

## Sistem Pengenalan Tingkatan Emosi Ketakutan Melalui Ucapan menggunakan Ekstraksi *Gammatone-Frequency Cepstral Coefficients* dan Klasifikasi *Random Forest Classifier* berbasis Raspberry Pi 4

La Ode Adriyan Hazmar<sup>1</sup>, Barlian Henryranu Prasetyo<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>adriyanhazmar@student.ub.ac.id, <sup>2</sup>barlian@ub.ac.id

### Abstrak

Emosi merupakan perasaan yang menyebabkan perubahan perilaku dan interaksi terhadap sekitar. Salah satu cara untuk mendeteksi emosi manusia adalah dengan melalui ucapan. Berdasarkan hasil survey, diketahui bahwa 1,6 juta remaja Indonesia mengalami gangguan mental *anxiety disorder* (Erskine et al., 2021). *Anxiety disorder* merupakan gangguan kecemasan yang ditandai dengan perasaan takut atau kewaspadaan yang tidak jelas (Saleh, 2019). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat alat untuk mendeteksi kondisi emosional seseorang melalui pemrosesan suara, khususnya emosi ketakutan berdasarkan tiga tingkatan intensitas yaitu rendah, sedang, dan tinggi dengan tujuan untuk menjadi bahan pertimbangan bagi psikolog/psikiater pada tahap skrining awal serta tahap diagnosis. Penelitian ini menggunakan metode ekstraksi *Gammatone-Frequency Cepstral Coefficients* (GFCC) yang memiliki filter gamma yang efektif terhadap suara dengan *noise* tinggi. Selain itu, penelitian ini juga menguji kemampuan klasifikasi *Random Forest Classifier* dalam mengenali intensitas emosi ketakutan dari sinyal suara. Penelitian ini penting karena dapat memberikan informasi mengenai efektivitas GFCC terhadap *noise* serta akurasi ekstraksi GFCC dalam sistem pengenalan intensitas emosi ketakutan. Sistem ini dibuat dengan berbasis Raspberry Pi 4B sebagai pemroses dan terhubung pada aplikasi Android untuk menampilkan hasil klasifikasi. Koneksi antara Raspberry Pi 4B dan aplikasi dihubungkan oleh Bluetooth dengan menggunakan protokol komunikasi RFCOMM. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa *Signal-to-Noise Reduction* pada suara yang diproses dengan ekstraksi GFCC lebih efektif jika dibandingkan dengan *Mel-Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC). Adapun hasil akurasi dari implementasi sistem pengenalan tingkatan emosi ketakutan dengan menggunakan ekstraksi GFCC dan klasifikasi *Random Forest Classifier* adalah 73,33%.

**Kata kunci:** suara, emosi ketakutan, *Gammatone-Frequency Cepstral Coefficients*, *Mel-Frequency Cepstral Coefficients*, *Signal-to-Noise Reduction*.

### Abstract

*Emotion is a feeling that causes behavioral and interaction changes towards one's surroundings. One way to detect human emotions is through speech. According to a survey, it was found that 1.6 million Indonesian teenagers experience anxiety disorder (Erskine et al., 2021). Anxiety disorder is a type of anxiety characterized by feelings of fear or vigilance that are not clearly defined (Saleh, 2019). Therefore, this study aims to create a tool to detect a person's emotional condition through voice processing, specifically fear emotions based on three intensity levels: low, medium, and high, with the purpose of serving as a consideration for psychologists/psychiatrists in the initial screening and diagnosis stages.. This research uses Gammatone-Frequency Cepstral Coefficients (GFCC) extraction method which has an effective gamma filter for speech with high noise. In addition, this research also tests the capability of Random Forest Classifier classification in recognizing the intensity of fear emotion from speech signal. This research is important because it can provide information on the effectiveness of GFCC towards noise and the accuracy of GFCC extraction in the intensity detection system of fear emotion. This system is developed using a Raspberry Pi 4B as the processor and connected to an Android application for displaying the classification results. The connection between the Raspberry Pi 4B and the application is established via Bluetooth using the RFCOMM communication protocol. This research concludes that Signal-to-Noise Reduction on speech processed with GFCC extraction is more effective compared to Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC). The*

*accuracy of the implementation of the emotion level recognition system using GFCC extraction and Random Forest Classifier classification is 73.33%.*

**Keywords:** *speech, fear emotion, Gammatone-Frequency Cepstral Coefficients, Mel-Frequency Cepstral Coefficients, Signal-to-Noise Reduction.*

## 1. PENDAHULUAN

Suara manusia merupakan alat komunikasi yang digunakan untuk menyampaikan suatu informasi yang bisa dimengerti oleh orang lain. Suara manusia terbentuk dari suatu sinyal yang dipengaruhi oleh waktu dan juga frekuensi dalam bentuk sinyal diskrit. Suara setiap manusia memiliki karakteristiknya masing-masing yang dipengaruhi oleh tinggi rendah nada, jenis suara, warna nada, dan volumenya (Ummami, 2019). Suara manusia merupakan alat komunikasi yang memiliki dua komponen konten, yaitu konten verbal dan nonverbal. Konten verbal adalah kata-kata yang dapat diartikan oleh pendengar, sedangkan konten nonverbal adalah informasi yang terkandung dari cara kata-kata tersebut disampaikan yang dimana konten nonverbal dalam suara manusia bisa menyampaikan kondisi emosional seseorang (Gumelar et.al., 2020).

