE))=0;

E(isnan(E))=0;
Z(isnan(Z))=0;
R(isnan(R))=0;
C(isnan(C))=0;
akurasi=100*mean([max(normxcorr2(EE,ee)),max(normxcorr2(E,e)),max(normxcorr2(Z,z)),max(normxcorr2(R,r)),max(normxcorr2(C,c))]);
set(handles.edit3,'string',akurasi)
```

```
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
t=handles.t;
a=audiorecorder;
disp('Mulai Merekam...')
recordblocking(a,t);
disp('Selesai Merekam.')

handles.a=a;
cr=getaudiodata(a);
audiowrite('coba.wav',cr,8000);
[x, fs] = audioread('coba.wav');
win=1;
step=0.01;

EE = Energy_Entropy_Block(x, win*fs, step*fs, 10);
E = ShortTimeEnergy(x, win*fs, step*fs);
Z = zcr(x, win*fs, step*fs, fs);
R = SpectralRollOff(x, win*fs, step*fs, 0.80, fs);
C = SpectralCentroid(x, win*fs, step*fs, fs);
clc;
handles.EE=EE;
handles.E=E;
handles.Z=Z;
handles.R=R;
handles.C=C;
guidata(hObject,handles)

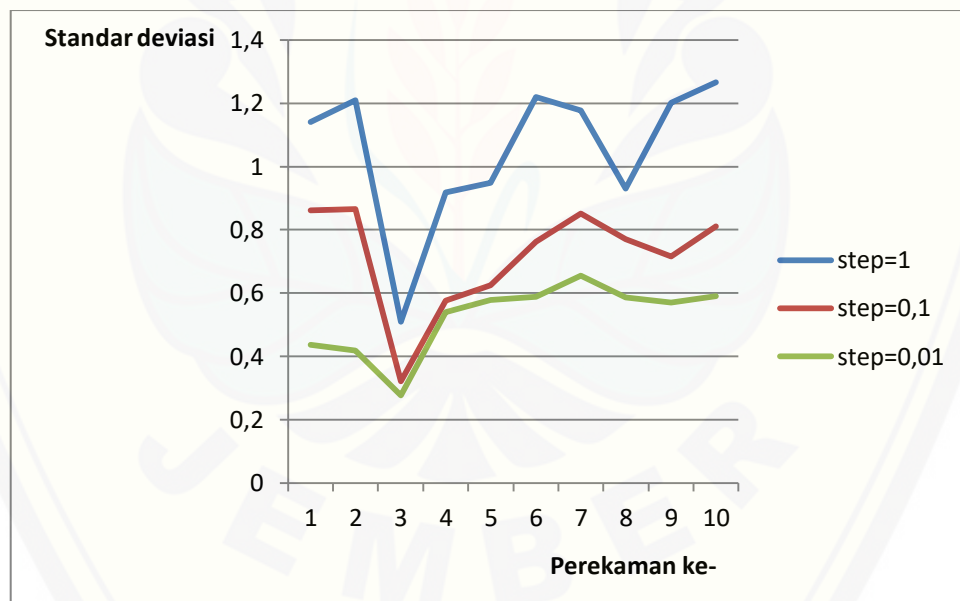
function edit7_Callback(hObject, eventdata, handles)
w=str2num(get(handles.edit7,'string'));
handles.w=w;
guidata(hObject,handles)

