

Pengenalan Suara Untuk Penggerak Robot Lengan dengan Metode LPC dan ANN Menggunakan Perangkat Raspberry Pi 3

Fathur Rohman¹⁾, Feri Candra²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, ²⁾Dosen Teknik Informatika Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknik Universitas Riau Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

Email: fathur.rohman@student.unri.ac.id

ABSTRACT

At this time, technological developments have progressed so rapidly, one of which is in robotics with speech recognition as a robot mover. The use of speech recognition for interactively controlled robotic propulsion can replace the robot control system which is still manual. For this reason, the design and manufacture of a robotic arm movement system with the introduction of voice as a control. This study designed a system so that the robotic arm can be moved based on the voice commands intended for use handicapped (no hands) that utilizes voice signal extraction techniques by taking the pattern of voice commands generated by LPC and ANN methods. Based on the design results, controlling the robotic arm with voice recognition can be well detected. LPC method is used as feature extraction for speech recognition, while ANN with backpropagation algorithm is used for decision making from the resulting sound pattern. This study was tested with ten samples for each of the four speech recognition given. The study results show that the system can recognize the given sounds with an accuracy of 90% with a total of 40 test words from 4 types of words, namely right, left, clamp and release.

Keyword: Voice Recognition, Arm Robot, Linear Predictive Coding, Artificial Neural Network.

1. PENDAHULUAN

Pengenalan suara (Voice Recognition) adalah salah satu dalam bidang ilmu komunikasi yang melibatkan pengolahan sinyal. Dalam beberapa dekade pengenalan suara telah digunakan dalam bidang robotika sebagai sistem penggerak robot. Teknologi pada saat ini mengalami kemajuan yang begitu pesat. Suatu teknologi yang canggih telah menggantikan peralatan-peralatan manual yang membutuhkan banyak tenaga manusia untuk melakukan suatu pekerjaan tertentu salah satunya yaitu penggunaan robot lengan. Di jaman canggih seperti saat ini robot bukanlah sesuatu yang hanya bisa dijumpai di dunia perfilman maupun animasi. Melainkan robot sekarang menjadi suatu kenyataan yang diterapkan dalam bidang industri maupun kehidupan

sehari-hari. Pada dasarnya robot diciptakan manusia bertujuan untuk membantu maupun mempermudah pekerjaan manusia.

Dalam penelitian ini dilakukan pengembangan sistem agar robot lengan bisa digerakkan berdasarkan perintah suara yang bertujuan digunakan untuk disabilitas cacat tangan (tidak mempunyai tangan) yang memanfaatkan teknik ekstraksi sinyal suara dengan pengambilan pola dari perintah suara yang dihasilkan dengan metode LPC dan ANN untuk pembelajaran dan pengambilan keputusan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terkait

Deny Wiria Nugraha (2010) dengan judul “Perancangan Sistem Kontrol robot lengan yang dihubungkan dengan Komputer”. Dalam penelitian ini dilakukan

suatau perancangan system kontrol robot lengan yang dihubungkan dengan komputer, penelitian ini bertujuan untuk melihat tingkat *error* yang muncul pada posisi positif dan posisi negatif paa saat pengujian.

Wensisilus Sibau (2013) dengan judul “*Rancang Lengan Robot Dengan Metode Kinematik Menggunakan ATmega 168*”. Dalam penelitian ini dilakukan penelitian lengan robot dengan metode kinematika menggunakan ATmega 168, pada penelitian ini kontroler yang digunakan yaitu ATmega 168 dan sensor ultrasonik sebagai sensor pendeteksi barang.

Martinus Didi (2015) dengan judul “Merancang pengendali robot lengan 4 DOF dengan GUI (Graphical user interface) berbasis arduino uno”. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan pengendalian robot lengan 4 DOF dengan GUI (Graphical user interface) yang dikendalikan melalui perintah dari komputer.

Supardiansyah (2016) dengan judul “Implementasi manipulator planar 4 DOF penghingar halagan berbasis arduino Mega 2560”. Dalam penelitian ini dibuat sebuah robot implementasi manipulator planar 4 DOF penghingar halangan berbasis arduino mega 2560. Robot ini dilengkapi dengan sensor ultrasonik yang difungsikan untuk mendeteksi objek yang akan dihindarnya.

Irmawan (2014) dengan judul “Pengenalan Kata dengan Metode Linear Predictive Coding dan Jaringan Syaraf Tiruan pada Mobile Robot”. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan pada mobile robot dengan pengontrolan perintah suara dan pada penelitian ini mikrokontroler yang digunakan yaitu ATmega 8535 dengan keakuratan 88,87 ucapan yang tepat.