Emosi merupakan sebuah perasaan yang ada dalam diri manusia sebagai reaksi timbal balik terhadap suatu tindakan, keadaan, maupun kejadian yang dialami dan seringkali menyebabkan perubahan perilaku dan interaksi terhadap sekitar (Helmiyah et.al.,2018). Robert Plutchik membuat sebuah roda emosi yang disebut sebagai roda emosi Plutchik. Dalam roda emosi ini Robert membagi emosi dasar menjadi delapan bagian dan setiap emosi dasar dipecah lagi menjadi tiga bagian berdasarkan intensitasnya yaitu rendah, sedang, hingga tinggi (Gumelar et.al., 2020). Berdasarkan hasil survey, diketahui bahwa 1,6 juta remaja Indonesia mengalami gangguan mental anxiety disorder (Erskine et.al., 2021). Anxiety disorder merupakan gangguan kecemasan yang ditandai dengan perasaan takut atau kewaspadaan yang tidak jelas(Saleh, 2019).

Oleh karena itu, pada penelitian kali ini peneliti tertarik untuk membuat alat untuk mendeteksi kondisi emosional seseorang melalui pemrosesan suara dimana lingkup penelitian ini adalah untuk mendeteksi emosi ketakutan berdasarkan tiga tingkatan intensitas yaitu Apprehension (rendah), Fear (sedang), dan Terror (tinggi). Sebelumnya terdapat penelitian

dengan topik yang sama menggunakan metode ekstraksi Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) (Sundawa, et.al., 2019). MFCC efisien jika digunakan pada suara yang muncul dari lingkungan sekitar yang tenang namun kurang adaptif terhadap noise. Oleh karena itu, peneliti ingin mencoba metode ekstraksi Gammatone Frequency Cepstral Coefficients yang memiliki filter gamma yang efektif terhadap suara dengan noise tinggi (Jeevan et.al., 2017).

Penelitian ini penting karena dapat memberikan informasi mengenai efektifitas terhadap noise serta akurasi ekstraksi Gammatone-Frequency Cepstral Coefficients dalam sistem pengenalan intensitas emosi ketakutan melalui ucapan. Hal ini dapat bermanfaat dalam bidang pengenalan emosi, khususnya ketakutan, yang dapat digunakan dalam aplikasi seperti pembangunan sistem pengenalan emosi untuk tujuan diagnostik atau intervensi terapi. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat memberikan informasi mengenai kemampuan klasifikasi Random Forest Classifier dalam mengenali intensitas emosi ketakutan dari sinyal suara.

## 2. LANDASAN KEPUSTAKAAN

### 2.1. Emosi Ketakutan

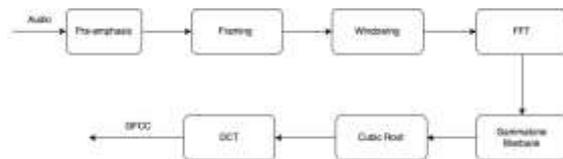
Emosi dikategorikan menjadi emosi dasar dan emosi lanjutan. Emosi dasar meliputi kegembiraan, kepasrahan, keterkejutan, kesedihan, kemarahan, kemarahan, antisipasi, serta ketakutan. Pada penelitian ini yang objek emosi yang digunakan adalah emosi lanjutan dari ketakutan dengan tiga intensitas yaitu apprehension (rendah), fear (sedang), dan terror (tinggi) (Gumelar et.al., 2020). Emosi ketakutan merupakan salah satu emosi negatif.

Penelitian yang berjudul “Emotional Processing of Fear: Exposure to Corrective Information” yang dilakukan oleh Edna B. Foa dan Michael J. Kozak (1986) menyajikan hasil penelitian tentang bagaimana individu memproses emosi ketakutan dan bagaimana mereka mengelola ketakutan tersebut. Menurut hasil penelitian ini, ketakutan merupakan emosi yang muncul saat individu merasa terancam atau

merasa tidak aman.