function pushbutton7_Callback(hObject, eventdata, handles)
a=handles.a;
play(a);
```

## Lampiran 2 Data hasil Ekstraksi Fitur

Tabel Hasil Ekstraksi Fitur Energi Entropi

Data ke-	Step 1	Step 0,1	Step 0,01
1	1,140827	0,861774	0,437773
2	1,210355	0,86521	0,419273
3	0,510315	0,32178	0,27736
4	0,917948	0,576295	0,540309
5	0,948372	0,625431	0,578085
6	1,218947	0,763159	0,877464
7	1,176365	0,852036	0,544633
8	0,930027	0,770568	0,556674
9	1,200675	0,716407	0,569903
10	1,265634	0,81032	0,590089

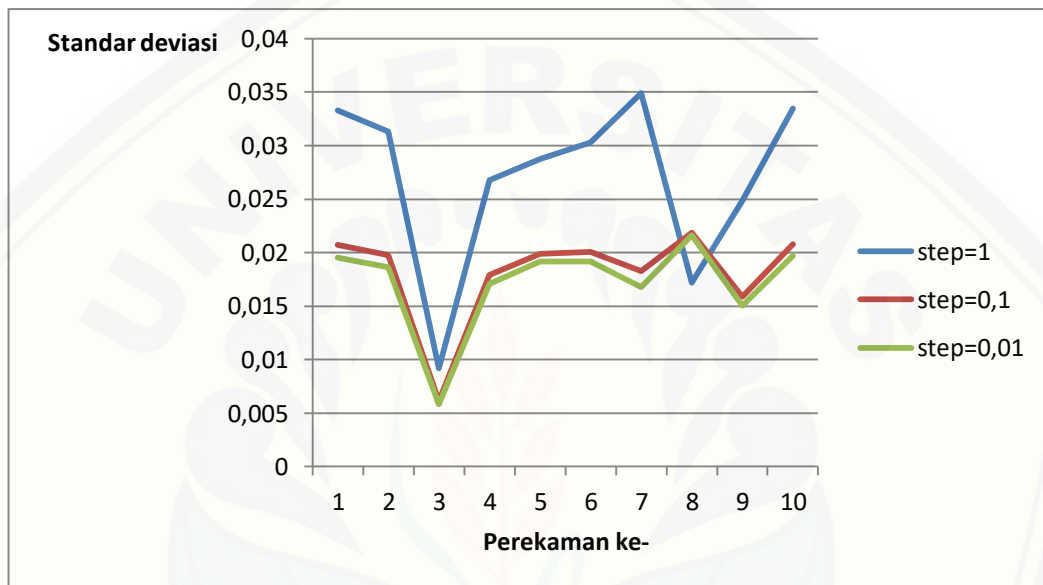


Gambar Grafik Hasil Ekstraksi Fitur Energi Entropi.

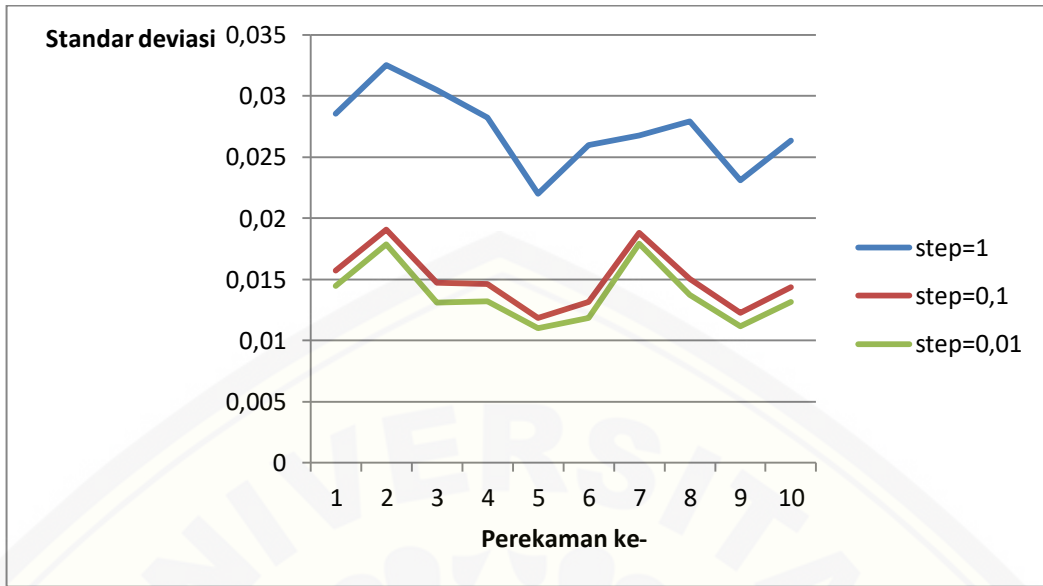
Tabel Hasil Ekstraksi Fitur *Short Time Energy*

Data ke-	Step = 1	Step = 0,1	Step = 0,01
1	0,033294	0,020734	0,01953
2	0,031306	0,019793	0,018614
3	0,009157	0,006114	0,005819
4	0,026789	0,01793	0,017093

5	0,028739	0,01991	0,019174
6	0,0303	0,020086	0,019179
7	0,03493	0,018287	0,016759
8	0,017177	0,021877	0,021638
9	0,024867	0,015903	0,015032
10	0,033495	0,020765	0,019697

