

## PROTOTYPE KUNCI OTOMATIS PADA PINTU BERDASARKAN SUARA PENGGUNA MENGGUNAKAN METODE KNN (K-NEAREST NEIGHBOR)

<sup>[1]</sup>Ari Apriansyah, <sup>[2]</sup>Ilhamsyah, <sup>[3]</sup>Tedy Rismawan

<sup>[1][2][3]</sup>Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura  
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak  
Telp./Fax.: (0561) 577963

e-mail:

<sup>[1]</sup>aprianz042@student.untan.ac.id, <sup>[2]</sup>ilhamsm99@gmail.com,  
<sup>[3]</sup>tedyrismawan@siskom.untan.ac.id

### Abstrak

*Kunci yang dipakai untuk mengakses sebuah pintu pada umumnya masih menggunakan kunci konvensional. Kunci konvensional memiliki kelemahan terutama jika terjadi kesalahan pada pemegang kunci (human error), salah satunya adalah jika pemegang kunci lupa membawa atau bahkan kehilangan kunci, maka pintu akan sulit untuk dibuka. Menjawab permasalahan tersebut, dalam penelitian ini akan dibuat sistem yang dapat memanfaatkan suara individu sebagai kunci untuk mengakses sebuah pintu sebagai pengganti kunci konvensional. Penggunaan suara sebagai kunci akses karena setiap individu memiliki perbedaan karakter suara baik dalam intonasi, logat, maupun nada dalam pengucapan kata. Sistem pengenalan suara dirancang untuk membuka kunci pintu dimana pengguna hanya perlu mengucapkan kata “buka” dalam keadaan normal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode K-Nearest Neighbor (KNN) yaitu sebuah metode pengklasifikasian data. Pengklasifikasian suara menggunakan metode KNN adalah dengan cara mencari kerabat dekat dari suara uji berdasarkan tingkat kemiripannya dengan suara-suara latih yang tersedia. Hubungan antara perangkat lunak dan perangkat input/output pendukung sistem akan diatur oleh Arduino Uno. Tingkat keberhasilan sistem dalam mengenali suara pengguna didapat sebesar 88,88%. Berdasarkan tingkat keberhasilan yang didapat, maka dapat disimpulkan bahwa metode KNN cukup baik dalam pengklasifikasian suara serta untuk keamanan pintu.*

**Kata kunci :** pengenalan suara, kunci, k-nearest neighbor, KNN, Arduino Uno.

### 1. PENDAHULUAN

Suara pada manusia memiliki karakter yang berbeda pada setiap individu. Terdapat suatu kasus dimana suara yang didengar secara langsung sama dengan individu yang lain. Jika didengar secara langsung memang sama namun jika suara yang didengar diolah menjadi data numerik pasti akan memiliki nilai yang berbeda. Dalam bidang *Artificial Intelligence*, pola suara bisa menjadi parameter untuk mengidentifikasi identitas seseorang. Pola suara menjadi salah satu usaha peniruan komputer atas kemampuan manusia untuk mengidentifikasi objek melalui suara yang didengar oleh telinga.

Perbedaan nilai pola suara manusia menjadi alasan untuk menjadikan pola suara sebagai kunci pribadi untuk keamanan pintu. Keamanan pintu akan lebih terjaga karena hanya orang yang berhak saja yang bisa membuka kunci pintu dengan suaranya. Suara manusia akan menggantikan kunci konvensional, sehingga tidak akan terjadi kemungkinan untuk kehilangan kunci pada pemilik akses pintu. Penggunaan suara sebagai kunci pintu juga dapat memudahkan manusia dalam penggunaannya karena pengguna akses hanya perlu bicara dengan kata yang sudah ditentukan didepan *microphone* yang terhubung dengan sistem kunci otomatis.

Penelitian tentang pengenalan suara pernah dilakukan dengan judul “*Klasifikasi Suara Berdasarkan Gender (Jenis Kelamin) dengan Metode K-Nearest Neighbor (KNN)*” [1]. Sistem kerja penelitian yang dilakukan adalah mengambil nilai numerik dari suara laki-laki dan perempuan untuk diolah dan dijadikan sebagai basis pengetahuan komputer dalam mengenali suara laki-laki dan suara perempuan. Ciri (*feature*) yang diambil dari suara dalam penelitian [1] adalah *Spectral centroid* dan *Spectral flux*.

Adapun pada penelitian ini akan dibuat sistem yang dapat mengenali suara dimana menggunakan ciri (*feature*) yang sama yaitu *Spectral centroid* dan *Spectral flux* ditambah dengan ciri yang lain, yakni *Silence ratio*, *Average energy*, dan *Zero crossing rate*. Penggunaan ciri suara yang banyak diharapkan dapat menambah tingkat ketepatan dalam pengenalan suara, tidak hanya sebatas pengenalan suara berdasarkan gender, melainkan sampai pengenalan suara pada masing-masing individu.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengenalan Pola

Pola adalah identitas dari suatu objek yang dapat terdefinisi dan teridentifikasi dari ciri-ciri yang dimiliki oleh objek. Ciri-ciri yang dimiliki oleh objek akan dijadikan dasar untuk membedakan objek satu dengan objek yang lainnya. Beberapa contoh pola adalah pola huruf, suara, tanda tangan, sidik jari, dan lainnya. Ciri-ciri dari pola objek dapat didapatkan melalui pengukuran dan pengamatan terhadap objek yang akan diuji. Ada beberapa definisi yang berbeda tentang pengenalan pola, diantaranya:

1. Penentuan suatu objek fisik atau kejadian ke dalam salah satu atau beberapa kategori. [2]
2. Ilmu pengetahuan yang menitik beratkan kepada deskripsi dan klasifikasi (pengenalan) dari suatu pengukuran. [3]
3. Suatu entitas yang terdefinisi dan dapat diidentifikasi serta diberi nama. [4]
4. Tujuan dari pengenalan pola adalah untuk klasifikasi objek menjadi beberapa kategori atau kelas. [5]

### 2.2. Pengenalan Suara

Pengenalan pembicara mengacu pada usaha untuk mengenali orang dari suara mereka. Tidak ada suara dari dua individu yang terdengar identik karena bentuk dari saluran vokal, ukuran laring, dan bagian lain dari organ produksi suara mereka berbeda. Selain perbedaan dari faktor fisik, setiap pembicara memiliki karakter sendiri untuk berbicara, termasuk penggunaan aksentuasi tertentu, irama, gaya intonasi, pola pengucapan, pilihan kosa kata dan sebagainya. [6]

