

## **Pengenalan Ucapan Menggunakan Metode *Linear Predictive Coding (LPC)* Dan *K-Nearest Neighbor (K-NN)***

**Miftahul Walid<sup>1)</sup>, Aang Kisnu Darmawan<sup>2)</sup>**

Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Teknik Universitas Islam Madura  
Parkway Jl. PP. Miftahul Ulum Bettet, Pamekasan, madura  
e-mail: [miftahwalid@gmail.com](mailto:miftahwalid@gmail.com)

*Terima Naskah* : 1 April 2017

*Terima Revisi* : 20 April 2017

### **ABSTRAK**

Pengenalan ucapan (Speech Recognition) merupakan salah satu bagian dari bidang ilmu komunikasi yang melibatkan pengolahan sinyal (Signal Processing). dalam beberapa dekade sudah dilakukan riset tentang pengenalan ucapan, beberapa bidang telah menggunakan sistem pengenalan ucapan seperti robotika, sistem sekuriti dan lain - lain. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan kombinasi metode antara Linear Predictive Coding (LPC) dengan K-Nearest Neighbor (K-NN) dalam proses pengenalan ucapan, K-NN dipilih karena memiliki algoritma dan perhitungan yang sederhana sehingga akan berpengaruh pada efisiensi waktu di dalam eksekusi program, dengan penggunaan kombinasi metode tersebut, telah menghasilkan akurasi yang baik,, hal itu dibuktikan dari 16 data uji yang diujikan, hasil atau keputusan yang dihasilkan oleh sistem memiliki akurasi sebesar 62,5% dibandingkan dengan target yang telah ditentukan.

**Kata kunci : Pengenalan Ucapan, LPC, K-NN**

### **ABSTRACT**

*Speech recognition is one part of the field on communication science which requires signal processing. in several decades already done research on the speech recognition, severalSector have been using speech recognition system such as robotics, security systems and many others. In this research, researchers performed a combination between Linear Predictive Coding method (LPC) with K-Nearest Neighbor Method (K-NN) in the speech recognition process. KNN was chosen because it has a simple algorithm that would affect to the time efficiency in the program execution, by using a combinationthese methods, has resulted a good accuracy, it wasproved from the 16 test data which has been tested, the accuratiorresults is 62,5% compared to the target.*

**Keywords: *Speech Recognition, LPC, K-NN***

## PENDAHULUAN

Pengenalan ucapan (*Speech Recognition*) merupakan salah satu bagian dari bidang ilmu komunikasi yang melibatkan pengolahan sinyal (*Signal Processing*). dalam beberapa dekade sudah dilakukan riset tentang pengenalan ucapan, beberapa bidang telah menggunakan sistem pengenalan ucapan seperti robotika, sistem sekuriti dan lain - lain. Analisis atau ekstraksi sinyal ucapan dilakukan untuk mendapatkan informasi berupa magnitudo, dalam penelitian ini proses analisis tersebut menggunakan metode *learning Predictive Coding* (LPC).

*Learning Predictive Coding* (LPC) merupakan salah satu teknik analisis sinyal wicara yang sangat powerfull dan menyediakan ekstraksi fitur yang berkualitas baik dan efisien untuk digunakan dalam perhitungan, LPC melakukan analisis dengan cara memperkirakan *formant*, memisahkan *formant* dari sinyal, yang dinamakan proses *Invers Filtering* dengan mengestimasi intensitas dan frekuensi dari sinyal wicara yang tersisa, yang disebut *Residue*. Karena sinyal wicara bervariasi seiring waktu, estimasi tersebut dilakukan pada setiap potongan kecil dari sinyal yang dinamakan *frame* [1]. Hasil dari analisis atau ekstraksi ciri sinyal ucapan tersebut selanjutnya akan dijadikan sebagai dataset dalam pengklasifian, metode klasifikasi yang digunakan adalah *K-Nearest Neighbor* (K-NN).

Dalam *K-Nearest Neighbor* (K-NN), pengelompokan suatu data baru berdasarkan jarak data tersebut ke beberapa data atau tetangga (*Neighbor*) terdekat. Dalam hal ini jumlah data atau tetangga terdekat ditentukan oleh user yang dinyatakan dengan  $k$  [2]. Pemilihan metode K-NN dilakukan untuk menyederhanakan algoritma perhitungan sehingga akan berpengaruh pada efisiensi waktu yang digunakan dibandingkan metode lain yang pernah dilakukan seperti *Artificial Neural Networks* yang dikombinasi dengan *Fast Forier Transform* (FFT) untuk mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik suara [3]. Klasterisasi Pengenalan Suara Menggunakan Metode *Particel Swarm Optimazation* pada pengembangan pengenalan Individu Berbasis Suara Ucapan [4]. *Deep learning Algorithm* dalam pengelompokan ciri sistem pengenalan suara [5]. Kombinasi *Neural Networks* dan *Hidden Markov Model* (HMM) [6]. Kombinasi metode *Mel-Frequency Cepstrum Coefficients* (MFCC) dan *Self Organizing Maps*

(SOM) yang digunakan untuk pengenalan angka, data angka yang digunakan adalah 1-10. [7].