Gambar Hasil Ekstraksi Fitur *Short Time Energy*.Tabel Hasil Ekstraksi Fitur *Zero Crossing Rate*

Data ke-	Step = 1	Step = 0,1	Step = 0,01
1	0,028558	0,015741	0,014446
2	0,03255	0,019069	0,017893
3	0,030503	0,014751	0,013089
4	0,028227	0,014623	0,013226
5	0,022014	0,011869	0,010997
6	0,025986	0,013141	0,011835
7	0,026785	0,018804	0,017936
8	0,027936	0,015061	0,013723
9	0,023121	0,012263	0,011172
10	0,026352	0,014356	0,013167

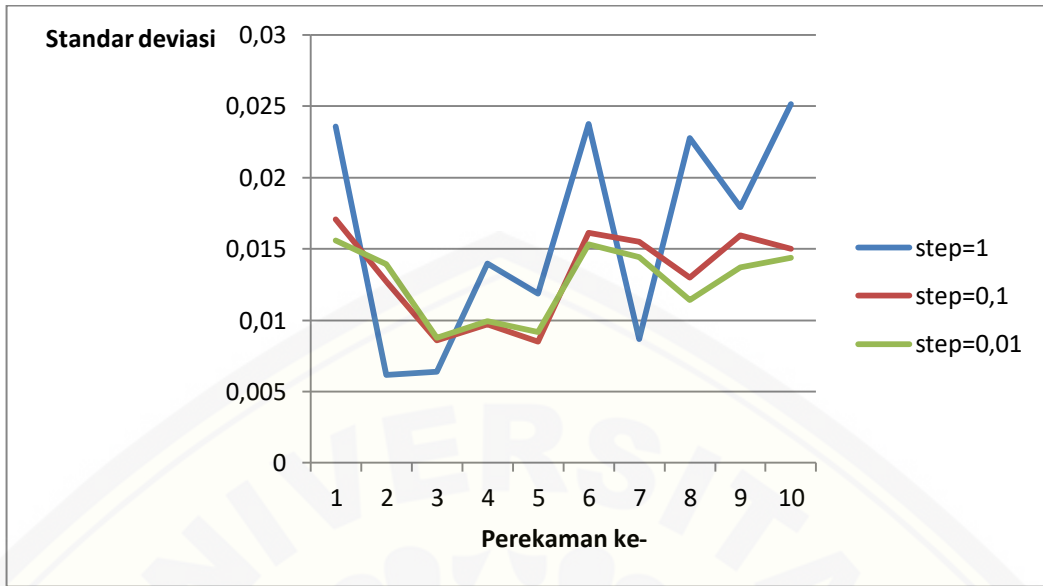


Gambar Hasil Ekstraksi Fitur Zero Crossing Rate.

Tabel Hasil Ekstraksi Fitur Spectral Rolloff

Data ke-	Step = 1	Step = 0,1	Step = 0,01
1	0,023592	0,017079	0,01557
2	0,006146	0,012718	0,013945
3	0,006379	0,008572	0,008758
4	0,013967	0,00973	0,009953
5	0,011875	0,008521	0,009152
6	0,02377	0,016135	0,015341
7	0,008675	0,01551	0,014419
8	0,022783	0,012972	0,011421
9	0,017928	0,015931	0,013714
10	0,025138	0,014991	0,014389

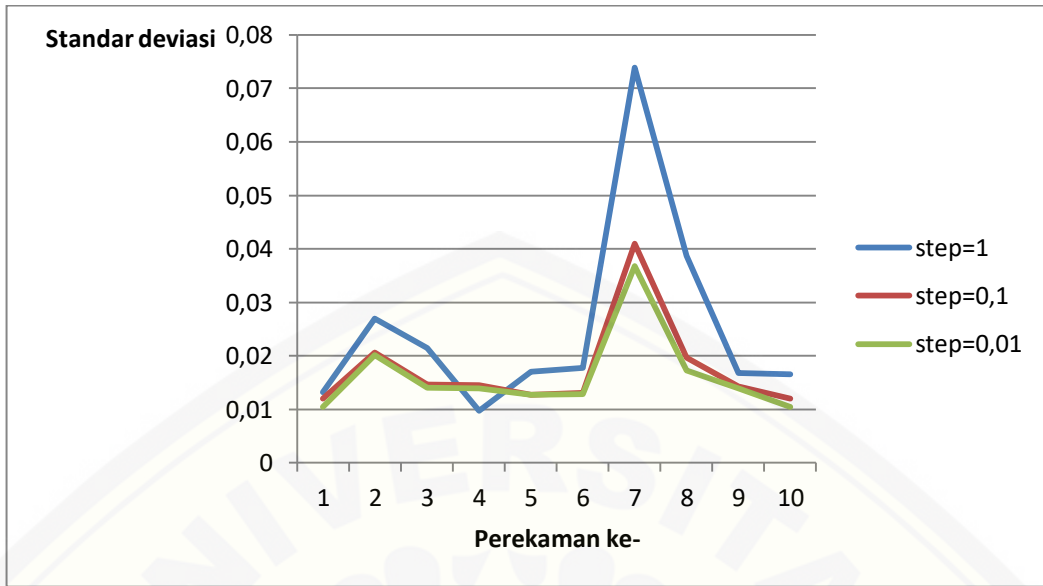




Tabel Hasil Ekstraksi Fitur *Spectral Rolloff*.