### 2.3. Fast Fourier Transform

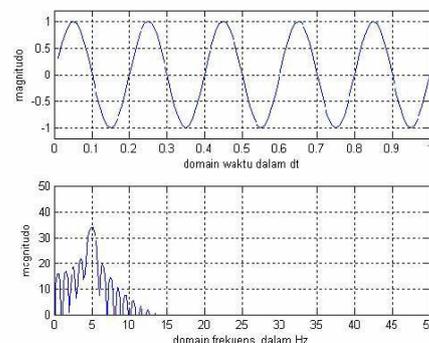
Satu bentuk transformasi yang umum digunakan untuk merubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi adalah dengan transformasi *fourier*:

Persamaan dari bentuk sinyal  $x(t)$ .

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\omega t} dt \quad (1)$$

Persamaan 1 merupakan bentuk transformasi *fourier* yang siap dikomputasi secara langsung dari bentuk sinyal  $x(t)$ .

Sebagai contoh, sinyal sinus dengan frekuensi 5 Hz dan amplitudo 1 Volt. Dalam domain waktu sinyal akan terlihat seperti pada Gambar 1 bagian atas. Sementara dalam domain frekuensi akan didapatkan seperti pada bagian bawah. Perubahan sinyal pada Gambar 1 bisa didapatkan dengan memanfaatkan *library fft* yang tersedia pada aplikasi.



Gambar 1. Sinyal Sinus dalam Domain Waktu dan Domain Frekuensi

## 2.4. Ekstraksi Ciri Suara

Ekstraksi ciri (*feature extraction*) adalah proses pengambilan nilai dari ciri-ciri suatu objek. Pada suara yang akan digunakan dalam penelitian ini, diambil dua jenis ciri, yaitu rata-rata energi (*average energy*), rasio keheningan (*silence ratio*), *spectral centroid*, *spectral flux*, dan *zero crossing rate*. Ciri *average energy*, *silence ratio*, *spectral centroid*, *spectral flux*, dan *zero crossing rate* akan menjadi parameter dari suara yang akan dijadikan data latih maupun data uji.

### 2.4.1. Average Energy

Ciri *Average Energy* adalah ciri yang digunakan untuk menyatakan nyaring atau tidaknya sinyal audio [7]. Ciri ini diperoleh dengan persamaan:

$$E = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} x(n)^2}{N} \quad (2)$$

Dengan,  $E$  = rata-rata energi dari potongan audio

$x(n)$  = nilai dari *sample* ke  $n$

$N$  = jumlah total *sample* pada potongan audio

### 2.4.2. Silence Ratio

*Silence Ratio* (SR) adalah bagian dari potongan audio dalam keadaan hening atau diam [8]. Persamaan yang digunakan untuk mengukur rasio periode keheningan adalah :

$$SR = \frac{\sum s}{\sum l} \quad (3)$$

Dengan,  $SR$  = rasio periode keheningan

$s$  = periode keheningan dalam potongan audio

$l$  = menyatakan panjang potongan audio.

### 2.4.3. Zero Crossing Rate

*Zero crossing rate* (ZCR) adalah pengukuran berapa kali gelombang *audio* melintasi sumbu  $x$ , yaitu mengubah tanda dari positif ke negatif, atau kembali [9]. ZCR dihitung dengan Persamaan 4.

$$ZC = \frac{\sum_{n=1}^N |\text{sgn } x(n) - \text{sgn } x(n-1)|}{2N} \quad (4)$$

Dengan, ZC = Zero crossing rate

$\text{sgn } x(n)$  = nilai dari  $x(n)$ ,

bernilai 1 jika  $x(n)$  positif,

bernilai -1 jika  $x(n)$  negatif

$N$  = Jumlah Sampel

### 2.4.4. Spectral Centroid

*Spectral centroid* (SC) adalah "pusat massa" spektrum, dihitung sebagai rata-rata tertimbang dari frekuensi hadir dalam sinyal audio. *Spectral centroid* (SC) telah ditemukan untuk memprediksi kecerahan timbral [10]. SC untuk setiap frame  $n$  adalah dihitung dengan Persamaan 5.

$$SC = \frac{\sum_{n=1}^N Mt(n).n}{\sum_{n=1}^N Mt(n)} \quad (5)$$

Dengan, SC = Spectral Centroid

Mt = Nilai *Centroid*

### 2.4.5. Spectral Flux

*Spectral flux* (SF) adalah pengukuran tingkat perubahan dalam spektrum kekuatan sinyal. SF biasanya diukur dengan menghitung jarak *Euclidian* antara frame berturut-turut spektrum kekuasaan [9]. Setiap *frame*  $n$  dihitung dengan Persamaan 6.

$$F = \sum_{n=1}^N (Nt(n) - Nt_{-1}(n))^2 \quad (6)$$

Dengan, F = Spectral Flux

Nt = Nilai perubahan *spectrum*

## 2.5. K-Nearest Neighbor (KNN)

Algoritma *K-NearestNeighbor* (KNN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek yang diuji. KNN bisa digunakan untuk memasukkan data baru (data uji) ke dalam kelompok data yang jaraknya berdekatan dengan data latih, sehingga metode ini bisa digunakan untuk mengklasifikasi data suara uji sesuai dengan kelompok data suara yang seharusnya. KNN akan mengelempokkan hasil perhitungan dengan data latih yang mempunyai kerabat terbanyak dalam nilai jangkauan yang ditentukan. Jarak antara data latih dan data uji dihitung menggunakan persamaan *euclidean*. Persamaan *euclidean* adalah :

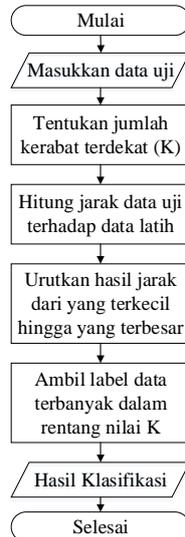
$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (7)$$

Keterangan :

x = nilai data uji

y = nilai data latih

Algoritma metode KNN dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Algoritma KNN

## 2.6. Arduino Uno

Penggunaan Arduino Uno dalam penelitian ini adalah sebagai pengatur mekanisme pembuka dan pengunci pintu berdasarkan sinyal yang dikirim oleh komputer. Arduino Uno memiliki jumlah pin yang tidak terlalu banyak, yaitu 14 pin untuk *digital input output* dan 6 pin untuk masukan sinyal *analog* sehingga Arduino Uno cocok untuk melakukan gerakan mekanik membuka dan mengunci pintu karena pada penelitian ini hanya menggunakan satu Motor Servo dan satu *Solenoid* pengunci pintu.



