

---

---

# Aplikasi Pengenalan Suara untuk Pengamanan Software Komputer Menggunakan Metode MFCC (Mel Frequency Cepstrum Coefficients) dan HMM (Hidden Markov Model)

Ichbal Septian El Bashart  
GMF Aero Asia  
Soekarno Hatta  
Tangerang, Indonesia  
ichbalia1smanda@gmail.com

Triyanto Pangaribowo  
Teknik Elektro  
Universitas Mercu Buana  
Jakarta, Indonesia  
triyanto.pangaribowo@mercubuana.ac.id

**Abstrak**— Proses pengolahan sinyal suara dapat menggunakan digital signal processing dan algoritma tertentu yang dapat mengolah baik itu dengan fungsi matematis ataupun persamaan sehingga dapat dikenali. Suara sendiri memiliki sinyal informasi yang tidak terbatas dan memiliki banyak kegunaan penerapan sehari – hari termasuk diantaranya adalah untuk proses kontrol dan identifikasi aplikasi komputer misalnya. Perancangan aplikasi pengenalan suara untuk membuka aplikasi komputer berdasar penggunaannya dilakukan dengan 2 proses utama yaitu dengan menggunakan algoritma untuk ekstraksi pencocokan ciri. Ekstraksi ciri merupakan fitur untuk mendapatkan ciri atau elemen suara yang bisa membedakan masing-masing suara manusia. Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini untuk ekstraksi suara adalah MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficient). Proses selanjutnya adalah pencocokan fitur ciri dengan menggunakan HMM (Hidden Markov Model). Hasil pengujian dari penelitian ini dapat diketahui apabila semakin adanya kemiripan suara saat pengujian dengan saat pelatihan maka aplikasi yang terbuka akan sesuai dengan aplikasi yang disuarakan. Hasil pengujian suara untuk mengenali suara yang ada pada database suara yang tertinggi 80% dan untuk suara diluar database hanya 0-40%, dengan kondisi aplikasi yang terbuka masih ada perbedaan antara aplikasi yang diinginkan dengan hasil keputusan sistem..

**Kata Kunci**— *Ekstraksi dan pencocokan ciri, Mel Frequency Cepstral Coefficient, Hidden Markov Model.*

## I. PENDAHULUAN

Penggunaan aplikasi dalam komputer atau perangkat personal seperti Smartphone, Tablet dan lainnya memiliki banyak fitur aksibilitas kontrol dengan menggunakan suara atau pun dengan gestur pola retina mata. Namun kontrol suara lebih mendapatkan atensi dalam melakukan kontrol aplikasi dan melakukan pencarian keyword tertentu di mesin pencari berbasis web. Perkembangan teknologi pengenalan suara di berbagai aplikasi baik itu perangkat komputer maupun mobile phone sangat berkembang dan semakin menunjukkan manfaat dan kemudahan dalam mengakses segala sesuatu dengan instan hanya dengan melatih perangkat untuk terbiasa dengan suara pemiliknya.

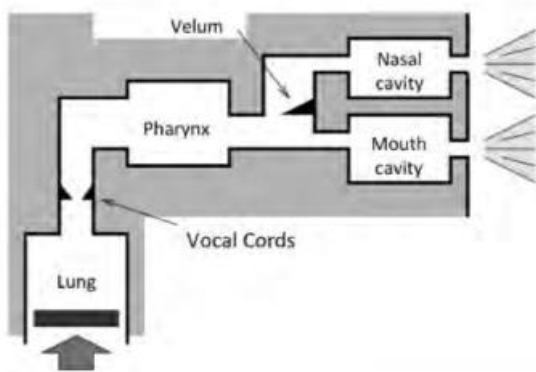
Seperti halnya mengetik di keyboard atau menekan tombol di keypad handphone, suara manusia bisa dijadikan masukan dari suatu sistem yaitu sistem pengenalan suara. Tentunya dibutuhkan mikropon sebagai alat penerima sinyal suara. Salah satu penerapannya adalah memanfaatkan suara dari pengguna dalam merespon pertanyaan atau bisa juga dimanfaatkan untuk berdialog. Untuk mendapatkan hasil berupa pengenalan suara yang baik dengan akurasi yang tinggi tentunya dibutuhkan beberapa metode untuk ekstraksi ciri dan pencocokan ciri. Bisa juga menggunakan metode pemodelan sinyal. Proses pengenalan suara sendiri cukup sulit mengingat suara manusia selalu berubah-ubah tiap waktu. Sehingga dibutuhkan metode yang benar-benar bisa membuat sistem mengenali suara yang sudah disimpan. Ada beberapa metode untuk ekstraksi ciri dimana sinyal masukan yang berdurasi panjang akan diubah ke bentuk frame yang

lebih kecil supaya bisa lebih mudah didapatkan ciri dari sinyal suara itu sendiri. Metode tersebut seperti LPC (Linear Predictive Coefficient), MFCC (Mel Frequency Cepstrum Coefficient). Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah MFCC karena berdasarkan karakter respon frekuensi telinga yang tidak linier. Proses lainnya yaitu melakukan pemodelan sinyal menggunakan HMM (Hidden Markov Model). Dengan metode HMM, maka kita bisa mendapatkan parameter tersembunyi yang dapat digunakan untuk analisis yang lebih jauh. Adapun metode untuk pencocokan ciri HMM tersebut menggunakan observasi dan state untuk mencocokkan masukan dengan database. Dengan proses-proses tersebut, pengenalan suara baru bisa dikatakan berhasil jika mampu mengenali suara pelatih. Pengenalan suara memfokuskan untuk bagaimana sistem yang dirancang bisa mempelajari dan mengenali suara dari masing-masing individu yang mempunyai keunikan masing-masing.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