**2.2. Gammatone-Frequency Cepstral Coefficients (GFCC)**

Menurut hasil penelitian ini, ketakutan merupakan emosi yang muncul saat individu merasa terancam atau merasa tidak aman. Ketakutan dapat memicu reaksi fisiologis seperti detak jantung yang lebih cepat, suhu tubuh yang meningkat, dan pernapasan yang lebih cepat.



Gambar 1. Diagram Alir GFCC

**A. Pre-emphasis**

Tahap ini merupakan tahap awal yang berfungsi untuk filterisasi sinyal ucapan manusia. Filterisasi yang dimaksud adalah dengan mengurangi frekuensi sinyal ucapan sehingga hanya sinyal dengan frekuensi tinggi yang bisa lolos proses ini. Proses ini mengurangi noise yang ada pada suara yang dimasukkan sehingga hanya sinyal ucapan saja yang diterima oleh sistem (Helmiyah, 2018). Berikut persamaan dari pre-emphasis:

$$f(n) = \sum_{k=0}^{N-1} w_k e^{-2\pi jkn/N}, 0 \leq n \leq N - 1 \quad (1)$$

**B. Framing**

Pada tahap ini sinyal dibagi menjadi beberapa frame yang memiliki durasi yang lebih pendek karena sinyal pada ucapan selalu berubah. Hal ini dikarenakan adanya pergeseran artikulasi pada organ yang mereproduksi suara. Ukuran frame harus sepanjang mungkin jika ingin mendapat resolusi frekuensi yang baik, tetapi juga harus cukup pendek untuk mendapat resolusi waktu yang baik. Proses ini dilakukan secara overlapping untuk menghindari kehilangan karakteristik pada setiap potongan frame. Untuk daerah overlapnya memiliki panjang 30% dan dilakukan kepada setiap frame hingga seluruh sinyal selesai diproses (Putra, 2017).

**C. Windowing**

Windowing merupakan sebuah proses untuk mencegah terjadinya kebocoran spektral (magnitude leakage) atau dikenal juga sebagai

aliasing . Aliasing merupakan sinyal baru yang muncul dan memiliki frekuensi berbeda dengan sinyal asli. Aliasing disebabkan oleh dua hal, yaitu karena proses frame blocking yang menyebabkan sinyal menjadi discontinue atau karena jumlah sampling rate yang rendah (Putra, 2017).

Hasil dari proses ini adalah window X(t), dimana t=1,2,3,...T, disebut sebagai frame. Berikut persamaan dari teknik hamming windowing (Helmiyah, 2018):

$$w(n) = 0,54 + 0,46 \cos \frac{2\pi n}{N-1}, 0 \leq n \leq N - 1 \quad (2)$$

**D. Fast Fourier Transform (FFT)**

FFT merupakan metode untuk mengubah sinyal suara menjadi domain frekuensi atau yang biasa disebut sebagai spectrogram. Metode ini merupakan turunan dari Discrete Fourier Transform (DFT) dengan tujuan untuk mengurangi perhitungan digital sehingga menyederhanakan perhitungan spektrum frekuensi pada implementasinya. Metode ini menerapkan algoritma yang beroperasi pada sinyal diskrit (Anantha et.al., 2018). Metode ini digambarkan pada persamaan berikut:

$$f(n) = \sum_{k=0}^{N-1} w_k e^{-2\pi jkn/N}, 0 \leq n \leq N - 1 \quad (3)$$

**E. Gammatone Filterbanks**

Metode ini merupakan bentuk peniruan koklea telinga manusia dalam melakukan pemrosesan suara. Pada proses ini sinyal suara yang telah diproses dalam FFT menjadi domain frekuensi menjadi domain waktu-frekuensi (Krobba et.al., 2019). Respon impuls dari setiap filterbank digambarkan pada persamaan berikut:

$$g(t) = a^{n-1} e^{-2\pi bt} \cos(2\pi f_c t + \phi) \quad (4)$$

$$ERB(f_c) = 24.7 \left( 4.37 \frac{f_c}{1000} + 1 \right) \quad (5)$$

**F. Cubic Root**

Berbeda dengan MFCC yang menggunakan operasi logaritmik, pada GFCC terdapat proses kompresi hasil dari filterbank dengan menggunakan operasi cubic root (Jeevan, 2017). Berikut persamaan dari operasi cubic root:

$$G_m[i] = |g_{downSampled}[i, m]|^{\frac{1}{3}}, i = 0 \dots N - 1, m = 0 \dots M - 1 \quad (6)$$