Gambar 3. Arduino Uno R3 Board

## 2.7. Motor Servo

Motor Servo adalah penggerak putar yang dirancang dengan sistem kontrol *closed loop*, sehingga perputaran poros dan sudut Motor Servo dapat diatur sesuai dengan gerak yang diinginkan. Motor Servo memiliki

komponen yang terdiri dari motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol dan *potensiometer*. Serangkaian *gear* yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi Motor Servo, sedangkan *potensiometer* mengatur perubahan hambatan saat motor berputar yang berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros Motor Servo.



Gambar 4. Motor Servo

Motor Servo yang digunakan pada penelitian ini adalah Motor Servo dengan rotasi 180° (Motor Servo *standard*) karena pergerakan pintu hanyalah gerakan bolak balik yang sudutnya tidak lebih dari 90°.

## 2.8. Relay (Modul Relay 1 Channel)

Pada penelitian ini digunakan modul Relay yang merupakan rangkaian sistem minimal langsung dari pabrikan. Penggunaan modul Relay 1 *channel* untuk menyambung dan memutus arus dari sumber daya ke Motor Servo.



Gambar 5. Modul Relay 1 Channel

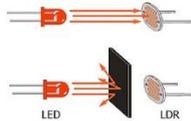
## 2.9. LDR (Light Dependent Resistor)

Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya.



Gambar 6. Sensor LDR

Terdapat dua komponen yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *light dependent resistor* (LDR) dan *light emitting diode* (LED). LED akan ditanamkan pada gawang pintu sedangkan LDR akan ditanamkan pada daun pintu, jadi ketika pintu tertutup dengan sempurna maka LDR akan menerima sinar dari LED.



Gambar 7. Skema cahaya LED dan LDR

Ketika LDR menerima sinar dari LED maka LDR akan mengirimkan sinyal kepada mikrokontroler untuk melakukan mekanisme mengunci pintu secara otomatis.

### 2.10. Solenoid Door Lock

*Solenoid* pengunci pintu adalah perangkat elektronik kunci pintu dengan menggunakan tegangan listrik sebagai pengendalinya. Alat ini banyak diaplikasikan pada pintu otomatis. *Solenoid* pengunci pintu bekerja jika diberi tegangan. Dalam keadaan normal tuas pada *Solenoid* pengunci pintu akan memanjang, dan jika diberi tegangan tuas pada alat ini akan memendek. Tegangan listrik yang diberikan akan membuat medan magnet sehingga tuas pada *Solenoid* pengunci pintu akan tertarik oleh medan magnet



Gambar 8. Solenoid Door Lock

## 3. METODE PENELITIAN

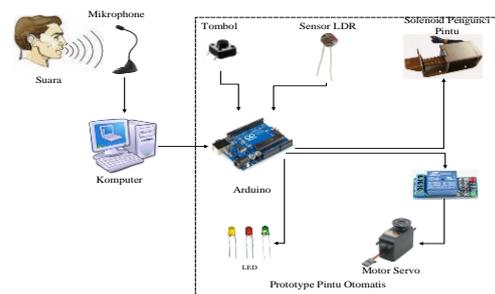
Proses penelitian dimulai dari studi pustaka, yaitu mengumpulkan teori-teori pendukung penelitian yang berkaitan dengan sistem pengenalan suara (*voice recognition*) dan sistem mikrokontroler. Langkah selanjutnya adalah merancang sistem berdasarkan teori-teori yang didapat. Analisa kebutuhan meliputi kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Setelah semua

komponen telah tersedia maka akan dilakukan proses integrasi perancangan sistem perangkat lunak dan perangkat keras secara terpisah. Setelah sistem perangkat lunak dan perangkat keras telah berhasil dibuat, maka akan dilakukan proses penerapan, yaitu penggabungan sistem perangkat lunak dan perangkat keras menjadi satu sistem yang saling berhubungan. Selanjutnya akan dilakukan proses pengujian sistem, jika pengujian berhasil maka penelitian akan selesai, jika pengujian belum berhasil maka proses akan kembali ke perancangan sistem untuk mengecek kembali rancangan yang kurang tepat.

## 4. PERANCANGAN SISTEM

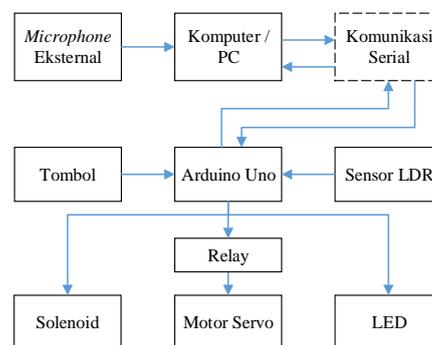
### 4.1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem secara keseluruhan. Gambaran umum sistem dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Gambaran Sistem Keseluruhan

### 4.2. Diagram Blok Sistem



Gambar 10. Diagram Blok Sistem

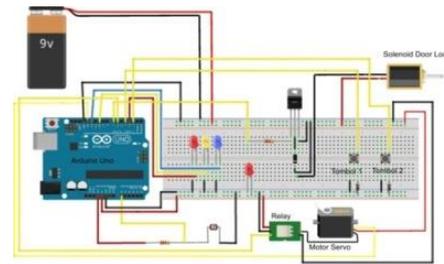
Penjelasan diagram blok perancangan sistem pada Gambar 10 adalah sebagai berikut:

1. *Microphone* Eksternal digunakan sebagai perangkat masukan suara yang akan dikirimkan ke komputer/pc untuk diproses.
2. Komputer/PC adalah otak dari sistem, dimana di dalam komputer/PC terdapat aplikasi utama yang berfungsi sebagai media pengenalan suara masukan.
3. Komputer/PC akan melakukan komunikasi serial dengan Arduino Uno untuk melakukan eksekusi sesuai dengan perintah yang dikirimkan oleh komputer ke Arduino Uno ataupun sebaliknya.
4. Pada Arduino Uno terdapat 2 perangkat input yang terhubung, yaitu tombol dan sensor LDR.
5. Tombol berfungsi sebagai masukan kepada Arduino untuk memberi perintah kepada komputer melakukan perekaman suara.
6. Sensor LDR berfungsi sebagai masukan kepada Arduino yang berupa data intensitas cahaya dari LED merah.
7. Pada Arduino Uno juga terhubung dengan 4 perangkat keluaran yaitu Relay, *Solenoid door lock*, LED, dan Motor Servo.
8. Relay berfungsi sebagai saklar arus dari Arduino ke Motor Servo. Dalam pembukaan pintu, Relay akan menyambungkan Arduino dengan Motor Servo sehingga Motor Servo dapat menerima sinyal yang dikirimkan oleh Arduino. Jika pintu sudah terbuka maka Relay akan memutuskan arus dari Arduino dan Motor Servo kembali, sehingga Motor Servo bisa digerakkan secara manual.
9. *Solenoid door lock* berfungsi sebagai pengunci pintu.
10. LED RGB berfungsi sebagai lampu indikator.
11. Motor Servo berfungsi untuk menggerakkan pintu.

### 4.3. Rancangan Perangkat Keras

#### 4.3.1. Rancangan Instrumen Elektronika

Rangkaian instrumen elektronika yang tertanam pada miniatur pintu dapat dilihat pada Gambar 11.



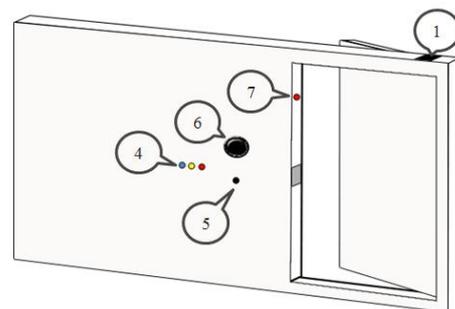
Gambar 11. Rancangan Instrumen Elektronika

Tabel 1 adalah tabel pengaturan pin-pin kontrol pada setiap perangkat yang terhubung dengan Arduino Uno.

Tabel 1. Pengaturan Pin Arduino

Perangkat	Pin Arduino Uno
Relay	6 (Digital)
Motor Servo	13 (Digital)
<i>Solenoid Door Lock</i>	7 (Digital)
LED Merah	3 (Digital)
LED Kuning	10 (Digital)
LED Biru	12 (Digital)
Sensor LDR	A0 (Analog)
Tombol 1	2 (Digital)
Tombol 2	4 (Digital)

#### 4.3.2. Perancangan Miniatur Pintu

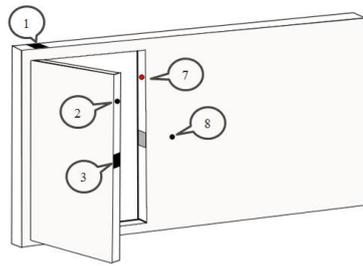


Gambar 12. Rancangan Pintu Tampak Depan

Sesuai dengan Gambar 12, terdapat beberapa komponen yaitu tombol rekam (nomor 5), *microphone* eksternal (nomor 6), dan lampu indikator (nomor 4). Sedangkan untuk Motor Servo (nomor 1), lampu LED merah (nomor 7), sensor LDR (nomor 2), dan *Solenoid door lock* (nomor 3) posisinya tertanam pada daun pintu dan gawang pintu.

Pada rancangan pintu yang tampak dari belakang hanya terdapat satu komponen yang terpasang, yaitu sebuah tombol (nomor 8) untuk membuka pintu secara langsung dari

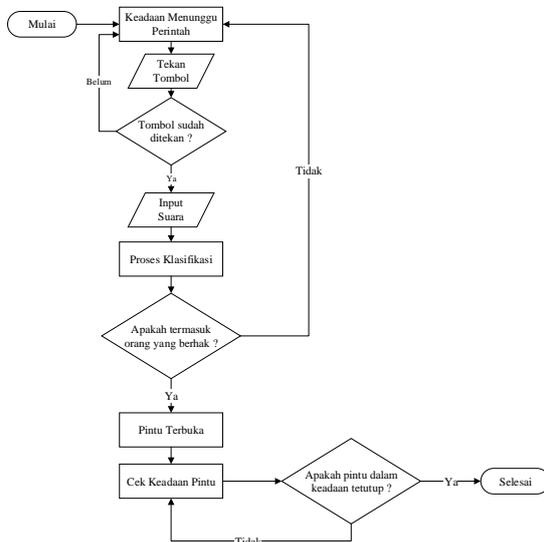
dalam. Rancangan pintu tampak belakang dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Rancangan Pintu Tampak Belakang

#### 4.4. Flowchart Sistem

##### 4.4.1. Flowchart Pembukaan Pintu

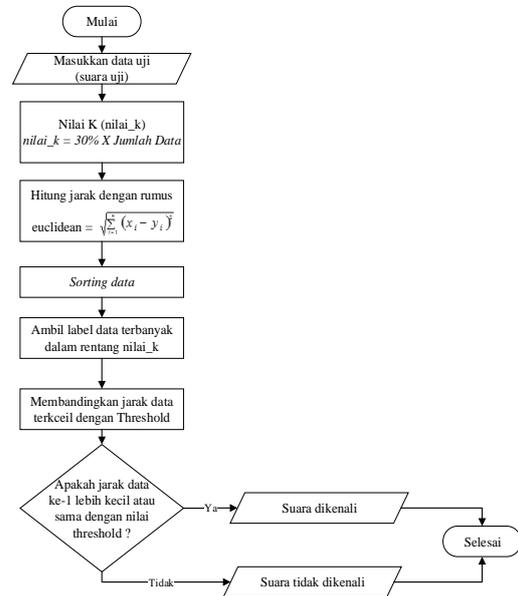


Gambar 14. Flowchart Pembukaan Pintu

Flowchart pada Gambar 14 menjelaskan tentang proses pembukaan pintu. Dimulai dengan keadaan menunggu perintah (*stand by*). Pada kondisi *stand by* Arduino akan terus melakukan perulangan kosong sampai ada perintah dari tombol untuk melakukan *input* suara. Proses selanjutnya adalah proses *input* suara. Setelah proses *input* data selesai, akan dilakukan proses klasifikasi terhadap suara masukan. Jika suara masukan termasuk pengguna yang berhak maka pintu akan terbuka, jika suara masukan tidak termasuk ke dalam pengguna yang berhak maka pintu akan tetap tertutup. Ketika dalam keadaan pintu terbuka, sistem akan melakukan proses pengecekan keadaan pintu. Sistem kembali akan melakukan perulangan kosong hingga pintu dalam keadaan tertutup

sempurna. Setelah pintu tertutup sempurna maka proses akan selesai.