Dalam penelitian ini akan fokus pada pengenalan ucapan yang didapat dari nilai koefisien hasil ekstraksi ciri (*Magnitudo*) dengan menggunakan metode *Linear Predictive Coding* (LPC) dan kemudian akan diklasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN). Dataset terdiri dari 4 variabel ucapan yaitu “maju, mundur, mulai dan berhenti” dimana setiap variabel tersebut direkam sebanyak 20 kali dan terdiri dari 6 ciri, dari setiap variabel yang terdiri dari 20 *record*, 16 *record* akan dijadikan sebagai data latih dan 4 *record* akan dijadikan sebagai data uji. Hasil atau output dari penelitian ini akan mampu memberikan keputusan yang sesuai dengan target yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini hanya menggunakan ucapan dari satu orang.

## Pengolahan Sinyal

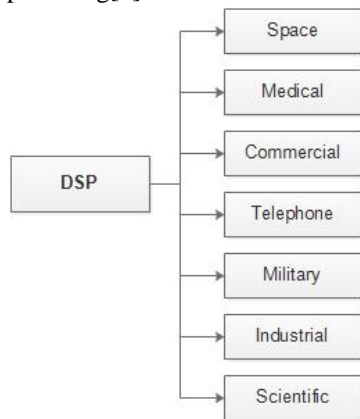
*Digital Signal Processing* (DSP) merupakan bidang ilmu komputer yang berbeda yang mana memiliki keunikan karena tipe data yang digunakan adalah sinyal. Pada beberapa kasus, sinyal-sinyal tersebut berasal dari data seperti getaran seismic, gambar visual, gelombang Ucapan dll.

*Digital Signal Processing* (DSP) adalah teknik, algoritma dan bentuk matematis yang digunakan untuk memanipulasi data sinyal yang diubah dalam bentuk digital. Tujuan utama DSP adalah untuk mendapatkan atau mengekstrak informasi yang dibawa oleh sinyal seperti meningkatkan kualitas gambar, mengenal dan membentuk speech, kompresi data untuk penyimpanan dan lain-lain.

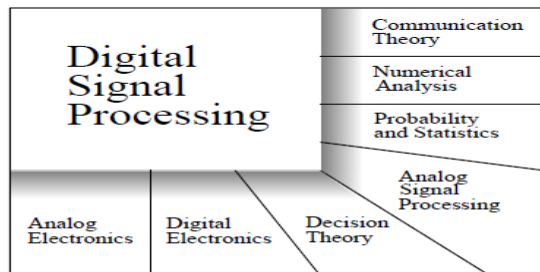
DSP mulai digunakan mulai tahun 1960 hingga 1970 ketika computer digital pertama diperkenalkan. Pada masa itu komputer digital termasuk barang mahal sehingga penggunaan dari DSP terbatas pada radar dan sonar sebagai sistem keamanan nasional, eksplorasi minyak, eksplorasi space (permukaan bumi) dan gambar medis. Dengan adanya revolusi personal komputer karena kemajuan dalam disain rangkaian elektronika yang terintegrasi dari MSI ke VLSI kemudian ULSI dan terakhir nano teknologi sehingga aplikasi-aplikasi DSP semakin berkembang pesat dan dipublikasikan secara komersil contohnya telepon mobile, CD player, electronic Speech mail. Gambar 1 memperlihatkan aplikasi-aplikasi

dengan menggunakan DSP.

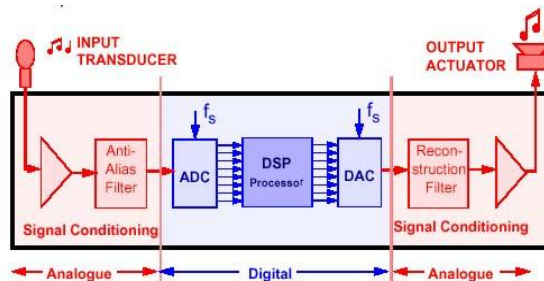
Teori dan aplikasi DSP didukung oleh beberapa disiplin ilmu seperti teori komunikasi, elektronika digital, elektronika analog dan lain-lain sebagaimana dapat dilihat pada gambar 2. Sedangkan gambar 3. Menggambarkan cara kerja DSP secara umum dimana terdiri dari 3 proses, yaitu Input berupa analog, proses berupa pemrosesan secara digital dan output kembali berupa analog[8].



Gambar 1. Aplikasi DSP di beberapa bidang



Gambar 2. Beberapa disiplin ilmu yang mendukung DSP



Gambar 3. Cara kerja DSP secara umum

**Speech Processing**

Speech Processing (pemrosesan lafal/ucapan) adalah metode mengekstrak informasi yang diinginkan dari sebuah sinyal suara. Untuk memproses sebuah sinyal dengan sebuah computer digital, sinyal harus dihadirkan dalam bentuk digital sehingga sinyal tersebut dapat digunakan oleh sebuah computer digital. Awalnya, gelombang suara akustik diubah ke suara sebuah sinyal digital sesuai untuk voice processing. Sinyal digital disini adalah sinyal analog yang telah melalui proses sampling, quantization, dan encoding [9].