2.2 Pengenalan Suara

Suara adalah sebuah sinyal yang rumit sebagai hasil dari beberapa transformasi yang terjadi pada beberapa level yang berbeda.

Pengenalan suara merupakan suatu pengembangan teknik dan sistem yang memungkinkan komputer untuk menerima masukan berupa kata yang diucapkan.

Teknologi ini memungkinkan suatu perangkat untuk mengenali dan memahami kata-kata yang diucapkan dengan cara digitalisasi kata dan mencocokkan sinyal digital tersebut dengan suatu pola tertentu yang tersimpan dalam suatu perangkat. Kata-kata yang diucapkan diubah bentuknya menjadi sinyal digital dengan cara mengubah gelombang suara menjadi sekumpulan angka yang kemudian disesuaikan dengan kode-kode tertentu untuk mengidentifikasi kata-kata tersebut.

2.2.1 Linear Predictive Coding (LPC)

Linear Predictive Coding (LPC) merupakan teknik analisis sinyal percakapan yang menyediakan ekstraksi fitur yang berkualitas baik dan efisien untuk digunakan dalam perhitungan. Keuntungan dari LPC yaitu pertama LPC menyediakan pemodelan yang bagus untuk sinyal ucapan (*speech signal*), Kedua LPC dapat dengan mudah dan langsung diterapkan baik secara perangkat lunak maupun perangkat keras, sebab perhitungan matematis yang dilibatkan relatif lebih singkat dari metode-metode yang dikenal sebelumnya seperti *filter bank*. Ketiga hasil pengenalan ucapan yang didapat dengan menerapkan LPC cukup baik bahkan lebih baik dari metode-metode yang dikenal sebelumnya. Langkah-langkah LPC untuk pengenalan ucapan adalah:

1. *Preemphasis*

Pada langkah ini cuplikan kata dalam bentuk digital ditapis dengan menggunakan FIR filter orde satu untuk meratakan spektral sinyal kata yang telah dicuplik tersebut. Persamaan *Preemphasis* yang paling umum digunakan adalah:

$$s'(n) = s(n) - \alpha's(n-1)$$

Persamaan 2.1 Perhitungan *Preemphasis* dimana: $s'(n)$ adalah sampel sinyal masukan ke- n α' = konstanta dimana memiliki nilai 0,95.

2. Frame Blocking

Pada tahap ini sinyal kata yang telah teremphasys, $s'(n)$ dibagi menjadi frame-frame dengan masing-masing frame memuat N cuplikan kata dan frame-frame yang berdekatan dipisahkan sejauh M cuplikan, semakin $M < N$ semakin baik perkiraan spektral LPC dari frame ke frame.

3. Windowing

Pada langkah ini dilakukan fungsi *weighting* pada setiap frame yang telah dibentuk pada langkah sebelumnya dengan tujuan untuk meminimalkan discontinuities pada ujung awal dan ujung akhir setiap frame yaitu dengan men-taper sinyal menuju nol pada ujung-ujungnya. Tipikal *window* yang digunakan pada metode autokorelasi LPC adalah *Hamming window* yang memiliki bentuk:

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

$$0 \leq n \leq N-1$$

Persamaan 2.2 Perhitungan Windowing

4. Analisa Autokorelasi

Pada tahap ini masing-masing frame yang telah di windowing diautokorelasikan untuk mendapatkan:

$$r_i(m) = \sum_{n=0}^{N-1-m} \tilde{x}_i(n) \tilde{x}_i(n+m)$$

Persamaan 2.3 Perhitungan Autokorelasi dimana nilai autokorelasi yang tertinggi pada $m=p$ adalah orde dari analisa LPC, biasanya orde LPC tersebut 8 sampai 16. Autokorelasi ke-0 melambangkan energi dari frame yang bersangkutan dan ini merupakan salah satu keuntungan dari metode autokorelasi.