Tabel Hasil Ekstraksi Fitur *Spectral Centroid*

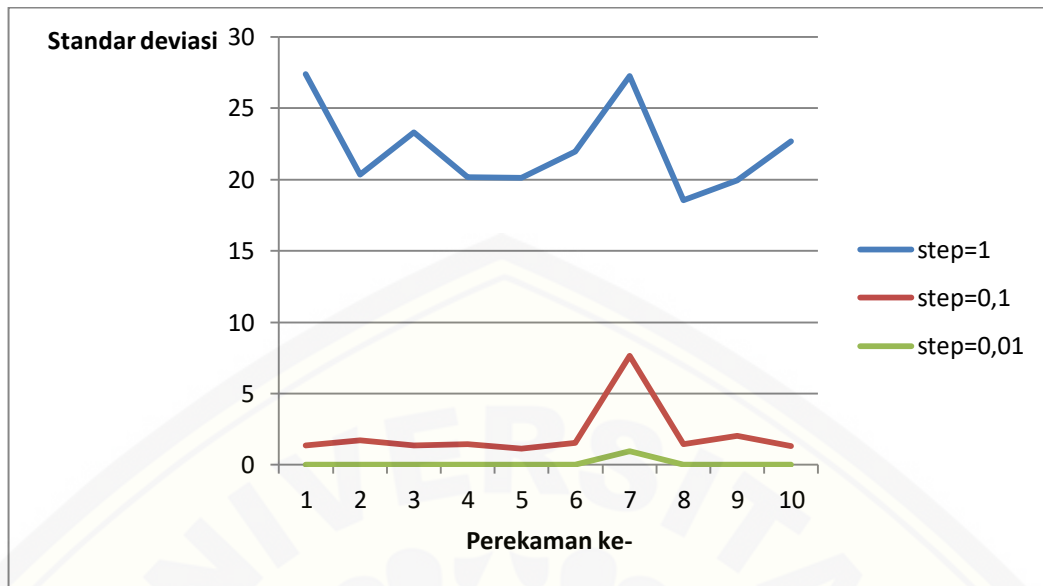
Data ke-	Step = 1	Step = 0,1	Step = 0,01
1	0,013243	0,011975	0,010435
2	0,026972	0,020685	0,020096
3	0,021477	0,014609	0,014081
4	0,009784	0,014551	0,013935
5	0,016998	0,012734	0,012702
6	0,017708	0,013118	0,012853
7	0,073886	0,041022	0,036746
8	0,038675	0,019668	0,017259
9	0,016791	0,01426	0,013964
10	0,01654	0,011995	0,010453



Gambar Hasil Ekstraksi Fitur *Spectral Centroid*.

Tabel Hasil Ekstraksi Fitur *Spectral Flux*

Data ke-	Step = 1	Step = 0,1	Step = 0,01
1	27,37272	1,386751	0,029075
2	20,32347	1,734045	0,031456
3	23,32073	1,360753	0,020998
4	20,16418	1,454554	0,023817
5	20,12014	1,162277	0,01818
6	21,93671	1,526721	0,023041
7	27,23807	7,626488	0,941762
8	18,54527	1,454021	0,025193
9	19,95296	2,050399	0,032201
10	22,67017	1,301386	0,02105



Gambar Hasil Ekstraksi Fitur *Spectral Flux*.