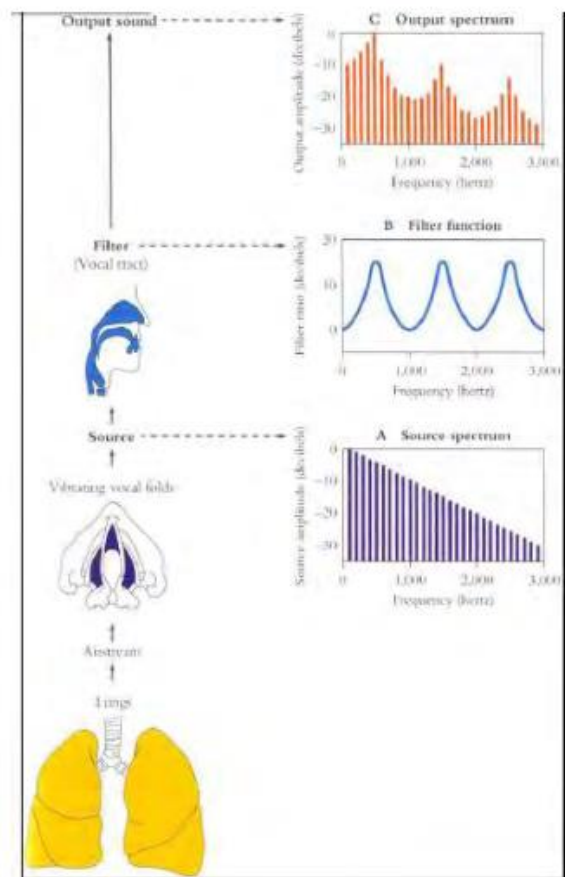
### A. Karakteristik Sinyal Wicara Manusia

Sinyal wicara dihasilkan dari kerjasama antara organ tubuh yang satu dengan yang lainnya diantaranya lungs (paru - paru), glottis (bersamaan dengan vocal cords) dan articulation tract (mouth/rongga mulut dan nose cavity/ rongga hidung). Organ vokal itu saling berkaitan satu sama lain sehingga menghasilkan suara tertentu seperti yang ditunjukkan gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Skema representasi Organ vokal manusia

Organ telinga manusia sendiri mampu membedakan frekuensi antara 30 dan 16.5 KHz, dengan kisaran suara manusia rata-rata 300-3400 Hz. Pada prosesnya gelombang suara yang merambat melalui udara berbentuk gelombang. Semakin pendek gelombang semakin tinggi frekuensi suara tersebut. [1]



Gambar 2. Proses pengolahan sinyal suara hingga terbentuk suatu sinyal

### B. Proses Pengenalan Wicara

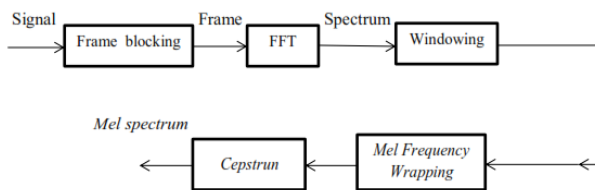
Proses pengenalan wicara dapat dilakukan setelah pengambilan suara masukan suara dari pengguna dilakukan. Di dalam proses pengolahan sinyal wicara terdapat dua fase yaitu fase pembelajaran dan fase pengujian. Fase pembelajaran merupakan fase ketika masukan sinyal wicara melalui proses ekstraksi ciri lalu ditempatkan di database suara. Sedangkan fase pengujian dilakukan dengan membandingkan sinyal wicara yang masuk dengan sinyal wicara yang sudah terdapat di database suara. Jika nilainya sama atau mendekati di dalam range yang diinginkan, maka didapatkan keputusan bahwa pengenalan suara dapat ditentukan. Tujuan dari pengenalan suara adalah untuk identifikasi. Identifikasi yang dimaksud adalah untuk mengenali suara dari pengguna yang tak dikenal dari suara yang dikenal. Proses pertama dari pengenalan suara adalah akuisisi data dan pre-processing. Akuisisi data yaitu menerima masukan sinyal wicara melalui mikrofon di komputer atau laptop. Sinyal wicara merupakan sinyal analog. Setelah melalui mikrofon sinyal wicara menjadi sinyal

digital. Sinyal bicara melalui proses pre-processing yaitu front end detection dan filtering. Dari proses front end detection sinyal bicara akan dihilangkan bagian awal dan akhir yang biasanya berupa silence. Sehingga akan didapatkan inti dari sinyal bicara yang sudah tidak terdapat silence di awal dan akhir sinyal bicara.

C. Ekstraksi Ciri metode MFCC

Ekstraksi ciri merupakan langkah untuk mendapatkan informasi dari suatu sinyal bicara dan proses mendapatkan sederetan besaran pada bagian sinyal masukan untuk menetapkan pola pembelajaran atau ketika fase training. Karena sinyal bicara mempunyai informasi dan ciri yang berbeda dari setiap penggunaanya. Dari ekstraksi ciri sinyal bicara akan didapatkan data yang berdimensi lebih kecil, yang digunakan untuk merepresentasikan masing-masing bicara yang diucapkan. Metode yang digunakan untuk proses ekstraksi ciri ini adalah Mel Frequency Cepstrum Coefficient (MFCC). Hasil dari proses ekstraksi ciri berupa koefisien-koefisien Mel yang akan disimpan di database suara (Codebook) [2].