**G. Discrete Cosine Transform (DCT)**

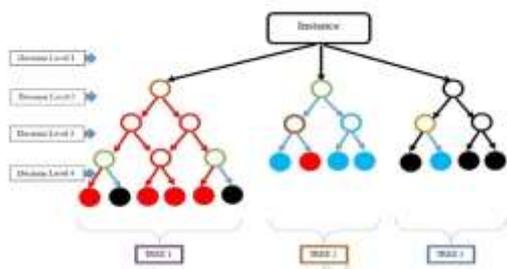
Terakhir, hasil dari proses sebelumnya diproses dengan menggunakan DCT. Hal ini

bertujuan untuk melakukan dekorelasi dan juga mengurangi dimensi fitur yang telah dihasilkan. Berikut persamaan dari Discrete Cosine Transform:

$$C_j = \sqrt{\frac{2}{N}} \sum_{i=0}^{M-1} G_m[i] \cos\left(j\left(i - \frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{M}\right), j = 0, 1, 2, \dots, N - 1 \tag{7}$$

### 2.3. Random Forest Classifier (RFC)

Metode ini merupakan salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah regresi dan juga klasifikasi. RFC merupakan gabungan dari algoritma decision tree yang tehitung lemah dalam melakukan estimasi sehingga RFC menyatukan decision tree untuk membuat prakiraan yang lebih kuat (Subudhi et.al., 2019).



Gambar 2. Cara Kerja Random Forest Classifier

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Tipe Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian implementatif pengembangan. Maksud dari implementatif adalah menjadikan suatu teori atau hipotesa yang ada menjadi suatu bentuk yang nyata. Adapun pengembangan merupakan sebuah proses untuk meningkatkan suatu hal menjadi lebih baik daripada versi sebelumnya dengan mengganti beberapa metode/variabel.

### 3.2. Tahapan Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Tahapan pertama dalam penelitian ini adalah landasan kepustakaan, yang merupakan proses pencarian dan pengumpulan literatur dari penelitian sebelumnya dan mencari dasar teori yang sesuai untuk sistem yang akan dibuat. Peneliti melakukan kepustakaan terkait proses deteksi emosi melalui suara, ekstraksi dan klasifikasi informasi tersebut, serta bagaimana menghubungkan aplikasi tersebut dengan mikrokomputer dan membuat aplikasi android.

Tahap selanjutnya dalam penelitian ini adalah tahap rekayasa kebutuhan, yaitu proses menganalisis apa saja yang diperlukan untuk melakukan penelitian sistem deteksi tingkat ketakutan melalui suara. Pada tahap ini, kebutuhan dibagi menjadi dua yaitu kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Peneliti mencari dan membandingkan beberapa perangkat keras seperti mikrokomputer, powerbank, dan microphone yang sesuai dengan rencana sistem yang dibuat, serta memilih perangkat lunak seperti kode program, app builder, dan IDE yang sesuai dengan kebutuhan sistem.

Pada tahap perancangan sistem deteksi emosi ketakutan, peneliti menentukan dataset suara yang akan digunakan dan melakukan ekstraksi suara menggunakan metode GFCC. Hasil ekstraksi tersebut kemudian menjadi input untuk klasifikasi *Random Forest Classifier* yang dibagi menjadi data uji dan data latih. Klasifikasi tersebut memproses fitur suara tersebut melalui 100 decision tree yang kemudian hasilnya dijadikan model dan disimpan dalam format .pkl. Pada perancangan aplikasi, terdiri dari

perancangan *use case*, *flow diagram*, dan *wireframe*. Aplikasi yang dibuat akan memiliki beberapa fungsi utama seperti menghubungkan aplikasi dengan perangkat Raspberry Pi 4 melalui Bluetooth, memungkinkan pengguna untuk memilih tingkatan emosi yang ingin dideteksi, mengirimkan perintah kepada Raspberry Pi 4 untuk merekam suara, dan menerima pesan dari Raspberry Pi 4 untuk menampilkan hasil tingkatan emosi yang dipilih.

Implementasi sistem dimulai dengan memasukkan kode program dan model.pkl ke dalam Raspberry Pi 4, kemudian melakukan koneksi Bluetooth dengan mengecek alamat Bluetooth dari Raspberry Pi 4 dan menambahkan port 22. Selanjutnya, implementasi aplikasi meliputi pembuatan blok diagram dan desain antarmuka menggunakan MIT App Inventor, di mana blok diagram disusun menggunakan logika pemrograman sederhana dan tampilan aplikasi diatur pada bagian *Designer*. Setelah semua sistem telah diatur, dilakukan penyusunan *prototype* alat dengan menghubungkan *microphone* ke Raspberry Pi 4 melalui *port* USB dan menghubungkan Raspberry Pi 4 dengan sumber daya *portable* berupa *power bank*.

Untuk pengujian SNR, peneliti menggunakan kode program dan melakukan uji sampel menggunakan ekstraksi GFCC dan MFCC. Uji akurasi GFCC dilakukan dengan membandingkan *input* suara yang diterima oleh *microphone* dengan model tingkat emosi ketakutan yang tersimpan di dalam memori sistem, kemudian mengklasifikasikan *input* suara tersebut menggunakan metode *Random Forest Classifier* (RFC) untuk menentukan tingkat emosi ketakutan yang sesuai. Hasil klasifikasi kemudian akan dikirim ke aplikasi *smartphone* melalui koneksi Bluetooth dan ditampilkan pada aplikasi sehingga dapat dilihat oleh pengguna.

Pada tahap kesimpulan, peneliti akan mengambil kesimpulan berdasarkan hasil pengujian sistem yang telah dilakukan dan mengevaluasi apakah hasil pengujian sistem sudah sesuai dengan hipotesis awal atau tidak. Pada bagian saran, peneliti akan memberikan beberapa penjelasan untuk membantu pengembangan topik ini dimasa depan, termasuk memberikan saran untuk perbaikan sistem atau pengembangan topik lebih lanjut yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja sistem dan memperluas cakupan penelitian di masa mendatang.

## 4. REKAYASA KEBUTUHAN

### 4.1. Kebutuhan Fungsional

1. Sistem dapat menerima masukan suara melalui *microphone*.
2. Sistem dapat mengambil fitur dari suara menggunakan algoritma GFCC serta dapat mengklasifikasikan suara yang telah direkam dengan menggunakan algoritma *Random Forest Classifier*.
3. Aplikasi dapat mengirim perintah *write & read* kepada Raspberry Pi 4 untuk merekam suara dan menampilkan hasil klasifikasi.

### 4.2. Spesifikasi Sistem

1. Sistem membutuhkan mikrokomputer sebagai pemroses *portable* yang memiliki Bluetooth untuk terhubung ke aplikasi serta *port* USB untuk terhubung ke *microphone*. *Microphone* yang diperlukan adalah yang memiliki ukuran *portable*.
2. Menggunakan bahasa pemrograman yang mendukung dan menyediakan *library* untuk program sistem deteksi tingkatan emosi ketakutan.
3. *Smartphone* yang digunakan harus mendukung koneksi Bluetooth dengan protokol RFCOMM dengan minimum sistem operasi Android 2.3 (Gingerbread).

### 4.3. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Tabel 1. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

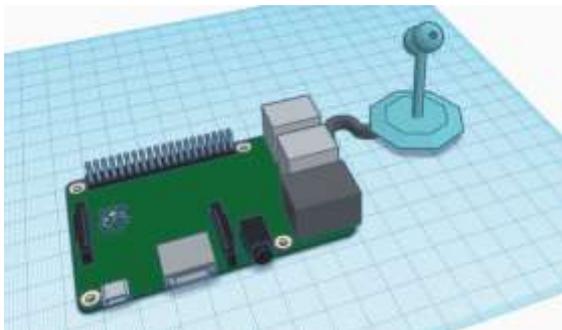
Jenis Perangkat	Kebutuhan Sistem	Spesifikasi Yang Memenuhi
Perangkat Keras	Sistem membutuhkan mikrokomputer sebagai pemroses <i>portable</i> yang memiliki Bluetooth untuk terhubung ke aplikasi serta port USB untuk terhubung ke <i>microphone</i>	<b>Raspberry Pi 4B:</b> Processor: Broadcom BCM2711, quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz Bluetooth 5.0 Port: 2 × USB 3.0 ports dan 2 × USB 2.0 ports
	Sistem membutuhkan <i>microphone</i> yang <i>portable</i> dan dapat	<b>Microphone JETE M5:</b> Port: USB Dimensi: 140x87

Perangkat Lunak	terhubung melalui USB mikrokomputer. Sistem menggunakan bahasa pemrograman yang mendukung dan menyediakan library untuk program sistem deteksi tingkatan emosi ketakutan	mm  <b>Python Library:</b> spafe sklearn
-----------------	--	--

## 5. PERANCANGAN SISTEM

### 5.1. Perancangan Perangkat Keras Perekaman Suara

Pada perancangan sistem untuk merekam suara diperlukan dua perangkat keras yakni microphone JETE M5 serta Raspberry Pi 4B. Suara yang masuk melalui microphone akan terekam dan disimpan dalam memory Raspberry Pi 4B dalam format wav.

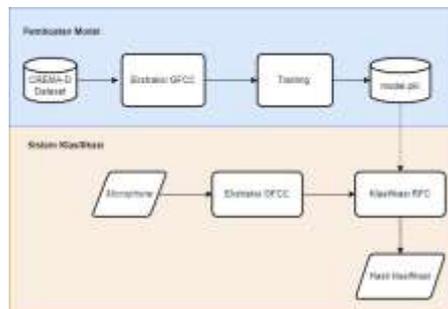


Gambar 4. Rancangan Perangkat Keras Perekam Suara

### 5.2. Perancangan Ekstraksi & Klasifikasi Suara

Pertama-tama mempersiapkan dataset suara yang terdiri dari suara dengan tiga tingkatan emosi ketakutan yang diidentifikasi dengan kode HI (tinggi), MD (sedang), dan LO (rendah). Setiap suara pada dataset kemudian diekstraksi menggunakan metode GFCC untuk mengidentifikasi karakteristik masing-masing suara melalui amplitude, frekuensi, dan polanya. Setelah itu, hasil ekstraksi suara tersebut menjadi input untuk klasifikasi dengan menggunakan Random Forest Classifier. Data uji sebanyak 15% dan data latih sebanyak 85% dibagi untuk proses klasifikasi ini, yang memproses fitur suara tersebut melalui 100 decision tree yang menjadi Random Forest. Metode ekstraksi

dengan akurasi tertinggi akan diimplementasikan kedalam sistem yang dibuat. Hasil dari ekstraksi dan klasifikasi akan menghasilkan model dalam format.pkl.



Gambar 5. Diagram Alir Perancangan Ekstraksi dan Klasifikasi

## 6. IMPLEMENTASI SISTEM

Implementasi sistem dilakukan berdasarkan perancangan yang telah dijelaskan sebelumnya. Langkah pertama adalah dengan menyiapkan kotak sebagai wadah. *Microphone* disambungkan melalui port USB Raspberry Pi 4. Sumber daya yang digunakan untuk menyalakan Raspberry Pi 4 adalah *powerbank* yang kabelnya dimodifikasi dengan menambahkan saklar yang ditempel pada kotak sehingga pengguna tidak perlu membuka kotak wadah jika ingin menyalakan sistem. Selain itu dibuat juga lubang pada bagian atas kotak untuk menjadi tempat keluar dari leher hingga kepala *microphone*. Setelah semua perangkat telah diatur, tutup kotak wadah sehingga sistem menjadi portable. Untuk gambaran jelasnya bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 8. *Prototype* Implementasi Komponen Sistem

## 7. PENGUJIAN

Setelah menjelaskan mengenai

perancangan dan implementasi, pada bagian ini akan dijelaskan mengenai hasil implementasi sistem berdasarkan rancangan yang sudah dibuat.

### 7.1. Hasil Pengujian

#### A. Pengujian Signal-to-Noise Ratio (SNR)

Signal-to-noise ratio (SNR) adalah rasio antara sinyal yang diinginkan dan noise di suatu sistem atau sinyal. SNR dapat juga dihitung dengan menghitung rasio antara amplitudo sinyal yang diinginkan ke amplitudo noise.

$$SNR = 10 \log_{10} \left( \frac{S}{N} \right) \text{ dB} \tag{8}$$

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ekstraksi mana yang memiliki nilai SNR tertinggi. Hasil pengujiannya terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji SNR

Sampel	Signal-to-Noise Ratio (dB)		
	Raw	GFCC	MFCC
1001-IEO-FEA-HI	52,45	174,50	78,46
1002-IEO-FEA-HI	59,18	160,69	93,90
1005-IEO-FEA-HI	52,30	74,60	106,42
1008-IEO-FEA-HI	51,14	149,82	89,07
1011-IEO-FEA-HI	52,53	96,85	89,95
1001-IEO-FEA-MD	45,00	184,36	86,32
1004-IEO-FEA-MD	61,97	238,64	92,62
1005-IEO-FEA-MD	54,42	101,56	97,04
1007-IEO-FEA-MD	50,84	138,47	89,17
1008-IEO-FEA-MD	48,99	125,39	91,36
1001-IEO-FEA-LO	49,68	124,94	85,42
1002-IEO-FEA-LO	58,02	69,44	101,27
1003-IEO-FEA-LO	60,47	75,20	97,71
1036-IEO-FEA-LO	50,67	165,56	102,25
1039-IEO-FEA-LO	60,64	128,06	106,39

Berdasarkan hasil uji diatas, dapat diketahui bahwa 12 dari 15 atau 80% sampel data memiliki SNR yang lebih tinggi dengan menggunakan ekstraksi GFCC.

Dari tabel hasil uji SNR diatas maka dapat diketahui hasil rata-rata SNR tiap Label adalah:

Tabel 3. Rata-Rata Hasil Uji SNR Tiap Label

Label	Signal-to-Noise Ratio (dB)		
	Raw	GFCC	MFCC
HIGH	53,52	131,29	91,56
MID	52,24	157,64	91,30
LOW	55,89	112,64	98,60
<b>Rata-Rata</b>	<b>53,88</b>	<b>133,85</b>	<b>93,82</b>

Terlihat pada tabel bahwa SNR tertinggi diperoleh sampel data suara dengan label "MID" dengan menggunakan ekstraksi GFCC dengan rata-rata sebesar 133,85 dB.