##### 4.4.2. Flowchart Klasifikasi Suara



Gambar 15. Flowchart Klasifikasi Suara

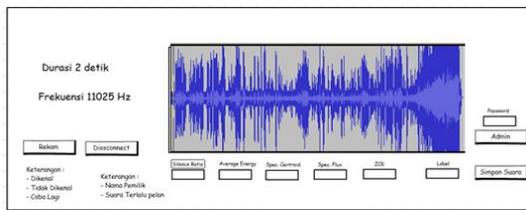
Flowchart pada Gambar 15 adalah tentang detail dari proses pengklasifikasian suara uji. Ketika suara uji telah di ucapkan oleh pengguna maka sistem akan langsung melakukan pengklasifikasian terhadap suara uji yang di ucapkan. Sistem akan menentukan besar nilai K berdasarkan jumlah data latih yang ada pada basis data. Nilai K akan di ambil sebanyak 30% dari jumlah data latih yang ada pada basis data. Jika nilai K sudah ditentukan, maka sistem akan melakukan proses perhitungan jarak data uji terhadap data setiap data latih yang ada pada basis data dengan menggunakan rumus *euclidean*. Setelah didapat jarak pada setiap data latih, maka sistem akan melakukan proses *sorting* data yaitu proses pengurutan data latih berdasarkan jarak terkecil hingga terbesar. Proses selanjutnya yaitu mengambil label data terbanyak dari data ke-1 hingga data ke-*nilai\_k*. Kemudian akan dilakukan proses membandingkan nilai jarak terkecil (data ke-1) dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Jika jarak terkecil lebih besar dari nilai ambang batas maka suara uji dianggap tidak dikenali. Namun jika jarak terkecil lebih kecil dari nilai ambang batas, maka suara akan

dikenali sebagai salah satu pengguna yang berhak. Setelah penentuan suara dikenali atau tidak dikenali maka proses klasifikasi selesai.

#### 4.5. Perancangan Perangkat Lunak

##### 4.5.1. Perancangan Antarmuka(Interface)

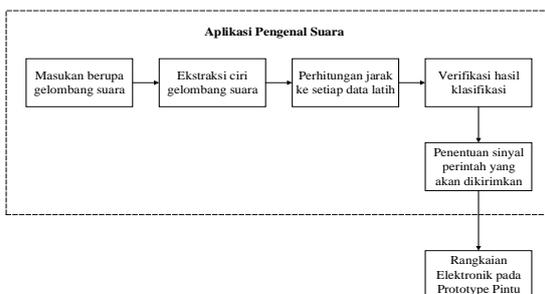
Pembuatan *user interface* aplikasi pengenalan suara menggunakan *graphical user interface* (GUI). Perancangan antarmuka aplikasi pengenalan suara dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Rancangan Interface Aplikasi

##### 4.5.2. Perancangan Sistem pada Aplikasi Pengenal Suara

Algoritma sistem pada aplikasi pengenalan suara diawali dengan menerima masukan berupa gelombang suara, kemudian gelombang suara yang diterima akan diekstraksi untuk mendapatkan data digitalnya. Data digital yang telah diekstraksi selanjutnya akan dihitung jaraknya ke setiap data latih dengan metode KNN. Proses selanjutnya adalah memverifikasi hasil perhitungan dengan metode KNN untuk menentukan sinyal yang akan dikirim ke Arduino yang merupakan pengatur tugas perangkat *input/output* pada rangkaian *prototype*. Gambaran rancangan sistem pada aplikasi pengenalan suara dapat dilihat pada Gambar 17.

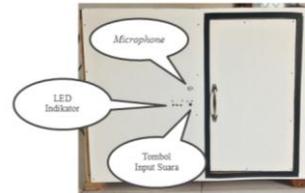


Gambar 17. Rancangan Sistem Aplikasi Pengenal Suara

## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1. Implementasi Perancangan Perangkat Keras

Hasil implementasi rancangan miniatur pintu sesuai dengan Gambar 12 dapat dilihat pada Gambar 18. Pada miniatur pintu tampak dari depan, perangkat yang terlihat hanya 3 lampu indikator, tombol rekam, dan *microphone*.



Gambar 18. Tampilan Miniatur Pintu Tampak dari Depan

Miniatur pintu tampak dari belakang bisa dilihat pada Gambar 19. Pada sisi belakang miniatur pintu hanya 1 tombol untuk membuka pintu dan kotak penutup untuk rangkaian elektronika yang terdiri dari Arduino dan perangkat *input/output*.



Gambar 19. Tampilan Miniatur Pintu Tampak dari Belakang

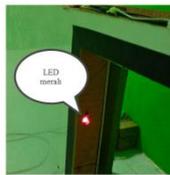
Isi dari kotak penutup rangkaian elektronika yang berupa Arduino dan perangkat *input/output* dapat dilihat pada Gambar 20. Rangkaian pada Gambar 20 adalah hasil implementasi sesuai dengan perancangan rangkaian elektronika yang terdapat pada Gambar 11.



Gambar 20. Rangkaian Elektronik Sistem

Posisi perangkat *input/output* yang terhubung dengan Arduino seperti lampu LED merah, *Solenoid door lock*, Motor Servo, dan

sensor LDR ditanamkan dalam miniatur pintu. Lampu LED merah digunakan untuk memberi sinyal ke sensor LDR jika keadaan pintu tertutup sempurna. Posisi peletakan lampu LED merah dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Posisi Lampu LED Merah

Motor Servo digunakan sebagai penggerak pintu. Posisi Motor Servo adalah pada pojok atas dari miniatur pintu. Peletakan posisi Motor Servo di pojok miniatur pintu karena pergerakan Motor Servo diatur kurang dari 45° searah jarum jam (dilihat dari posisi atas), sehingga pintu bisa bergerak ke arah dalam miniatur pintu. Posisi Motor Servo dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Posisi Motor Servo pada Pojok Miniatur Pintu

Posisi *Solenoid door lock* dan sensor LDR berada pada sisi yang sama, yaitu ditanamkan didalam daun pintu. Posisi sensor LDR akan berdempetan dengan LED merah yang tertanam pada gawang pintu jika pintu dalam keadaan tertutup sempurna. Peletakan *Solenoid door lock* dan sensor LDR dapat dilihat pada Gambar 23.