5. Analisa LPC

Langkah selanjutnya adalah analisa LPC, dimana pada tahap ini $p+1$ autokorelasi pada setiap frame diubah menjadi satu set LPC parameter yaitu koefisien LPC, koefisien pantulan (*reflection coefficient*), koefisien perbandingan daerah logaritmis (*log area*

ratio coefficient) Salah satu metode untuk melakukan hal ini ialah metode Durbin yang dinyatakan dalam algoritma dibawah ini:

$$E^{(0)} = r(0)$$

$$k_i = \frac{\{r(i) - \sum_{j=1}^{i-1} \alpha_j^{(i-1)} r(i-j)\}}{E^{(i-1)}}, 1 \leq i \leq p \quad (4)$$

$$\alpha_i^{(i)} = k_i$$

$$\alpha_j^{(i)} = \alpha_j^{(i-1)} - k_i \alpha_{i-j}^{(i-1)}, 1 \leq j \leq i-1 \quad (5)$$

$$E^i = (1 - k_i^2) E^{(i-1)} \quad (6)$$

Persamaan diatas direkursi untuk $i=1,2,\dots,p$ dan penyelesaian akhirnya berupa :

$$a_m = \text{koefisien LPC} = \alpha_m^{(p)}, 1 \leq m \leq p$$

$$k_m = \text{koefisien PARCOR (koefisien pantulan)}$$

$$g_m = \text{koefisien perbandingan daerah logaritmis}$$

$$= \log\left(\frac{1-k_m}{1+k_m}\right)$$

Persamaan 2.4 Perhitungan Metode Durbin

6. Mengubah LPC Parameter ke Koefisien Cepstral

Sekelompok LPC parameter yang sangat penting yang dapat diperoleh dari penurunan koefisien LPC adalah koefisien cepstral $c(m)$. Persamaan yang digunakan untuk menghitung koefisien cepstral ini ialah:

$$c_m = a_m + \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{k}{m}\right) c_k a_{m-k}, 1 \leq m \leq p$$

$$c_m = \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{k}{m}\right) c_k a_{m-k}, m > p$$

Persamaan 2.5 Perhitungan Koefisien Cepstral

2.2.2 Artificial Neural Network (ANN)

Neural network terdiri dari elemen-elemen sederhana yang meniru sistem saraf biologis manusia. *Neural network* dapat dilatih untuk melakukan fungsi tertentu dengan cara mengatur nilai-nilai dari koneksi antar elemen. Secara umum *neural network* dilatih agar input menghasilkan output target tertentu. Jaringan dilatih berdasarkan perbandingan output dan targetnya sampai output jaringan sesuai dengan target. Proses pelatihan biasanya

menggunakan banyak pasangan input dan output target yang diperlukan untuk melatih jaringan (Demuth dkk, 2009). Jaringan *neural network* memiliki koneksi satu arah dari input kelapisan output dan selanjutnya dijumlahkan dan ditambahkan bias.

Keluaran dilakukan dengan fungsi pengaktif untuk mendapatkan derajat sinyal keluaran. Beberapa algoritma algoritma pelatihan *neural network* diantaranya adalah *backpropogation*, *learning vector quantization*, *radial base fuction*, *Hopfield* dan *kohonen*. Backpropogation adalah salah satu metode pembelajaran yang dapat diterapkan dalam *Neural Network* (NN). Arsitektur jaringanya tidak memiliki koneksi umpan balik tetapi error dipropagasikan selama dilatih.

2.3 Raspberry Pi 3

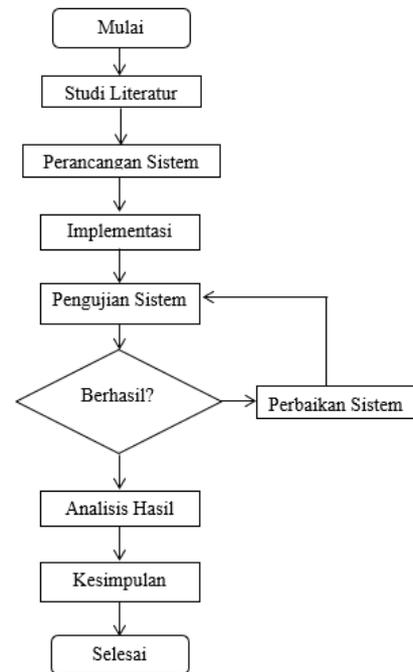
Raspberry Pi merupakan *Single Board Circuit* (SBC) sebuah komputer sebesar kartu kredit yang merupakan sebuah modul mikro komputer yang memiliki digital port input output (GDIO) seperti mikrokontroller pada umumnya. Salah satu keunggulan dari Raspberry Pi 3 adalah menggunakan Micro SD untuk *booting* dan penyimpanan dalam jangka panjang. Pada penelitian kali ini yaitu menggunakan Raspberry Pi 3 model B.