Sampling adalah proses mengambil nilai-nilai sinyal pada titik-titik diskrit sepanjang variable waktu dari sinyal waktu kontinu. Sehingga didapatkan sinyal waktu diskrit. Jumlah titik-titik yang diambil setiap detik dinamakan sebagai sampling rate. Dalam melakukan sampling, perlu diperhatikan kriteria Nyquist yang menyatakan bahwa sebuah sinyal harus memiliki sampling rate yang lebih besar dari 2fm dengan fm adalah frekuensi paling tinggi yang muncul disebuah sinyal.

Quantization adalah proses memetakan nilai-nilai dari sinyal nilai kontinu menjadi nilai-nilai diskrit, sehingga didapatkan sinyal nilai diskrit.

Encoding adalah proses mengubah nilai-nilai sinyal menjadi bilangan biner [9].

**Speech Recognition**

Speech recognition (pengenalan lafal/ucapan) adalah suatu proses untuk mengenali seseorang dengan mengenali ucapan dari orang tersebut. Automatic speaker recogniton adalah penggunaan sebuah modul untuk mengenali ucapan seseorang dari sebuah frasa yang diucapkan. Empat dasar cara untuk melakukan speech recognition adalah sebagai berikut [9] :

- 1) *Template based approaches*, dimana input speech yang ada dibandingkan dengan database yang ada untuk mendapatkan hasil yang paling cocok.
- 2) *Knowledge based approaches*, untuk mengenali speech dengan proses pembelajaran pada sistem.
- 3) *Stochastic approaches*, dimana melihat data statistika dari suatu individual speech.
- 4) *Connected approaches* dimana menggunakan jaringan dari sejumlah contoh data, penghubung seluruh node yang ditraining

untuk mengenali speech.

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode template based approaches dan Knowledge based approaches yaitu dengan cara membandingkan data input speech dengan data speech yang terdapat pada database dan untuk mengenali speech dengan proses pembelajaran pada sistem.

**Linear Predictive Coding (LPC)**

Suatu sinyal ucapan yang masuk disegmentasi atau dibingkai dengan panjang bingkai (frame) tertentu. Terhadap sinyal ucapan terbingkai dilakukan penjendelaan yang dapat dilakukan menggunakan jendela hamming (hamming window), yang memiliki persamaan [10] :

$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cdot \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right), 0 \leq n \leq N-1 \tag{1}$$

maka akan didapat sinyal ucapan terbingkai yang telah dijendelakan menggunakan jendela hamming dengan urutan :

$$S_n(m) = S(n+m) \cdot w(n), 0 \leq m \leq N-1 \tag{2}$$

Analisis LPC dilakukan menggunakan metode autokorelasi, yang memiliki bentuk persamaan fungsi autokorelasi :

$$R_n(i-k) = \sum_{m=0}^{N-1-(i-k)} S_n(m) S_n(m+i-k) \tag{3}$$

Jika fungsi autokorelasi bersifat simetris  $R_n(k) = R_n(-k)$ , sehingga persamaan LPC dapat dinotasikan sebagai :

$$\sum_{k=1}^p R_n(|i-k|) \hat{a}_k = R_n(i), 1 \leq i \leq p \tag{4}$$

Nilai koefisien-koefisien LPC didapat dengan menyelesaikan persamaan matrik berikut :

$$\begin{bmatrix} R_n(0) & R_n(1) & R_n(2) & \dots & R_n(p-1) \\ R_n(1) & R_n(0) & R_n(1) & \dots & R_n(p-2) \\ R_n(2) & R_n(1) & R_n(0) & \dots & R_n(p-3) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_n(p-1) & R_n(p-2) & R_n(p-3) & \dots & R_n(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \\ \dots \\ \alpha_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_n(1) \\ R_n(2) \\ R_n(3) \\ \dots \\ R_n(p) \end{bmatrix}$$

**Konversi Koefisien LPC Ke Koefisien Cepstral**

Koefisien-koefisien cepstral LPC adalah parameter yang penting dalam pengenalan ucapan.

Koefisien-koefisien cepstral LPC dapat diperoleh langsung dari koefisien-koefisien LPC, melalui persamaan :

$$c_m = a_m \sum_{k=1}^{m-1} \binom{k}{m} c_k a_{m-k}, 1 \leq m \leq p \tag{5}$$

$$c_m = \sum_{k=m-p}^{m-1} \binom{k}{m} c_k a_{m-k}, m > p \tag{6}$$

Koefisien cepstral LPC merupakan koefisien-koefisien dari representasi transformasi fourier spektrum magnitude logaritmik. Koefisien-koefisien cepstral LPC terbukti memiliki sifat yang lebih robust dibandingkan koefisien-koefisien LPC pada pengenalan ucapan. Apabila Q menyatakan jumlah koefisien cepstral LPC, maka biasanya representasi dengan nilai  $Q > p$ , yaitu  $Q \sim (3/2)p$  koefisien, sering digunakan pada pengenalan ucapan .