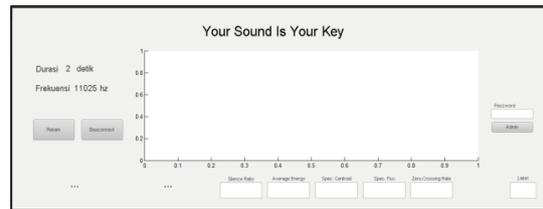


Gambar 23. Posisi Sensor LDR dan *Solenoid Door Lock*

## 5.2. Implementasi Perancangan Perangkat Lunak

Hasil antarmuka (*interface*) aplikasi pengenalan suara dapat dilihat pada Gambar 24. Aplikasi ini dibuat menggunakan GUI. Aplikasi ini akan berjalan jika USB Arduino

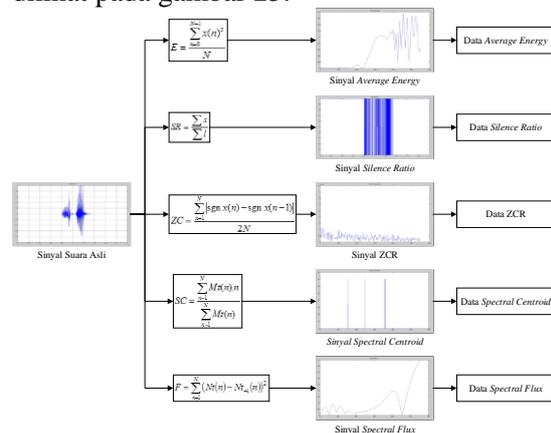
telah terhubung dengan *port* USB yang tersedia pada laptop/PC.



Gambar 24. *Interface* Aplikasi Pengenal Suara

## 5.3. Data Latih

Data latih yang digunakan sebagai basis data aplikasi didapatkan dari proses ekstraksi ciri dari sinyal suara asli. Ilustrasi proses untuk mendapatkan ciri dari suara dapat dilihat pada gambar 25.



Gambar 25. Ilustrasi Proses Ekstraksi Ciri

Proses untuk mendapatkan data latih yang berupa *silence ratio*, *average energy*, *spectral centroid*, *spectral flux*, dan *zero crossing rate* pada Gambar 25 dapat dilihat bahwa pada sinyal suara diambil lima ciri menggunakan persamaan *silence ratio*, *average energy*, *spectral centroid*, *spectral flux*, dan *zero crossing rate*. Setiap persamaan dari ciri suara akan menghasilkan sinyal yang berbeda, sinyal tersebutlah yang akan dikonversi menjadi data digital yang dijadikan sebagai data latih sebagai basis data aplikasi pengenalan suara.

Data latih pada penelitian ini digunakan sebanyak 60 data, terdiri dari 10 data untuk setiap orang yang berhak. Proses pengambilan data latih untuk setiap orang yang berhak dilakukan dengan cara merekam suara orang yang berhak sebanyak 10 kali. Hasil

perekaman data yang digunakan sebagai data latih dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Latih

No	Nama	JK	Silence Ratio	Average Energy	Spectral Centroid	Spectral Flux	Zero Crossing Rate	Label
1	Ari	L	0.69522914	48.75571371	0	367.76142	0.12488944	1
2			0.69473915	58.5774832	0.70739378	617.28889	0.040226823	
3			0.70616878	73.27446784	0	696.61136	0.063764237	
4			0.67528393	67.20961457	0.70755735	508.27964	0.114739523	
5			0.68957878	55.89439476	0	230.78794	0.147574937	
6			0.66154256	85.14218798	1.415089023	463.53532	0.134646763	
7			0.66485341	78.73096314	0	580.67367	0.102548573	
8			0.67492136	62.64167297	0	691.67698	0.150023572	
9			0.65859434	71.25019323	0	302.65732	0.161859749	
10			0.62875369	114.989826	0.707619652	653.22849	0.17405986	
11			0.79849805	181.523249	9.38895865	467.712176	0.262131519	
12			0.781451247	143.7409737	2.12348505	318.5311685	0.229387755	
13			0.815963719	394.2587315	72.13726929	246.9306509	0.209115646	
14			0.822494331	241.0674829	32.53711715	321.6111187	0.323899524	
15			0.833741897	145.727264	4.240690223	370.4311707	0.36707483	
16			0.816780945	180.5413628	12.02560531	434.9037	0.507874469	
17			0.820362812	285.8680122	50.91952874	300.5357072	0.429750567	
18			0.821088435	144.0279485	4.951211249	343.6235058	0.357823129	
19	0.830521542	191.5776422	7.072530713	355.6109034	0.405442177			
20	0.808390023	249.9508329	32.53307729	217.089256	0.39200907			
21	0.747528945	393.2265495	9.394943083	137.9787594	0.223679737			
22	0.647346939	298.9233883	3.537080062	388.6745024	0.05968254			
23	0.67968254	338.794839	6.364838261	227.6269013	0.08006703			
24	0.769569161	404.3834013	15.55803051	269.793613	0.201451247			
25	0.78675727	376.783246	3.53688034	235.8058485	0.140226757			
26	0.813015973	178.3475974	0	373.9782761	0.213863224			
27	0.662133519	181.2714955	2.124080331	187.6567547	0.115555556			
28	0.647936508	218.2616878	1.211811029	239.9653407	0.104203628			
29	0.693151927	196.7799504	0.707849469	241.0907033	0.09501134			
30	0.806308355	194.4309758	0	148.7690196	0.189441043			
31	0.780272109	195.5813838	0.707388472	223.6098446	0.19699773			
32	0.576998639	472.2462223	4.952486528	132.1377061	0.169705215			
33	0.554739229	568.9622868	5.659008413	105.0289188	0.394603175			
34	0.45147923	828.7040486	7.779198488	76.28119534	0.31723356			
35	0.51260771	782.8468465	7.072637442	37.60550313	0.228344671			
36	0.718739159	290.7157464	1.414992742	79.3230454	0.176901134			
37	0.734739229	453.5509806	3.537348266	71.74065729	0.220226757			
38	0.441814059	870.9294076	4.24321834	47.26091316	0.190793651			
39	0.59260771	669.1884372	2.829510314	57.44242512	0.251836735			
40	0.454965986	488.2717339	4.2445478	36.71106548	0.20430839			
41	0.718739159	290.7157464	1.414992742	79.3230454	0.176901134			
42	0.737913832	362.3553014	4.867747521	80.35378324	0.229297052			
43	0.75151927	458.3353593	9.193833608	54.97669899	0.225034014			
44	0.774104308	274.0024347	5.657823844	127.8198775	0.231927438			
45	0.8952381	448.882483	5.659885253	78.4441872	0.24943107			
46	0.737460317	405.206184	18.39013574	65.19949741	0.241221356			
47	0.750702948	405.4267902	5.659611222	84.76623998	0.272290249			
48	0.712199546	656.7874561	19.80343611	32.83652426	0.235873016			
49	0.683219955	520.6694619	12.0243023	68.98582951	0.240634921			
50	0.664761905	387.5823302	8.486273427	62.62863751	0.190294785			
51	0.845170948	112.4284729	0	353.2244405	0.331609977			
52	0.742040816	317.0547063	7.073562687	189.783682	0.322494343			
53	0.778276644	274.3180616	7.072959788	239.3601628	0.239773243			
54	0.779138322	240.7536213	5.66024129	229.2658091	0.319138322			
55	0.763265306	239.2386338	4.244531915	269.5436872	0.231197279			
56	0.78944499	255.2720786	7.072707145	261.85458287	0.296501134			
57	0.76739229	230.6776177	2.121455156	166.1739603	0.22579637			
58	0.762176871	257.2356468	2.121661126	294.5496823	0.24707483			
59	0.761904762	256.466737	8.486802926	159.6982569	0.244444444			
60	0.778185941	259.8906564	4.243016146	175.1122908	0.397732426			