Hasil keluaran pada ekstraksi ciri dengan Metode MFCC [3] ini adalah cepstrum yang nantinya akan dipetakan membentuk codeword. Sebelum itu dilakukan proses pre-processing yaitu Sampling, front end detection, pre-emphasize, frame blocking, windowing. Seperti pada gambar 3 bagian proses MFCC berikut.



Gambar 3. Blok Diagram MFCC

Pada blok diagram MFCC diatas pertama diawali dengan membagi sinyal menggunakan Fast Fourier Transform (FFT). Setelahnya dilakukan windowing pada setiap hasil frame. Windowing dimaksudkan untuk meminimalisasi diskontinuitas sinyal dan distorsi spectral. Kemudian dilakukan proses mel-frequency wrapping untuk memperoleh sinyal spektrum dalam mel-scale dari hasil FFT. Langkah terakhir adalah erubah hasil log mel spectrum kedalam domain waktu dan menghasilkan koefisien MFCC sebagai hasil akhir. Urutan proses cara kerja MFCC dilanjutkan pada sub bab berikut ini.

D. Kuantisasi Vektor

Kuantisasi vector [4] merupakan teknik kuantisasi yang dilakukan pemodelan dari fungsi kepadatan probabilitas dengan distribusi vector. Kuantisasi vector memetakan

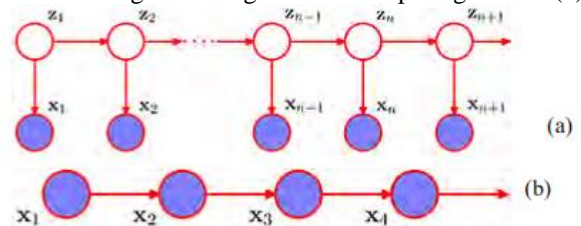
vector dengan dimensi k pada ruang vektor  $R^k$  menjadi suatu bentuk vektor berhingga  $Y = (y(i) : i = 1, 2, \dots, n)$  Vektor  $y(i)$  disebut sebagai vektor kode. Dimana vektor data yang diperoleh dari hasil ekstraksi atau codeword dikumpulkan sehingga disebut codebook.

$$d(x, y_i) = \sqrt{\sum_j^k (x_j - y_{ij})^2} \tag{1}$$

Dimana  $x_j$  adalah komponen ke-j dari vektor masukan dan  $y_{ij}$  adalah komponen j dari centroid  $y_i$ .

E. MM (Hidden Markov Model) [5]

Berdasarkan prinsip probabilitas. Model tersebut digunakan untuk memprediksi suatu keluaran berdasarkan data-data yang telah dimasukkan dan hasil dari proses pelatihan yang telah dilakukan. Model statistic ini merupakan suatu sistem yang diasumsikan sebagai Markov chain dengan parameter-parameter yang belum diketahui dan parameter-parameter yang tersembunyi tersebut harus ditentukan dari parameter yang dapat diamati. Parameter model yang diambil kemudian dapat digunakan untuk keperluan analisa selanjutnya, misalkan aplikasi pengenalan gelombang suara. Bentuk umum dari rantai markov adalah bentuk ergodic seperti yang dilihat pada gambar 4 (a). Namun dapat juga dimodelkan dengan left-right Markov seperti gambar 4(b).



Gambar 4. Model Maarkov (a) ergodic dan (b) left-right

F. Matlab

Matlab merupakan singkatan dari MATrix LABoratory, dalam bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh The Mathwork Inc. Bahasa pemrograman Matlab sangat berbeda dengan pemrograman lainnya seperti C++, maupun basic yang lain. MATLAB adalah sebuah Bahasa dengan kinerja tinggi (high performance) untuk komputasi teknik. Matlab mengintegrasikan komputasi visualisasi, dan pemrograman dalam suatu model yang sangat mudah untuk dipakai dimana masalah-masalah dan penyelesaiannya diekspresikan dalam notasi matematika yang familiar. Penggunaan Matlab meliputi bidang bidang :

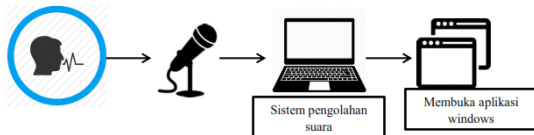
- Matematika Komputasi.
- Pembentukan Algoritma.

- Akuisisi Data.
- Pemodelan, simulasi dan pembuatan prototype.
- Analisa data, eksplorasi dan visualisasi.
- Grafik keilmuan dan bidang rekayasa.

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Perancangan dan Blok Diagram Sistem

Perancangan berikut merupakan hasil dari studi literatur yang telah dilakukan sehingga menghasilkan blok diagram sistem pada gambar 5 dimana sistem akan digunakan sebagai prosedur dalam pembuatan sistem. Secara umum konfigurasi dari blok sistem pengenalan suara sebagai berikut.