**K-Nearest Neighbor (K-NN)**

Metode k-Nearest Neighbour (k-NN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut [9].

Data pembelajaran diproyeksikan ke ruang berdimensi banyak, dimana masing-masing dimensi merepresentasikan ciri dari data. Ruang ini dibagi menjadi bagian-bagian berdasarkan klasifikasi data pembelajaran. Dekat atau jauhnya tetangga biasanya dihitung berdasarkan jarak Euclidean dengan rumus umum sebagai berikut :

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2} \tag{7}$$

Klasifikasi k-NN dilakukan dengan mencari k- buah tetangga terdekat dan memilih kelas dengan ki terbanyak pada kelas  $\omega_i$ . Adapun langkah-langkah klasifikasi k-NN adalah sebagai berikut :

- 1) Jika sekumpulan vector data latih memiliki N titik data secara keseluruhan, amka kenalilah k- buah tetangga terdekat dari sampel x dimana k meruapakan bilangan ganjil.
- 2) Dari k- buah tetangga terdekat tersebut, identifikasikan jumlah vector  $k_i$  pada kelas  $\omega_i, i = 1, 2, \dots, m$  dengan  $\sum_i k_i = k$ .
- 3) Masukkan x pada kelas  $\omega_i$  dengan nilai  $k_i$  maksimum.

- 4) Jika terdapat dua atau lebih kelas  $\omega_i$  yang memiliki  $E$  tetangga terdekat. Maka terjadilah kondisi seimbang dan digunakan strategi pemecahan konflik.
- 5) Untuk masing-masing kelas yang terlibat dalam konflik, tentukan jarak  $d_i$  antara  $x$  dengan kelas  $\omega_i$ .
- 6) Jika pola pelatihan ke- $m$  dari kelas  $\omega_i$  yang terlibat dalam konflik ditunjukkan dengan  $y^{im} = \{y_1^{im}, \dots, y_N^{im}\}$  maka jarak antara  $x$  dengan kelas adalah :

$$d_i = \frac{1}{E} \sum_{j=1}^N |(x_j - y_j^{im})| \quad (8)$$

- 7) Masukkan  $x$  ke dalam kelas dengan jarak  $d_i$  paling kecil, yaitu  $x \in \omega_c$ , jika  $d_c < d_i$  untuk  $i, C \in \{1, \dots, M\}$  dan  $i \neq C$ .

**METODE**

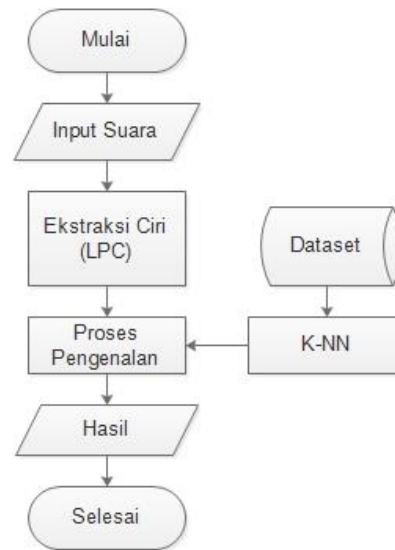
**A. Proses Pengumpulan Data**

Proses pengambilan data dilakukan dengan cara merekam ucapan yang terdiri dari 4 macam ucapan yaitu “ maju, mundur, hidup dan mati” setiap ucapan diekstraksi dengan menggunakan metode LPC sehingga akan memunculkan 6 nilai koefisien, nilai koefisien tersebut akan digunakan sebagai data yang akan dijadikan sebagai data latih pada sistem K-NN. 4 macam ucapan tersebut akan direkam berulang – ulang sebanyak 20 kali, sehingga jumlah total data ucapan latih adalah 80 data. 20 data dari setiap ucapan akan dibagi menjadi 2 bagian, 16 data akan dijadikan sebagai data latih dan 4 data akan dijadikan sebagai data uji. Total data latih adalah sebanyak 64 data sedangkan data uji sebanyak 16 data.

**B. Diagram Alir**

Diagram alir di sisni akan menjelaskan aliran algoritma yang akan menjelaskan tentang langkah – langkah secara umum dari penelitian yang dilaksanakan. Diagram ini bisa memberi solusi selangkah demi selangkah untuk penyelesaian masalah yang ada di dalam proses atau algoritma tersebut

Diagram alir sistem pengenalan ucapan menggunakan kombinasi metode LPC dan K-NN akan dijelaskan pada gambar 1. Dalam diagram tersebut menjelaskan gambaran alur algoritma secara umum dari system yang akan dibuat dalam penelitian ini.

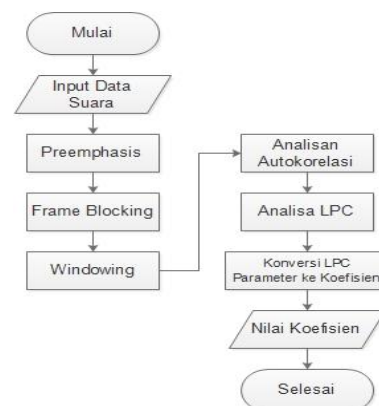


Gambar 4. Diagram alir.