2.4 Bahasa Pemrograman Phyton

Bahasa pemrograman phyton adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dapat melakukan eksekusi sejumlah intruksi multi guna secara langsung (interpretatif) dengan metode orientasi objek (*Objek Oriented Progamming*) serta menggunakan semantik dinamis untuk memberikan tingkat keterbacaan *syntax*. Sebagian lain mengartikan phyton sebagai bahasa yang berkemampuan menggabungkan kapabilitas dan sintaksis yang sangat jelas dan dilengkapi dengan fungsionalitas pustaka standar yang besar serta komprehensif serta mudah dipelajari dan dipahami.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini berisi uraian tentang alur penelitian secara umum yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi dan Pengujian Sistem

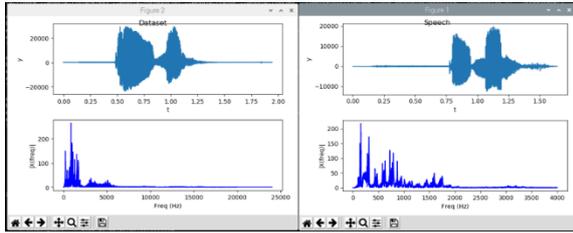
Pada tahap implementasi sistem diawali dengan pembuatan program di dalam perangkat raspberry pi menggunakan bahasa pemrograman python 3. Setelah program selesai dibuat selanjutnya dilakukan pengujian dengan empat jenis inputan suara yaitu kanan, kiri, capit dan lepas dengan masing-masing 10 data sample.

Detail data sampel uji disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 1. Data Uji Inputan Kata “Kanan”

No.	Input	Keterangan	Hasil
1	Kanan (1)	Jelas	Terdeteksi
2	Kanan (2)	Jelas	Terdeteksi
3	Kanan (3)	Jelas	Terdeteksi
4	Kanan (4)	Jelas	Terdeteksi
5	Kanan (5)	Jelas	Terdeteksi
6	Kanan (6)	Jelas	Terdeteksi
7	Kanan (7)	Jelas	Terdeteksi
8	Kanan (8)	Jelas	Terdeteksi

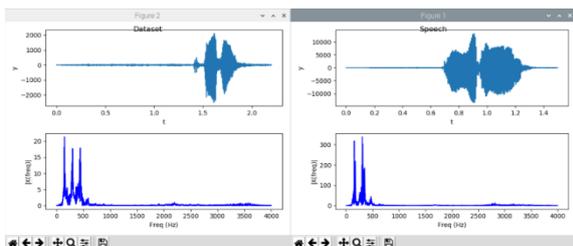
9	Kanan (9)	Jelas	Terdeteksi
10	Kanan (10)	Jelas	Terdeteksi



Gambar 4.1 Sinyal Suara Kata Kanan

Tabel 2. Data Uji Inputan Kata “Kiri”

No.	Input	Keterangan	Hasil
1	Kiri (1)	Jelas	Terdeteksi
2	Kiri (2)	Jelas	Terdeteksi
3	Kiri (3)	Tidak Jelas	Tidak Terdeteksi
4	Kiri (4)	Jelas	Terdeteksi
5	Kiri (5)	Tidak Jelas	Tidak Terdeteksi
6	Kiri (6)	Jelas	Terdeteksi
7	Kiri (7)	Jelas	Terdeteksi
8	Kiri (8)	Jelas	Terdeteksi
9	Kiri (9)	Tidak Jelas	Tidak Terdeteksi
10	Kiri (10)	Jelas	Terdeteksi

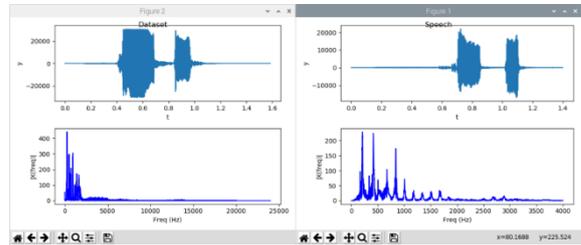


Gambar 4.2 Sinyal Suara Kata Kiri

Tabel 3. Data Uji Inputan Kata “Capit”

No.	Sampel	Keterangan	Hasil
1	Capit (1)	Jelas	Terdeteksi
2	Capit (2)	Jelas	Terdeteksi
3	Capit (3)	Jelas	Terdeteksi
4	Capit (4)	Jelas	Terdeteksi
5	Capit (5)	Jelas	Terdeteksi
6	Capit (6)	Jelas	Terdeteksi
7	Capit (7)	Jelas	Terdeteksi

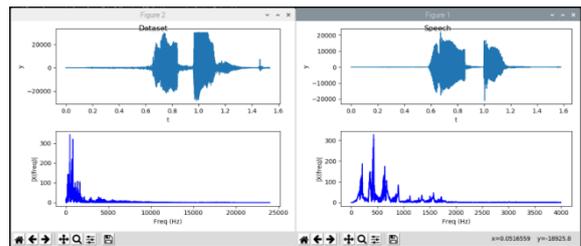
8	Capit (8)	Jelas	Terdeteksi
9	Capit (9)	Jelas	Terdeteksi
10	Capit (10)	Jelas	Terdeteksi



Gambar 4.3 Sinyal Suara Kata Capit

Tabel 3. Data Uji Inputan Kata “Lepas”

No.	Sampel	Keterangan	Hasil
1	Lepas (1)	Jelas	Terdeteksi
2	Lepas (2)	Jelas	Terdeteksi
3	Lepas (3)	Jelas	Terdeteksi
4	Lepas (4)	Jelas	Terdeteksi
5	Lepas (5)	Jelas	Terdeteksi
6	Lepas (6)	Jelas	Terdeteksi
7	Lepas (7)	Jelas	Terdeteksi
8	Lepas (8)	Jelas	Terdeteksi
9	Lepas (9)	Tidak Jelas	Tidak Terdeteksi
10	Lepas (10)	Jelas	Terdeteksi



Gambar 4.4 Sinyal Suara Kata Lepas

4.2. Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian dapat kita lihat bahwa dari 10 pengujian inputan kata “kanan” 10 diantaranya berhasil dideteksi, untuk pengujian inputan kata “kiri” 7 diantaranya berhasil dideteksi dan 3 lainnya gagal, sedangkan untuk pengujian inputan kata “capit” 10 pengujian berhasil dideteksi dan terakhir untuk pengujian inputan kata “lepas” 9 diantaranya berhasil dideteksi dan 1 gagal dideteksi. Gagalnya pendeteksian

suara dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya suara atau penekanan suara yang kurang jelas maupun kondisi yang bising dilokasi pengujian juga sangat berpengaruh.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis hasil dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman python 3 dengan perangkat raspberry pi 3 model B.
2. Terdapat 4 jenis inputan suara yaitu kanan, kiri, capit dan lepas.
3. Analisis hasil pengujian menunjukkan sistem dapat mencapai akurasi rata-rata 90% berhasil mendeteksi suara dan 10% gagal. Diantaranya 100% berhasil dideteksi pada inputan kata “kanan”, pada pengujian inputan kata “kiri” mencapai akurasi 70% berhasil dideteksi dan kegagalan sebesar 30%, untuk pengujian inputan kata “capit” sistem 100% dapat mendeteksi sedangkan untuk pengujian inputan kata “lepas” sistem dapat mencapai akurasi 90% berhasil mendeteksi suara dan 10% mengalami kegagalan pendeteksian.
4. Suara yang jelas dan kondisi lokasi pengujian yang kondusif (tidak bising) sangat berpengaruh besar pada tingkat keberhasilan pendeteksian suara.
5. Metode LPC dan ANN merupakan metode yang cukup baik dalam pendeteksian pengenalan suara dengan tingkat akurasi keberhasilan yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia Dewi, Irma. 2018. Identifikasi Suara Tangisan Bayi menggunakan Metode LPC dan Euclidean Distance.
- Cilsy. 2018. Tutorial *Raspberry Pi 3*. <https://www.cilsy.id/>. Diakses 16 Agustus 2020. 14.00 Wib.
- Hagan, M.T. Demuth, H & Beale, M. 1996, *Neural Network Design*, PWS Publishing Co. USA.
- Ilham. 2019. Pengertian Phyton, Fungsi, Kelebihan dan Kekurangan. <https://materibelajar.co.id/pengertian-phyton/>.
- Irmawan. 2014. Pengenalan Kata dengan Metode LPC dan JST.
- Rabiner, Lawrence, and Biing-Hwang Juang. 1993. *Fundamentals of Speech Recognition*. Prentice Hall, New Jersey.
- Ronando, E. 2012. Pengenalan Ucapan Kata Sebagai Pengendali Gerakan Robot Lengan Secra Real-Time Dengan Metode Linear Predictive Coding Neuro Fuzzy.
- Walid, Miftahul. 2017. Pengenalan Ucapan Menggunakan LPC dan *K-Nearest Neighbor*.