Tabel 3. Pengujian Suara Pengguna Berhak

No	Nama	Percobaan		
		1	2	3
1	Ari	Ari	Ari	Ari
2	Laili	Laili	Laili	Laili
3	Salman	Salman	Salman	Ari
4	Sistria	Sistria	Emi	Sistria
5	Robi	Robi	Robi	Robi
6	Emi	Emi	Emi	Emi

 = Berhasil  
 = Gagal

$$\text{Persentase\_Keberhasilan} = \frac{16}{18} \times 100\% = 88,88\%$$

$$\text{Persentase\_Kegagalan} = 100\% - 88,88\% = 11,12\%$$

Berdasarkan pengujian suara secara langsung yang dilakukan 18 kali terdapat 2 kali kegagalan dalam pengenalan suara sehingga persentase keberhasilan pengenalan suara adalah sebesar 88,88%. Kegagalan sebesar 11,12% salah satunya disebabkan oleh perbedaan pengucapan pada waktu pengujian karena dalam pengenalan suara, pengucapan (kata, intonasi, dan kuat/lemah) sewaktu pengujian harus tidak boleh terlalu berbeda dengan suara sewaktu perekaman suara latih.

#### 5.4.2. Pengujian Suara Pengguna yang Tidak Berhak

Pengujian ini dilakukan dalam kondisi yang sama dengan pengujian Perangkat Lunak. Pengujian dilakukan 3 kali untuk setiap memiliki suara, sehingga total seluruh data pengujian yang akan didapat sebanyak 12 data. Pengujian dianggap berhasil jika suara uji dari pengguna yang tidak berhak tidak dikenali sebagai salah satu suara pemiliki hak akses sesuai dengan data pada Tabel 2, dan pengujian dianggap gagal jika suara pengguna yang tidak berhak dikenali sebagai salah satu pengguna yang berhak.

Tabel 4. Pengujian Suara yang Tidak Berhak

No	Nama	Percobaan		
		1	2	3
1	Sarlita	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali
2	Agapitus	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali
3	Nircho	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali
4	Dian	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali

 = Berhasil  
 = Gagal

$$\text{Persentase\_Keberhasilan} = \frac{12}{12} \times 100\% = 100\%$$

### 5.4. Pengujian Perangkat Lunak

#### 5.4.1. Pengujian Suara Pengguna Berhak

Pengujian dilakukan dengan menguji suara dari 6 orang yang diberi hak untuk membuka pintu. Pengujian ini dilakukan dalam kondisi ruangan senyap untuk meminimalisir suara noise dari luar. Pengujian dilakukan 3 kali untuk setiap pemiliki suara, sehingga total seluruh data pengujian yang akan didapat sebanyak 18 data.

Aturan logika dalam penentuan keberhasilan atau kegagalan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

1. **if** klasifikasi = pengguna berhak **and** pemilik suara = sesuai **then** Berhasil.
2. **if** klasifikasi = pengguna berhak **and** pemilik suara ≠ sesuai **then** Gagal.
3. **if** klasifikasi ≠ pengguna berhak **and** pemilik suara ≠ sesuai **then** Gagal.

Hasil pengujian dengan suara langsung dapat dilihat pada tabel 3.

### 5.4.3. Pengujian Suara Rekaman Pengguna yang Berhak

Pengujian dengan suara rekaman pengguna yang berhak dilakukan dengan menguji rekaman suara pengguna yang berhak. Pengujian ini bertujuan untuk menguji tingkat keamanan sistem pada *prototype* kunci otomatis pada pintu. Setiap pengguna yang berhak diambil masing-masing 3 rekaman suara. Pengujian dianggap berhasil jika suara uji tidak dikenali, dan pengujian dianggap gagal jika suara uji bisa dikenali. Hasil pengujian suara rekaman pengguna yang berhak dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Suara Rekaman Pengguna Berhak

No	Nama	Rekaman Suara Ke-		
		1	2	3
1	Ari	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali
2	Laili	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali
3	Salman	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali
4	Sistria	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali
5	Robi	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali
6	Emi	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali	Tidak Dikenali

 = Berhasil  
 = Gagal

Berdasarkan hasil pengujian yang terdapat pada Tabel 5, telah dilakukan 18 kali pengujian dan didapatkan 18 kali keberhasilan pengujian sehingga persentase keberhasilan pengujian dengan menggunakan suara rekaman adalah sebesar 100%.

$$\text{Persentase}_\text{Keberhasilan} = \frac{18}{18} \times 100\% = 100\%$$

## 5.5. Pengujian Perangkat Keras

### 5.5.1. Pengujian dengan Suara Pengguna yang Berhak

Pengujian suara pengguna yang berhak dilakukan bersamaan dengan pengujian perangkat lunak. Pengujian berhasil jika suara pengguna yang berhak bisa membuat pintu terbuka dan pengujian gagal jika suara pengguna yang berhak tidak bisa membuka pintu. Hasil pengujian perangkat keras dengan menggunakan suara pengguna yang berhak dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Perangkat Keras dengan Suara Pengguna Berhak

No	Nama	Percobaan		
		1	2	3
1	Ari	Terbuka	Terbuka	Terbuka
2	Laili	Terbuka	Terbuka	Terbuka
3	Salman	Terbuka	Terbuka	Terbuka
4	Sistria	Terbuka	Terbuka	Terbuka
5	Robi	Terbuka	Terbuka	Terbuka
6	Emi	Terbuka	Terbuka	Terbuka

 = Berhasil  
 = Gagal

### 5.5.2. Pengujian Hubungan Perangkat LED dan LDR

Pengujian hubungan perangkat LED dan LDR bertujuan untuk menguji apakah sistem dapat mengunci pintu otomatis jika pintu dalam kondisi tertutup sempurna. Pengujian dilakukan 3 kali dengan menggerakkan pintu dari keadaan terbuka menjadi tertutup. Hasil pengujian hubungan perangkat LED dan LDR dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Hubungan Perangkat LED dan LDR

Hasil	Percobaan ke -		
	1	2	3
	Terkunci	Terkunci	Terkunci

Berdasarkan hasil percobaan yang didapat, maka hubungan antara perangkat LED dan LDR berjalan dengan baik.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan pembuatan *prototype* kunci otomatis pada pintu berdasarkan suara pengguna menggunakan metode KNN didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Aplikasi mendapatkan data-data digital dengan cara mengekstraksi gelombang suara analog menggunakan persamaan-persamaan *silence ratio*, *average energy*, *spectral centroid*, *spectral flux*, dan *zero crossing rate*.
2. Perbedaan data latih pada satu orang pengguna dalam sepuluh kali perekaman disebabkan oleh beberapa faktor yaitu perbedaan cara pengucapan seperti panjang ucapan, kenyaringan

pengucapan kata, intonasi, dan lain-lain, bahkan suara lingkungan sekitar juga dapat mempengaruhi perbedaan nilai data latih yang didapat.

3. Hasil pengujian perangkat lunak dengan menggunakan suara langsung pengguna yang berhak didapatkan tingkat keberhasilan sebesar 88,88%.
4. Pengujian dengan rekaman suara pengguna yang berhak, didapatkan persentase 100% tidak mengenali suara uji yang berbentuk suara rekaman. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa aplikasi bisa membedakan suara asli dan suara rekaman sehingga keamanan pada sistem dapat terjaga.
5. Berdasarkan tingkat keberhasilan pengujian perangkat keras yang sebesar 100% maka dapat disimpulkan bahwa rangkaian elektronika pada perangkat keras terpasang dan terprogram dengan baik.

## 6.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian “*Prototype Kunci Otomatis pada Pintu Berdasarkan Suara Pengguna Menggunakan Metode KNN*” terdapat beberapa saran yang bisa digunakan untuk penelitian yang lebih lanjut, antara lain :

1. Penelitian yang selanjutnya disarankan menggunakan ekstraksi ciri suara kelas menengah seperti *Tempo*, *Event Density and Onset Detection algorithms*, *Rhythmic clarity*, dan *Modality* untuk menguji ketepatan aplikasi dalam mengenali suara dan membandingkan besar perbedaan data suara setiap individu dengan ekstraksi ciri suara yang lain.
2. Aplikasi dapat dibuat berbasis android supaya aplikasi pengenalan suara dapat digunakan secara *mobile*.
3. Metode klasifikasi untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan metode lain seperti *Learning Vector Quantization (LVQ)*, *Support Vector Machine (SVM)*, Statistik, dan lain-lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yessivirna, Riska (2013) Klasifikasi Suara Berdasarkan Gender (Jenis Kelamin) Dengan Metode K-Nearest Neighbor (Knn). *Jurnal Doro, Vol 2, No 3*.
- [2] Duda, R. O., & Hart, P. E., 2001, *Pattern Classification*. Canada: John Wiley & Sons Inc.
- [3] Schalkoff, R. J., 1991, *Pattern Recognition: Statistical, Structural and Neural Approaches*. Canada: John Wiley & Sons Inc.
- [4] Putra, D., 2010, *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [5] Theodoridis, S., & Koutroumbas, K., 2009, *Pattern Recognition, Ed.4*. United State of America: Elsevier.
- [6] Kinnunen, T., & Li, H., 2009, An Overview of Text-Independent Speaker Recognition: from Features to Supervectors. *Speech Communication Vol.52, No.1, Hal 12-40*.
- [7] Kristina, E., 2011, Penerapan Metode Statistik Dan Average Energy Untuk Menguji Tingkat Kemiripan Pada Identifikasi Suara. *Jurnal Informatika, Vol 7, No 1*.
- [8] Arkhiansyah, Y., 2007, Implementasi Ciri Energi Rata – Rata, Cacah Perpotongan Pada Titik Dan Rasio Periode Keheningan Pada Pencarian File Audio. *Jurnal Informatika, Vol 7, No 1, Hal 63-73*.
- [9] Heblad, A., 2011, *Evaluation of Musical Feature Extraction Tools using Perpetual Ratings*, Master of Science Thesis, Royal Institute of Technology
- [10] Schubert, E., Wolfe, J., & Tarnopolsky, A. 2004. *Spectral centroid and timbre in complex, multiple instrumental textures*. In: Proceedings of the 8th International Conference on Music Perception and Cognition (ICMPC 04), North Western University, Illinois.