Data Ucapan yang telah diinputkan kemudian diekstraksi menggunakan metode LPC sehingga dihasilkan ciri berupa nilai koefisien, selanjutnya proses pengenalan dilakukan dengan menggunakan nilai koefisien tersebut, metode K-NN berfungsi untuk mencari nilai yang terdekat antara nilai koefisien data uji dengan nilai koefisien data latih.

**C. Preprocessing**

Ekstraksi Ciri ucapan merupakan tahapan Preprocessing yang perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai koefisien setiap data ucapan, dimana diketahui bahwa data pada awal berbentuk sebuah sinyal ucapan yang kemudian dikonversi menjadi bentuk angka, adapun langkah-langkah konversi tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar 5. Preprocessing

**1) Preemphasis**

Dalam proses pengolahan sinyal ucapan Pheemphasis Filter diperlukan setelah proses sampling. Tujuan dari pemfilteran adalah untuk mendapatkan bentuk spectral frekuensi ucapan yang lebih halus.

**2) Frame Blocking**

Dalam proses ini, sinyal ucapan disegmentasi menjadi beberapa frame yang saling tumpang tindih. Hal ini dilakukan agar tidak ada sedikitpun sinyal yang hilang.

**3) Windowing**

Sinyal analog yang sudah diubah menjadi sinyal digital pada setiap frame, selanjutnya dilakukan Windowing yang bertujuan untuk meminimalisir ketidakberlanjutan pada awal dan akhir setiap frame.

**4) Analisa Autokorelasi**

Autokorelasi berfungsi untuk mendapatkan nilai koefisien autokorelasi dari setiap frame dari hasil Windowing.

**5) Analisa LPC**

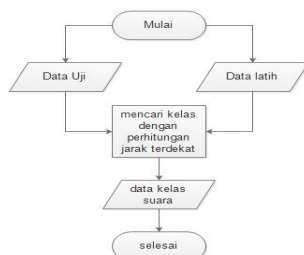
Analisa LPC dilakukan untuk mengkonversi setiap frame dari p+1 autokorelasi menjadi himpunan parameter LPC.

**6) Konversi Parameter LPC ke Koefisien Ceptral**

Proses terakhir adalah mengkonversi parameter LPC menjadi koefisien ceptral, hal ini dilakukan untuk mendapatkan kinerja yang lebih baik dan tahan terhadap Noise.

**D. K-Nearest Neighbor (K-NN)**

Pengenalan ucapan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mencari nilai data latih paling terdekat dengan nilai data uji, dimana nilai data latih yang terdekat akan dijadikan acuan dalam mengambil keputusan, proses perhitungan jarak terdekat yang paling sering digunakan adalah Euclidean Distance. Adapun proses K-NN akan dijelaskan pada gambar flowchart di bawah ini.



Gambar 6. Proses K-NN

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Data latih dan data uji**

Setiap variabel ucapan direcord sebanyak 20 kali dan 6 ciri berupa nilai koefisien hasil pengolahan LPC, sedangkan jumlah variabel terdiri dari 4 variabel yaitu “maju, mundur, mulai dan berhenti” keseluruhan data record Ucapan ( data latih dan data uji ) diekstraksi dengan menggunakan metode LPC setiap data dihasilkan 6 ciri dengan nilai koefisiennya, adapun nilai koefisien dari 6 ciri akan ditampilkan pada tabel 1 dan tabel 2 di bawah ini.

Tabel 1. Data Latih

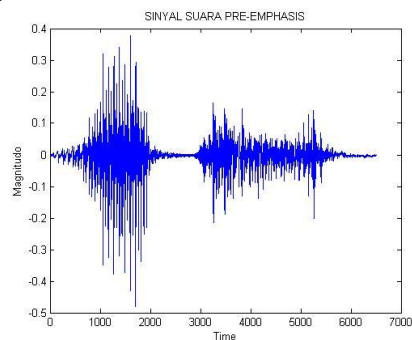
No	Ciri 1	Ciri 2	Ciri 3	Ciri 4	Ciri 5	Ciri 6
1	-0.629	-0.757	-0.254	0.483	0.499	-0.118
2	-0.712	-0.712	-0.072	0.474	0.382	-0.099
3	-0.707	-0.645	-0.086	0.434	0.351	-0.136
4	-0.937	-0.581	0.156	0.668	0.080	-0.410
5	-0.730	-0.675	-0.081	0.504	0.390	-0.157
6	-0.727	-0.696	-0.074	0.557	0.377	-0.196
7	-0.826	-0.642	0.019	0.469	0.327	-0.058
8	-0.806	-0.662	0.039	0.580	0.204	-0.297
9	-1.999	-0.021	2.545	-0.005	4.234	0.352
10	-1.488	-0.632	1.075	1.602	0.855	-2.641
11	-1.417	-0.736	1.322	1.411	1.303	-2.476
12	-1.258	-0.837	0.672	1.467	0.049	-1.702
13	-1.213	-0.843	0.672	1.361	0.202	-1.437
14	-1.076	-0.786	0.487	0.972	0.029	-0.867
15	-0.855	-0.639	-0.043	0.553	0.408	-0.179
16	-1.539	-0.717	1.332	1.720	1.138	-2.861
17	-1.992	-0.124	2.665	0.531	4.646	-1.210
18	-0.689	-0.456	-0.100	0.263	0.103	-0.074
19	-1.486	-0.424	1.161	1.166	1.578	-1.786
20	-1.112	-0.491	0.558	0.712	0.518	-0.737
21	-1.562	-0.628	1.721	1.370	2.221	-2.618
22	-1.828	-0.370	2.482	0.754	3.921	-1.658
23	-2.089	0.242	2.481	0.398	4.066	1.164
24	-1.077	-0.423	0.822	0.626	0.947	-0.962