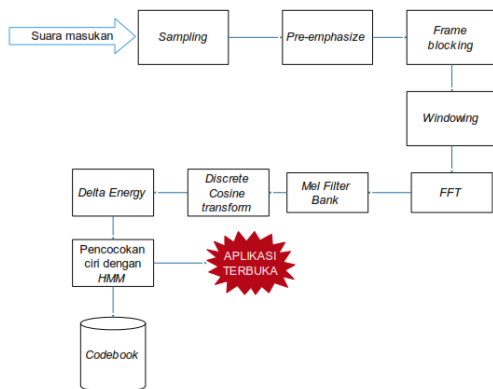


Gambar 5. Blok Diagram Sistem

Pada gambar 5 blok diagram dimulai dari masukan sinyal suara manusia yang didapatkan dari suara pengguna. Sinyal suara tersebut diterima oleh mikrofon. Sinyal suara yang masih analog akan berubah menjadi digital. Dengan menggunakan aplikasi yang dibuat akan memproses sinyal suara yang sudah diterima oleh mikrofon dan menghasilkan hasil yang diinginkan yaitu membuka aplikasi komputer yang diinginkan. Aplikasi komputer yang diharapkan terbuka pada Tugas Akhir ini dibatasi sejumlah 7, yaitu Matlab, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, Notepad, Media player, Adobe Reader.

#### B. Aplikasi Speech Recognition dengan Matlab [6]

pembuatan aplikasi pengenalan suara untuk mengolah suara sehingga menemukan keputusan membuka aplikasi yang diinginkan digambarkan dalam blok diagram berikut ini :



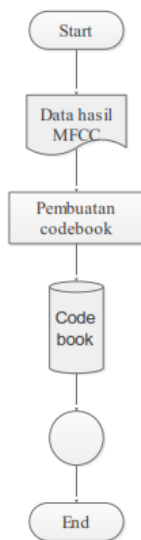
Gambar 6. Blok Diagram Sistem Pengolahan Suara

Sinyal suara direkam untuk mendapatkan ciri dari sinyal suara yang akan dibandingkan dengan sinyal suara yang menjadi masukan di fase pengujian. Proses perekaman suara dilakukan dengan menggunakan software WavePad. Dengan menggunakan WavePad, terdapat fitur untuk merekam dan juga bisa mengedit sinyal yang diinginkan. Misalkan ingin menghilangkan noise. Maka sinyal yang tidak diinginkan bisa dipotong. Proses perekaman menggunakan software WavePad ini digunakan ketika fase pembelajaran. Suara-suara yang telah direkam diproses sehingga menghasilkan fitur yang diinginkan. Ketika fase pengujian, proses perekaman langsung melalui interface yang disediakan yang berupa GUI Matlab. Sehingga suara langsung diterima oleh Matlab dan langsung diproses. Sinyal suara masuk melalui mikrofon di PC atau laptop. Sinyal suara yang masih analog akan diubah menjadi sinyal digital ketika melalui mikrofon karena terdapat ADC atau Analog to Digital Converter. Sinyal suara pada umumnya merupakan sinyal kontinu. Agar sinyal dapat diproses oleh komputer, maka harus diubah terlebih dahulu dari data sinyal kontinu ke sinyal diskrit. Hal itu dapat dilakukan dengan proses sampling, kuantisasi dan pengkodean. Setelah mengalami proses konversi dari analog ke digital, sinyal suara yang sudah melalui proses-proses tersebut, akan memasuki proses pre-processing yaitu pre-emphasis, frame blocking dan windowing. Pre-emphasis merupakan filter yang akan menaikkan energy ketika berada di frekuensi yang lebih tinggi. Frame blocking akan membagi sampel suara menjadi frame yang lebih kecil dengan adanya overlapping untuk menjaga sinyal dari hilangnya ciri atau karakteristik. Windowing akan menghilangkan diskontinuitas dari sinyal yang sudah diframe blocking. Proses ekstraksi ciri menggunakan metode MFCC (Mel Frequency Cepstrum Coefficient). Sinyal suara yang masih berada di domain waktu diubah ke domain frekuensi menggunakan FFT (Fast Fourier Transform). Sinyal suara akan lebih mudah diolah ketika berada di domain frekuensi. Proses untuk mendapatkan koefisien Mel nya adalah Mel Filter Bank. Sinyal yang sudah berada di domain frekuensi akan difilter dengan bandpass filter berbentuk triangular. Hasil multiplikasi antara spektrum sinyal dengan koefisien filterbank akan dikonversikan ke domain waktu menggunakan DCT (Discrete Cosine Transform) sehingga hasilnya disebut MFCC. Perlu diketahui MFCC masih mempunyai beberapa kekurangan, sehingga diperlukan penambahan fitur yang berhubungan dengan perubahan cepstral-nya. Salah satu diantaranya adalah dengan membatasi koefisien Mel-nya 13-26.

#### C. Pembuatan Database Codebook

Nilai-nilai delta energi yang berbeda-beda atau hasil akhir MFCC akan disimpan dalam database berupa file

dengan format mat. Database ini akan mempunyai kolom dan baris yang akan ditempati nilai-nilai setiap command nama aplikasi. Kolom dan baris yang disediakan disesuaikan dengan panjang sinyal suara yang digunakan. Setelah data disimpan dengan baik maka dibuatlah codebook, dimana pada tahap ini dilakukan proses ekstraksi sampel suara dan titik – titik vector hasil dari proses FFT, Selanjutnya dilakukan pemetaan titik codebook dengan menggunakan teknik kuantisasi vektor (VQ) dimana ruang dari vektor yang besar menjadi daerah yang terbatas (cluster). Setiap cluster merepresentasikan sebuah titik centroid yang disebut codeword. Semua codeword disebut codebook. Titik-titik sampel yang berdekatan dikuantisasikan ke suatu titik vektor sehingga diperoleh beberapa titik vektor atau centroid. Kemudian nilai-nilai centroid dari setiap sampel database pelatihan dengan dependant satu user disimpan dalam sebuah codebook hasil pelatihan masing – masing kondisi benar untuk membuka beberapa aplikasi. Gambar 7 berikut diagram alir untuk proses dari pembuatan database dan codebook

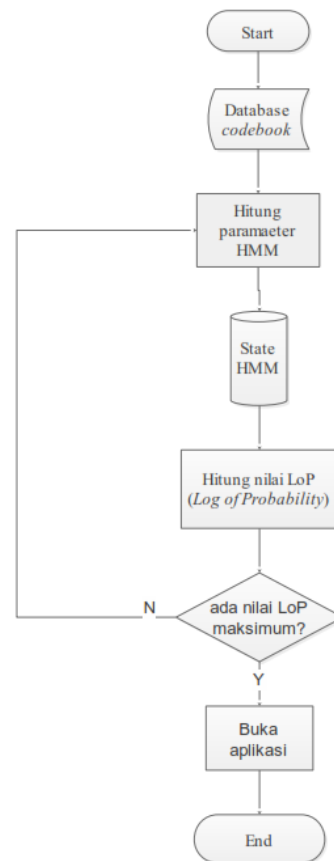


Gambar 7. Diagram Alir Pembuatan Database Codebook

*D. Parameter dan Pengenalan HMM (Hidden Markov Model)*

Proses selanjutnya yakni mencari parameter-parameter HMM yang dibutuhkan dalam proses pengenalan dan pencocokan dengan database yang telah diibuat. Untuk mendapatkan parameter-parameter tersebut diperlukan masukan atau disebut state dalam HMM. Seperti yang dijelaskan pada bab 2 sebelumnya, keluaran dalam proses pembuatan codebook yang berupa nilai – nilai posisi centroid, merupakan state pada proses ini. Centroid akan membentuk suatu urutan yang mewakili urutan penggalan masing-masing sampel. Urutan centroid ini yang dijadikan

urutan state dalam pembentukan parameter HMM. Untuk melakukan porses pembelajaran pada HMM dilakukan dengan perhitungan LoP (Log of probability) untuk pengulangan 10 kali pada masing-masing label. Maka setelah proses selesai akan dikeluarkan grafik nilai besar LoP sesuai dengan iterasi yang dilakukan sehingga dapatdilanjutkan ke proses pengenalan. Nilai LoP tertinggi dari beberapa label yang ada akan dianggap sebagai hasil benar yang sesuai database pada codebook pada saat proses pelatihan. Gambar 8 diagram alir menjelaskan proses pembuatan dan pengenalan parameter HMM.



Gambar 8. Diagram Alir Pengenalan Parameter HMM

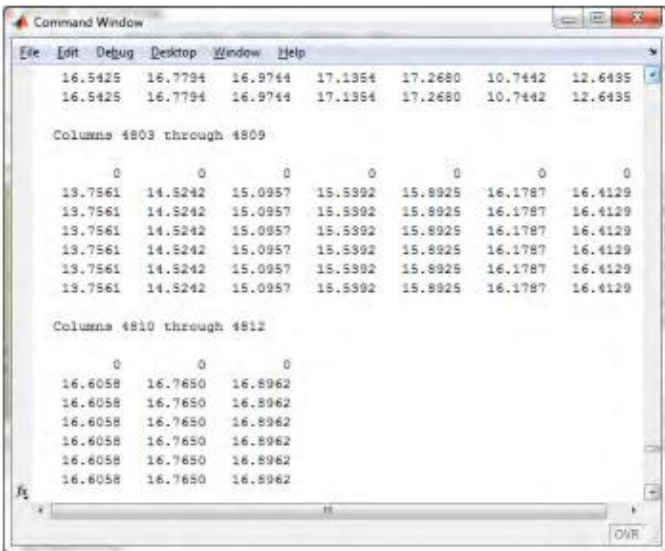
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan diadakanya pengujian dan analisa untuk pengolahan sinyal suara adalah untuk mendapatkan ciri atau parameter dari sinyal suara yang akan digunakan sebagai database maupun masukan. Tahapan pengolahan sinyal suara diantaranya sebagai berikut : perekaman suara, front end detection, pre-emphasis, frame blocking, windowing, FFT (Fast Fourier Transform), Mel Filter Bank, Discrete Cosine Transform, Delta Energy dan Spectrum lalu terakhir

dilakukan pencocokan ciri dengan HMM (Hidden Markov Model).

*A. Memasukan Nilai ke Database Suara*

Hasil nilai dari masing-masing sinyal suara dengan kata berbeda, ditempatkan dalam satu database suara. Database bisa ditempatkan dalam sebuah folder atau file. Dalam file pun bias berupa format teks file, mat file, dat file dan lain-lain. Dalam Tugas Akhir ini, yang digunakan untuk menempatkan nilai-nilai ke database, berupa mat file. File mat merupakan fasilitas dari Matlab untuk menyimpan nilai-nilai yang diinginkan. File mat menyimpan data dalam biner. File mat dibuat disesuaikan dengan jumlah data yang akan digunakan pada proses pencocokan ciri. Penggunaan file mat yang pada tugas akhir ini adalah database.mat yang berisi nilai – nilai vektor frame dari ekstraksi ciri 7 perintah aplikasi yang akan dibuka. Jika kita lihat pada command window matlab maka gambar 4.15 berikut merupakan banyak nilai yang ada dalam database.mat yang digunakan untuk menyimpan ciri tersebut terdiri dari 7 baris dan 4812 kolom.