#### B. Pengujian Akurasi Ekstraksi GFCC dan Klasifikasi RFC

Pada pengujian ini akan didapatkan informasi mengenai hasil akurasi ekstraksi GFCC dan klasifikasi RFC pada sistem deteksi tingkatan emosi ketakutan. Untuk memperoleh hasil tersebut akan dihitung menggunakan persamaan (9).

$$Akurasi(\%) = \frac{Jml.data\ benar}{Total\ data} \times 100 \tag{9}$$

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi ekstraksi GFCC dan klasifikasi RFC untuk deteksi tingkatan ketakutan. Hasilnya bisa dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Akurasi Deteksi Tingkatan Emosi Ketakutan

Sampel	Label	Hasil Deteksi	Keterangan
1008-IEO-FEA-HI	HIGH	HIGH	Benar
1034-IEO-FEA-HI	HIGH	HIGH	Benar
1048-IEO-FEA-HI	HIGH	HIGH	Benar
1025-IEO-FEA-HI	HIGH	MID	Salah
1039-IEO-FEA-HI	HIGH	HIGH	Benar
1006-IEO-FEA-MD	MID	MID	Benar
1009-IEO-FEA-MD	MID	MID	Benar
1007-IEO-FEA-MD	MID	MID	Benar
1018-IEO-FEA-MD	MID	MID	Benar
1024-IEO-FEA-MD	MID	MID	Benar
1005-IEO-FEA-LO	LOW	LOW	Benar
1016-IEO-FEA-LO	LOW	LOW	Benar
1018-IEO-FEA-LO	LOW	MID	Salah
1026-IEO-FEA-LO	LOW	MID	Salah
1037-IEO-FEA-LO	LOW	MID	Salah

Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa sistem berhasil memprediksi secara benar 11 dari 15 sampel data sehingga akurasi yang diperoleh adalah sebesar 73.33%.

## 8. KESIMPULAN DAN SARAN

### 8.1. Kesimpulan

Kesimpulan merupakan bagian yang menjawab rumusan masalah yang telah dijabarkan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. GFCC (Gamma Frequency Cepstral Coefficients) lebih baik daripada MFCC (Mel-Frequency Cepstral Coefficients) dalam mengurangi noise pada suara. Hal ini disebabkan oleh filter gamma pada GFCC yang mampu mereduksi noise. Pada label emosi ketakutan dengan label "MID", GFCC memiliki nilai SNR (Signal-to-Noise Ratio) tertinggi.

2. Metode ekstraksi GFCC (Gamma Frequency Cepstral Coefficients) dan klasifikasi RFC (Random Forest Classifier) cukup efektif untuk mendeteksi tingkatan emosi ketakutan sedang (MID) dengan akurasi sekitar 73%.

## 8.2. Saran

Saran merupakan masukan yang didapat dari hasil pengujian. Saran berguna untuk mengembangkan penelitian sistem deteksi emosi. Adapun saran dari penelitian ini meliputi:

1. Menambahkan filter yang dapat mengurangi irisan fitur antar label sehingga hasil akurasi prediksi untuk semua label menjadi lebih akurat.