25	-2.538	0.899	3.801	-2.809	-7.070	8.211	61	-1.034	-0.897	0.149	1.281	0.509	-0.837
26	-1.644	-0.657	2.144	1.454	-3.019	-3.133	62	-0.952	-0.594	0.220	0.584	0.043	-0.357
27	-1.367	-0.509	1.274	0.914	-1.600	-1.420	63	-0.247	-0.268	-0.372	-0.408	-0.327	-0.164
28	-1.096	-0.496	0.284	0.734	-0.062	-0.608	64	-0.908	-0.609	0.081	0.647	0.196	-0.304
29	-0.690	-0.730	-0.199	0.415	0.501	0.115							

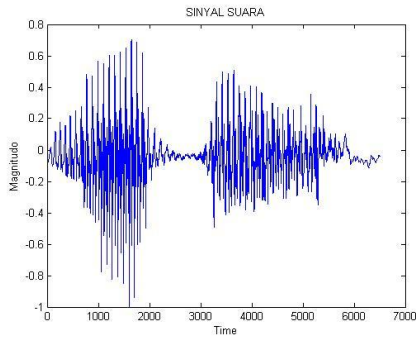
Tabel. 2. Data uji

No	Ciri 1	Ciri 2	Ciri 3	Ciri 4	Ciri 5	Ciri 6
1	-0.771	-0.701	-0.076	0.625	0.311	-0.309
2	-0.711	-0.652	-0.130	0.434	0.294	-0.036
3	-1.836	-0.178	1.688	1.227	-2.604	-2.531
4	-1.457	-0.752	0.994	2.065	-0.775	-3.317
5	-0.638	-0.769	-0.072	0.450	0.302	-0.082
6	-1.931	-0.053	2.500	-0.248	-3.781	0.928
7	-0.723	-0.791	-0.150	0.698	0.461	-0.119
8	-0.658	-0.738	-0.262	0.581	0.561	-0.080
9	-0.624	-0.678	-0.142	0.378	0.373	-0.066
10	-0.877	-0.564	-0.009	0.518	0.243	-0.072
11	-0.863	-0.967	-0.237	1.233	0.903	-0.498
12	-1.073	-0.903	0.100	1.392	0.792	-0.935
13	-0.743	-0.494	-0.150	0.344	0.249	-0.122
14	-0.424	-0.240	0.320	-0.029	-0.380	-0.212
15	-0.910	-0.681	0.185	0.814	0.026	-0.619
16	-1.043	-0.955	0.301	1.238	0.491	-1.014
46	-0.998	-0.872	0.030	1.238	0.619	-0.748
47	-0.678	-0.534	-1.091	0.546	0.910	0.821
48	-0.920	-1.121	0.182	1.367	0.596	-0.944
49	-0.533	-0.753	-0.360	0.341	0.441	0.170
50	-0.792	-0.701	-0.067	0.619	0.372	-0.195
51	-0.909	-0.607	0.176	0.533	-0.007	-0.258
52	-0.928	-0.555	0.069	0.593	0.134	-0.140
53	-0.841	-0.588	0.012	0.477	0.079	-0.003
54	-0.852	-0.650	0.103	0.490	0.192	-0.065
55	-0.685	-0.579	-0.248	0.392	0.333	-0.028
56	-0.794	-0.643	-0.152	0.478	0.448	-0.075
57	-0.959	-0.711	0.117	0.961	0.357	-0.538
58	-0.100	-0.104	-0.180	-0.300	-0.445	-0.414
59	-0.720	-0.782	-0.035	0.479	0.514	0.014
60	-0.749	-0.850	-0.015	0.738	0.479	-0.274

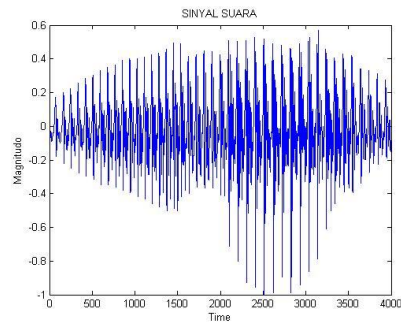
Adapun target dalam data latih dimana angka 0 = maju, angka 1 = mundur, angka 2 = mulai dan angka 3 = berhenti. Hasil ekstraksi sinyal ucapan jika ditampilkan dalam bentuk grafik dengan membandingkan magnitudo terhadap waktu adalah sebagai berikut.