Gambar 9. Database Vektor Frame Suara Yang Telah Dibuat

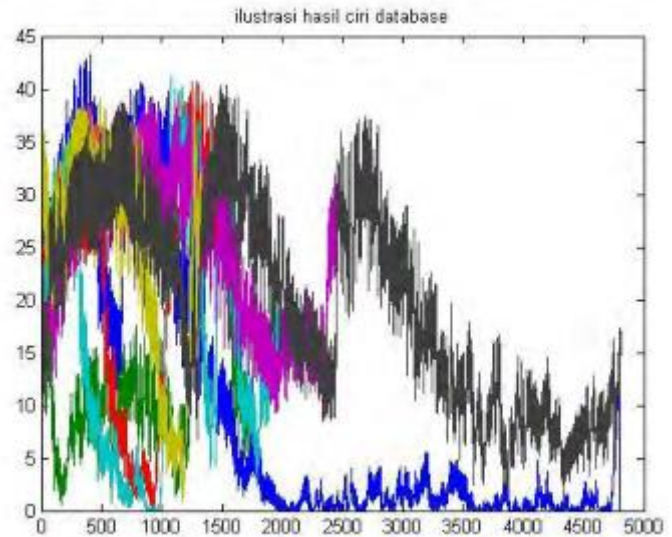
Dari tabel yang berisi frame baris dan kolom tersebut nantinya pada GUI terdapat suatu syntax untuk menguji dan mencocokkan ciri dengan probabilitas dengan menggunakan HMM (Hidden Markov Model). Baris dan kolom database tersebut hingga ditemukan hasil yang sesuai koefisien probabilitas tertinggi. Hasil selektivitas dari program pengenalan yang ada pada GUI akan membuka aplikasi yang sesuai dengan suara yang dimasukkan pengguna didalam aplikasi yang telah dibuat.

*B. Simulasi JTR GD KRDB pada aplikasi ETAP 16.0Pembandingan Hasil Ekstrasi dengan HMM (Hidden markov Model)*

GUI matlab yang telah dibuat akan diproses sehingga menghasilkan nilai ciri terprediksi. Nilai ciri suara masukan akan dibandingkan dengan nilai ciri yang tersimpan pada database suara. Dari proses pelatihan model dan observasi masukan dan keluaran menggunakan fungsi-fungsi dan model HMM maka akan dihasilkan probabilitas yang paling mendekati dengan salah satu nilai ciri dari pembuka aplikasi windows. Apabila ada satu deret data hasil keluaran dari probabilitas perhitungan HMM maka data observasi akan dibandingkan dengan yang ada pada database dari 7 nilai yang didapatkan maka akan dicari nilai yang paling mendekati dengan salah satu aplikasi ,berikut hasil salah satu observasi yang merupakan 7 kolom data output observasi maka yang terbesar yang akan diambil untuk kemudian membuka aplikasi yang sesuai urutan data tersebut.

1.3960 0.3301 0.8137 0.6530 0.7961 1.0320 0.6487

Maka dari urutan ans/hasil yang diambil dari run aplikasi dan keluar di command window maka urutan pertama yaitu adobe reader akan terbuka pada aplikasi dan berikut ini gambar 4.16 merupakan perbandingan nilai hasil observasi HMM dengan lainnya yang melakukan pencocokan ciri dengan sinyal suara masukan dengan ciri suara yang ada pada database.

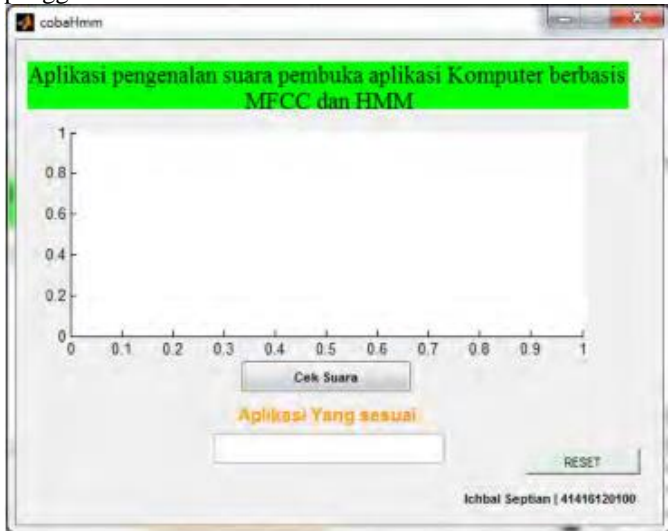


Gambar 10. Ilustrasi Nilai Ekstraksi Ciri Yang Tersimpan

*C. Pengujian Aplikasi Pengenalan Suara*

Pada proses pengujian terdapat GUI (Graphic User Interface) pada matlab yang merupakan antarmuka untuk pengguna dapat melakukan pengujian suara gambar 11 berikut ini merupakan tampilan GUI aplikasi pengenalan

suara untuk membuka program dengan perintah suara pengguna.



Gambar 11. Tampilan GUI Pengguna

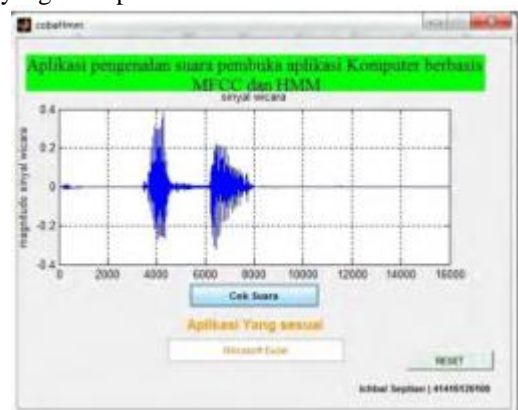
Untuk Melakukan peekaman suara maka dapat ditekan pada tombol cek suara . Seanjutnya suara akan di proses oleh sistem dan program tesgui dan gambar sinyal suara akan ditampilkan pada grafik yang ada di tengah program dan apabila ekstraksi suara input pada cek suara akan sama dengan probabilitas salah satu database suara maka aplikasi yang dimaksud di awal akan terbuka. Untuk mengulangi masukan suara maka dapat menekan tombol reset yang ada. Aplikasi maka pengguna dapat mengulang melakukan input suara dari awal kembali. Pengujian yang dilakukan dengan membandingkan data probabilitas vektor ekstraksi ciri suara yang dimasukkan lewat GUI dengan yang ada pada database suara. Pengujian ini mengambil sampel dengan suara pengguna sebanyak 10 pengulangan serta dalam keadaan di ruangan terbuka dan tertutup. Maka setiap pembicara akan menyuarakan masing – masing nama dari tiap aplikasi. Tabel 1 merupakan hasil pengujian dari keseluruhan.

Tabel 1. Pengujian Suara

| Iterasi<br>Aplikasi | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9     | 10     |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| reader              | reader | reader | reader | reader | Note   | note   | reader | reader | excel | reader |
| Excel               | mat    | excel  | excel  | excel  | excel  | excel  | mat    | excel  | excel | excel  |
| matlab              | Mat    | mat    | mat    | mat    | Mat    | note   | reader | mat    | note  | mat    |
| notepad             | mat    | note   | note   | note   | mat    | reader | note   | ppt    | note  | note   |
| player              | excel  | word   | player | player | reader | reader | player | reader | excel | reader |
| powerpoint          | ppt    | note   | ppt    | ppt    | excel  | ppt    | note   | ppt    | ppt   | ppt    |
| Word                | word   | word   | word   | note   | player | word   | word   | player | word  | word   |

Hasil pengujian seperti pada tabel 1 dilakukan diruang terbuka tempat kerja dan lingkungan aula kampus dengan kondisi agak ramai menggunakan mic external dengan jack 3.5 mm terkoneksi pada laptop atau handphone untuk merekam suara pengguna pengujian. Sebagaimana dapat dilihat pengujian dilakukan yaitu sebanyak sepuluh kali mengulai tiap aplikasi yang akan dibuka maka data yang paling banyak memiliki kecocokan adalah Microsoft excel. Karena jenis database yang digunakan terbatas jadi hanya dapat menyimpan vektor dan nilai probabilitas model dari suara pengguna hanya satu kali saja , jadi masih ditemukan error pada saat pengecekan suara untuk membuka suatu aplikasi, karena suara bersifat dinamis jadi paling tidak harus ada kemiripan dari intonasi dan tinggi suara dengan rekaman suara yang dimasukkan untuk ekstraksi ciri di database saat pengujian berlangsung.

Jika diaplikasikan untuk jenis speaker independent atau orang selain pengguna maka perlu ditambah lagi sehingga pengguna lain yang ingin proteksi software komputernya dapat memasukkan database suara nya dalam GUI yang di kustomisasi dengan halaman login dan pelatihan suara dari pengguna baru lewat aplikasi. Dari hasil pengujian yang telah disebutkan tadi dapat diurutkan prosentase keberhasilan dari 10 iterasi data yang diujicobakan oleh pengguna maka hasil tertinggi adalah Microsoft excel lalu adobe reader dan Microsoft word. Ketiga aplikasi tersebut paling sering terbuka oleh penguji karena adanya kesamaan intonasi , panjang suara dan pelafalan yang mirip dengan file rekaman suara yang ada pada database.



Gambar 12. Pengecekan Suara Pada GUI

Selanjutnya pengujian dilanjutkan dengan responden yang terdiri dari 10 orang laki-laki dan 10 perempuan, tabel 2 dan 3 berikut merupakan hasil dari pengujian dari responden diluar suara pelatih yang suara terdapat pada database suara. Besar prosentase merupakan banyak dapat membuka aplikasi, karena aplikasi bersifat speaker dependant atau hanya pelatih saja yang mampu membuka

aplikasi karena untuk mengamankan komputer dari akses orang lain.

Tabel 2. Pengujian responden Suara laki-laki

| Responden    | reader | excel | mat | note | player | ppt | word |
|--------------|--------|-------|-----|------|--------|-----|------|
| Pembicara 1  | 10%    | 30%   | 20% | 0%   | 10%    | 30% | 40%  |
| Pembicara 2  | 20%    | 30%   | 50% | 10%  | 10%    | 20% | 20%  |
| Pembicara 3  | 10%    | 20%   | 20% | 30%  | 0%     | 40% | 10%  |
| Pembicara 4  | 20%    | 20%   | 60% | 10%  | 30%    | 10% | 40%  |
| Pembicara 5  | 0%     | 20%   | 40% | 10%  | 40%    | 30% | 10%  |
| Pembicara 6  | 10%    | 0%    | 20% | 10%  | 40%    | 30% | 10%  |
| Pembicara 7  | 0%     | 10%   | 30% | 10%  | 20%    | 20% | 0%   |
| Pembicara 8  | 10%    | 10%   | 40% | 20%  | 20%    | 30% | 10%  |
| Pembicara 9  | 10%    | 10%   | 40% | 30%  | 10%    | 40% | 0%   |
| Pembicara 10 | 0%     | 20%   | 20% | 20%  | 20%    | 30% | 10%  |

Tabel 3. Pengujian responden Suara perempuan

| Responden    | reader | excel | mat | note | player | ppt | word |
|--------------|--------|-------|-----|------|--------|-----|------|
| Pembicara 1  | 20%    | 10%   | 10% | 20%  | 10%    | 20% | 10%  |
| Pembicara 2  | 30%    | 10%   | 30% | 20%  | 30%    | 20% | 20%  |
| Pembicara 3  | 10%    | 20%   | 20% | 30%  | 10%    | 20% | 10%  |
| Pembicara 4  | 20%    | 10%   | 10% | 20%  | 20%    | 10% | 0%   |
| Pembicara 5  | 20%    | 20%   | 30% | 10%  | 10%    | 20% | 10%  |
| Pembicara 6  | 10%    | 20%   | 40% | 20%  | 10%    | 20% | 10%  |
| Pembicara 7  | 10%    | 10%   | 30% | 20%  | 10%    | 10% | 20%  |
| Pembicara 8  | 20%    | 0%    | 10% | 10%  | 20%    | 20% | 10%  |
| Pembicara 9  | 0%     | 10%   | 10% | 20%  | 40%    | 10% | 10%  |
| Pembicara 10 | 10%    | 30%   | 20% | 10%  | 40%    | 10% | 0%   |

Dari kedua tabel pengujian untuk responden laki-laki dan perempuan dapat dilihat bahwa prosentase pengenalan untuk membuka aplikasi dengan database suara tunggal yang merupakan referensi sistem sebagai penentu aplikasi mana yang terbuka namun dalam pengujian prosentase didapat merupakan banyak aplikasi yang terbuka dalam 10 kali percobaan. Maka dari keseluruhan yang banyak aplikasi yg terbuka lebih pada responden laki-laki dimana yang sama gender dengan penulis. Selain itu intonasi, pelafalan dan durasi masukan suara juga penting untuk penentuan kecocokan dengan database tunggal sehingga HMM dapat memprediksi model yang sama dengan yang dilatih dan probabilitas yang memiliki nilai mendekati nilai ciri di tiap baris ciri database suara.

Metode yang digunakan sebagai ekstraksi ciri merupakan MFCC (Mel Frequency Cepstrum Coefficient) dimana metode ini baik digunakan untuk sinyal suara karena langkah-langkah ekstraksi ciri suara kedalam bentuk koefisien dapat berbeda satu masukan suara yang tersimpan dengan

yang lain dan mampu melakukannya secara kontinyu satu deret sinyal dengan durasi tertentu. Maka selanjutnya untuk melakukan prediksi dan perbandingan dengan masukan suara lain melalui pembuatan model observasi digunakan algoritma HMM (Hidden Markov Model). HMM akan melakukan proses perhitungan probabilitas model dari observasi untuk keluaran ciri pada database yang memiliki 7 baris perintah dengan nilai yang berbeda untuk kemudian menentukan mana nilai yang mendekati ciri pada perintah pembuka aplikasi yang akan dibuka. Semakin tinggi nilai observasi mel yang teramati oleh sistem dengan nilai total baris di tiap perintah membuka aplikasi maka semakin mirip suara masukan saat pengujian dengan suara pada database sehingga aplikasi yang dimaksud dapat terbuka.

## V. KESIMPULAN

Sistem yang telah dibuat mampu mendeteksi nilai probabilitas yang paling mendekati dengan perhitungan menggunakan algoritma HMM dengan mengambil nilai observasi probabilitas terbesar dari korelasi suara masukan dan suara yang tersimpan pada database. Maka probabilitas tertinggi didapatkan yaitu 80% dengan masukan suara yang memiliki kemiripan dari segi lafal dan intonasi sehingga menghasilkan koefisien yang mirip dengan suara pada database.

Aplikasi yang banyak terbuka adalah Microsoft excel dimana lafal dan intonasi dari pengujian saat melakukan pengucapan aplikasi selain Microsoft excel jadi terdeteksi menjadi Microsoft excel, hal ini dikarenakan kemiripan lafal dan intonasi aplikasi lain dengan Microsoft excel sehingga hasil probabilitasnya mengarah pada aplikasi Microsoft excel

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini dituliskan ucapan terima kasih terhadap pihak-pihak yang membantu terselesaikannya penelitian ini serta ucapan terima kasih terhadap tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas dipublikasikannya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Rabiner and B.-H. Juang, Fundamentals of speech recognition, Englewood Cliffs: Prentice-Hall International, 1993
- [2] Bala Anjali, Abhijeet Kumar, Nindhika Birla, Voice Command Recognition System Based On MFCC And DTW, International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2 (12), 7335-7342, 2010.
- [3] Tiwari Vibha, MFCC and its applications in speaker recognition, International Journal on



- Emerging Technologies 1(1): p:19-22, 2010.
- [4] E. Schukat – Talamazzini, Automatische Spracherkennung, Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg Verlag, 1995.
- [5] Rabiner, Lawrence. "A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition." Proceedings of the IEEE 77.2 (1989): 257-286.
- [6] Chadawan Ittichaichareon, Siwat Suksri, Thaweesak Yingthawornsuk, Speech Recognition using MFCC, International Conference on Komputer Graphics, Simulation and Modeling (ICGSM'2012) Pattaya (Thailand) July 28-29, 2012.