## 9. DAFTAR PUSTAKA

- Adiono, T., Anindya, S. F., Fuada, S., Afifah, K., & Purwanda, I. G. (2019). Efficient Android software development using MIT app inventor 2 for bluetooth-based Smart Home. *Wireless Personal Communications*, 105(1), pp.233–256.
- Agastya, W., & Aripin. (2020). Pemetaan Emosi Dominan Pada kalimat majemuk Bahasa Indonesia Menggunakan multinomial naïve Bayes. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 9(2), pp.171–179.
- Anantha, A. P., Hidayat, B., & Andini, N. (2019). Steganalisis Sinyal Wicara Berformat .wav Menggunakan Kombinasi metode Mel-frequency cepstral coefficient (MFCC) dan linear discriminant analysis (LDA). *TEKTRIKA - Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Telekomunikasi, Kendali, Komputer, Elektrik, Dan Elektronika*, 3(1), p.9.
- Ayoub Malek, S., Borzì, S., & Nielsen, C. H. (2022). SuperKogito/spafe: v0.2.0 (v0.2.0). Zenodo.
- Bluetooth SIG, Inc. (n.d.). Bluetooth specification. Version 1.2 [PDF]. Tersedia di: <<https://www.bluetooth.com/specifications/specs/rfcomm-1-2>> [Diakses 17 Desember 2022].
- Choudhary, H., Sadhya, D., & Patel, V. (2021). Automatic speaker verification using gammatone frequency cepstral coefficients. 2021 8th International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN).
- Crema, E., Premoli, A., & Zdunic, I. (2021). Crema-D: A dataset of emotional speech. [dataset] Kaggle. Tersedia di: <<https://www.kaggle.com/datasets/ejlok1/cremad>> [Diakses 15 Agustus 2022]
- Erskine, H. E., Blondell, S. J., Enright, M. E., Shadid, J., Wado, Y. D., Wekesah, F. M., Wahdi, A. E., Wilopo, S. A., Vu, L. M., Dao, H. T., Nguyen, V. D., Emerson, M. R., Fine, S. L., Li, M., Blum, R. W., Whiteford, H. A., & Scott, J. G. (2021). Measuring the prevalence of mental disorders in adolescents in Kenya, Indonesia, and Vietnam: Study protocol for the national adolescent mental health surveys. *Journal of Adolescent Health*, 72(1).
- Foa, E. B., & Kozak, M. J. (1986). Emotional processing of fear: Exposure to corrective information. *Psychological Bulletin*, 99(1), pp.20–35.
- Gumelar, A. B., Eko Mulyanto Yuniarno, Wiwik Anggraeni, Indar Sugiarto, Kristanto, A. A., & Purnomo, M. H. (2020). Kombinasi fitur multispektrum Hilbert Dan Cochleagram Untuk identifikasi emosi wicara. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 9(2), pp.180–189.
- Hamsa, S., Shahin, I., Iraqi, Y., & Werghi, N. (2020). Emotion recognition from speech using wavelet packet transform cochlear filter bank and random forest classifier. *IEEE Access*, 8, pp.96994–97006.
- Helmiyah, S., Fadlil, A., & Yudhana, A. (2018). Pengenalan Pola Emosi Manusia Berdasarkan Ucapan Menggunakan Ekstraksi Fitur Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC). *Cogito Smart Journal*, 4(2), pp.372-381.
- Isnawati, A. F., Susanto, I., & Purwanita, R. A. (2010). Analisis Jarak TERHADAP Redaman Snr (signal to noise ratio), Dan Kecepatan Download Pada Jaringan ADSL. *JURNAL INFOTEL - Informatika Telekomunikasi Elektronika*, 2(2), p.1.
- Jeevan, M., Dhingra, A., Hanmandlu, M., &

- Panigrahi, B. K. (2016). Robust speaker verification using GFCC based I-vectors. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, pp.85–91.
- JETE. (2022). Microphone JETE M5. Jete Indonesia. Retrieved December 21, 2022. Tersedia di: <<https://jete.id/product/microphone-jete-m5/>> [Diakses 18 September2022].
- Krobba, A., Debyeche, M., & Selouani, S.-A. (2020). Mixture linear prediction gammatone cepstral features for robust speaker verification under Transmission Channel Noise. *Multimedia Tools and Applications*, 79(25-26), pp.18679–18693.
- Phan, T. N., Kuch, V., & Lehnert, L. W. (2020). Land cover classification using Google Earth engine and random forest classifier—the role of image composition. *Remote Sensing*, 12(15), p.2411.
- Putra, K. (2017). Sistem Pengenal Wicara Mel-Frequency Cepstral Coefficient. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 20(1), pp.75-80.
- Raspberry Pi Trading Ltd. (2021). Raspberry pi datasheets. *Raspberry Pi Datasheets*. Retrieved August 13, 2022. Tersedia di: <<https://datasheets.raspberrypi.com/>> [Diakses 18 September2022].
- Subudhi, A., Dash, M., & Sabut, S. (2020). Automated segmentation and classification of brain stroke using expectation-maximization and random forest classifier. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 40(1), pp.277–289.
- Sundawa, A., Putrada, A., & Suwastika, N. (2019). Implementasi dan Analisis Simulasi Deteksi Emosi Melalui Pengenalan Suara Menggunakan Mel-Frequency Cepstrum Coefficient dan Hidden Markov Model berbasis IOT. *eProceeding of Engineering*, 6(1), pp.2100-2107.
- Ummami, P. A. (2019). Mengenal Pengaruh emosional Pada Suara Manusia Menggunakan metode fast Fourier transform (FFT). *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications (INISTA)*, 2(1), pp.14–19.
- Wang, H., & Zhang, C. (2019). The application of Gammatone frequency cepstral coefficients for forensic voice comparison under noisy conditions. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 52(5), pp.553–568.
- Zhang, Y., & Liu, X. (2019). A review of mel-frequency cepstral coefficients (MFCCs) in speech recognition. *Signal Processing*, 161, pp.107-117.
- Zheng, L., Li, Q., Ban, H., & Liu, S. (2018). Speech emotion recognition based on convolution neural network combined with Random Forest. 2018 Chinese Control And Decision Conference (CCDC).