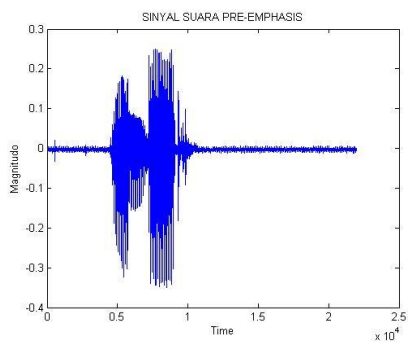
Gambar 7. Sinyal Ucapan Preemphasis “Maju”



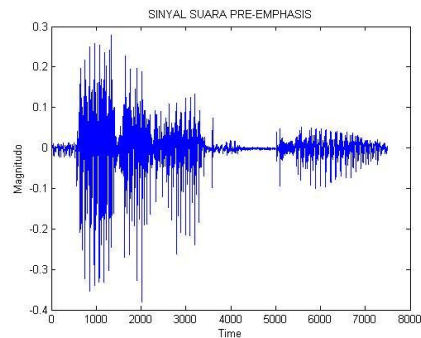
Gambar 8. Sinyal Ucapan akhir “Maju”



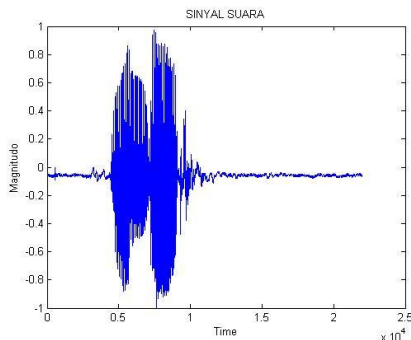
Gambar 12. Sinyal Ucapan akhir “Mulai”



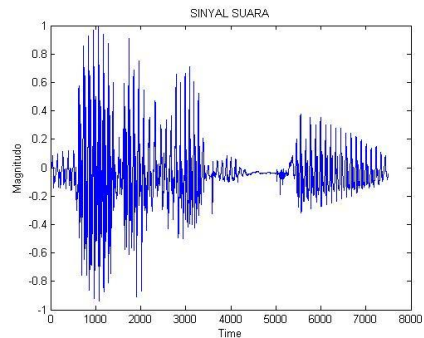
Gambar 9. Sinyal Ucapan Preemphasis “Mundur”



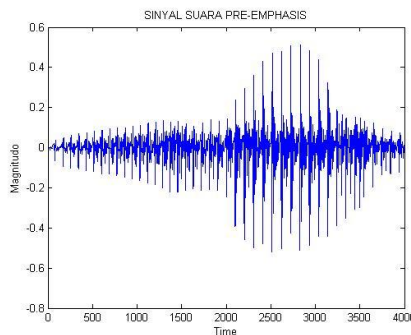
Gambar 13. Sinyal Ucapan Preemphasis “Berhenti”



Gambar 10. Sinyal Ucapan akhir “Mundur”



Gambar 14. Sinyal Ucapan akhir “Berhenti”



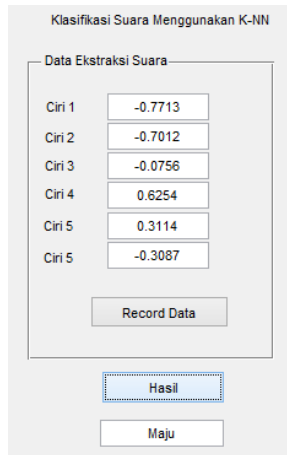
Gambar 11. Sinyal Ucapan Preemphasis “Mulai”

## B. Hasil Pengujian

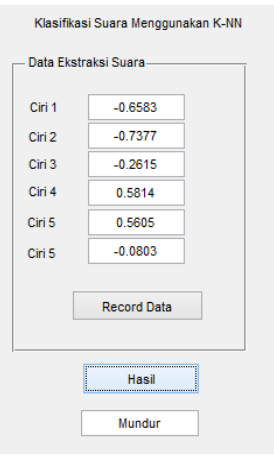
Dalam pengujian sistem ini dilakukan dengan mengambil data uji yang terdapat pada tabel 2. Selanjutnya data tersebut dijadikan input dan diproses oleh K-NN dengan mencari nilai terdekat dengan data latih sehingga akan memunculkan hasil atau keputusan sebagaimana ditunjukkan pada gambar 15, 16, 17 dan 18. Hasil yang didapat pada 16 kali pengujian telah sesuai dengan target sebanyak 10 kali dan 6 kali tidak sesuai dengan target. Adapun hasil dari K-NN akan ditampilkan



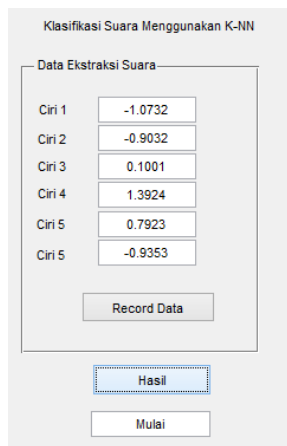
pada tabel 3.



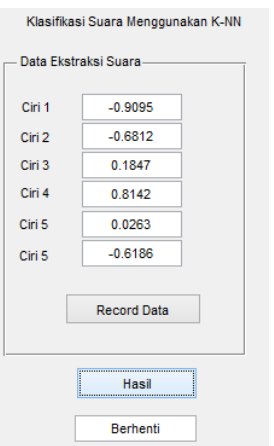
Gambar 15. Hasil Klasifikasi dengan Target “Maju”



Gambar 16. Hasil Klasifikasi dengan Target “Mundur”



Gambar 17. Hasil Klasifikasi dengan Target “Mulai”



Gambar 18. Hasil Klasifikasi dengan Target “Berhenti”

Tabel 3. Data hasil pengujian

No	Pengujian	Target	Hasil
1	Pengujian 1	0	0
2	Pengujian 2	0	0
3	Pengujian 3	0	2
4	Pengujian 4	0	1
5	Pengujian 5	1	1
6	Pengujian 6	1	2
7	Pengujian 7	1	2
8	Pengujian 8	1	1

9	Pengujian 9	2	2
10	Pengujian 10	2	2
11	Pengujian 11	2	2
12	Pengujian 12	2	0
13	Pengujian 13	3	0
14	Pengujian 14	3	3
15	Pengujian 15	3	3
16	Pengujian 16	3	3

### SIMPULAN

Metode *Linear Predictive Coding* (LPC) dan *K-Nearest Neighbor* (K-NN), mampu memberikan keputusan pengenalan ucapan (lihat tabel 3) dimana dari 16 kali percobaan yang dilakukan sistem hanya bisa mengenali sebanyak 10 dari 16 data uji yang telah diujikan atau memiliki akurasi sebesar 62,5%. aplikasi ini bisa dikembangkan untuk sistem control berbasis suara atau navigasi dalam bidang microcontroller atau robotika. Perlu adanya riset lanjutan untuk bisa mengenali data ucapan yang lebih kompleks dan terdiri dari banyak data ucapan sebagai data training serta melibatkan banyak personal (orang) dandibutuhkan metode yang lebih baik dalam melakukan klasifikasi.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] W.SMada sanjaya, ” Ekstraksi Ciri Sinyal Wicara Berbasis LPC dan MFCC“ dalam : *Robot Cerdas Berbasis Speech Recognition Menggunakan Matlab dan Arduino*, Yogyakarta. Indonesia, 2016, hal 184-208.
- [2] S. Budi “ K-Nearest Neighbor (K-NN)”, dalam *Data Mining Terapan dengan Matlab*, Yogyakarta, Indonesia, 2007, hal 54-55.
- [3] A. John, A. Muhammad, S. Sri, (Januari 2013). *Identifikasi Suara dengan Matlab sebagai Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan*. TELEKONTRAN. Vol. 1. No. 1.
- [4] H. S. B. Mohammad. (2010). *Klasterisasi Pengenalan Suara Menggunakan Metode Particel Swarm Optimazation pada pengembangan pengenalan Individu Berbasis Suara Ucapan*. FMIPA-ITS. Hal 1-8.
- [5] Z, Yan. (2013). *Speech Recognition Using Deep Learning Algorithm*. SUnet. [http://cs229.stanford.edu/proj2013/zhang\\_Spe](http://cs229.stanford.edu/proj2013/zhang_Spe)

- [ech%20Recognition%20Using%20Deep%20Learning%20Algorithms.pdf](#).
- [6] R.L.K. Venkateswarlu, R. Raviteja and R. Rajeev. (2012). The Performance Evaluation of Speech Recognition by Comparative Approach. Intech. Chapter 13. Hal 282-306.
- [7] P. Meutia, S. Julian, S. yoppi. ( 2014). *Pengenalan Suara menggunakan metode Mel-Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC) dan Self Organizing Maps*. FIK-Universitas Sriwijaya. Palembang.
- [8] S.Novita. (2012). *Pengolahn Sinyal Digital*. [online]. Tersedia : [http://www.academia.edu/9368538/Pengolahn\\_Sinyal\\_Digital](http://www.academia.edu/9368538/Pengolahn_Sinyal_Digital)
- [9] R. Elsen, I. I. Mohammad. ( September, 2012). *Pengenalan Ucapan Kata Sebagai Pengendali Gerakan Robot Lengan Secara Real-Time dengan Metode Linear Predictive Coding – Neuro Fuzzy*. Jurnal Saint dan Seni ITS. [online]. Vol. 1. No. 1. Hal 51-56.
- [10] R. Syaiful.W. Wahyudi dan Hidayatno. (2011). *VisualisasiPengenalan Ucapan Vokal Bahasa Indonesia Dengan Metode Lpc-Dtw*. Desertasi Doktorat Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang,
- [11] A.J.. Arriawati, I. Santoso, and Y. Chrystiyono, (2011). *Klasifikasi Citra Tekstur Menggunakan K-NEAREST NEIGHBOUR Berdasarkan Ekstraksi Ciri Metode Matriks Kookurensi*. Dersertasi Doktorat, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik.