DESAIN DAN IMPLEMENTASI KENDALI ROBOT JARI DENGAN PERINTAH SUARA MENGGUNAKAN METODE HIDDEN MARKOV MODEL (HMM)

Design And Implementation Of Finger Robot With Voice Control Using Hidden Markov Model Method (Hmm)

Juse Wisman Oktabri[1], Fiky Yosep Suratman[2], Rheza Faurizki Rahayu[3]

[1,2,3]Prodi S1 TeknikElektro, FakultasTeknik Elektro, Universitas Telkom

[1]jusewisman@students.telkomuniversity.ac.id,[2]fysuratman@telkomuniversity.ac.id,[3]rhezarahayu@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Dewasa ini teknologi biomekanika semakin maju. Berbagai aktivitas manusia telah menggunakan jasa teknologi biomekanika. Dari penggunaan dibidang kedokteran hingga dibidang perindustrian. Namun dalam pengembangan teknologi ini, masih sangat sedikit inovasi yang dipergunakan. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dibuat satu inovasi yaitu suatu sistem cerdas yang relatif lebih mudah.

Inovasi yang dapat digunakan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menggunakan *speech recognition* untuk mengoperasikan teknologi biomekanika. Inovasi ini diharapkan mampu menjadi salah satu solusi untuk mengembangkan pengoperasian teknologi biomekanika.

Keluaran dari penelitian tugas akhir ini adalah sebuah robot jari yang dapat berinteraksi melalui komunikasi lisan dari penggunanya yang menggunakan kalimat dalam bahasa inggris. Adapun ruang lingkup fungsi yang dikuasai robot ini adalah berupa menggerakkan robot jari. Pada pengujian robot mampu memahami perkataan pengguna dengan akurasi rata-rata 80% pada ruangan bebas derau suara.

Kata Kunci: Biomekanika, Inovasi, Speech Recognition, HMM, Robot Jari

Abstract

The technology is getting advanced biomechanics. Various human activities have used the services of biomechanical technology. From the medical field to use in the field of industry. However, in the development of this technology, there is very little innovation that is used. To overcome this problem needs to be made of the innovations is an intelligent system that is relatively easy.

Innovation that can be used to overcome this is to use speech recognition to operate technology biomechanics . This innovation is expected to be one of the solutions to develop the operation of biomechanical technology.

Targeted output of this research is a robot finger can interact through oral communication of the users who use the phrase in English . The scope of the functions are controlled robot move the robot in the form of a finger . In testing the robot is able to understand the words of the users with an average accuracy of 79 % on the room noise -free sound.

Keywords: Biomechanics, Innovation, Speech Recognition, HMM, Finger Robot

1. Pendahuluan

Perkembangan dan peranan teknologi sangat pesat dijaman sekarang ini. Seperti, penggunaan teknologi dibidang kedokteran dalam pembuatan jari-jari robot. Teknologi ini lebih dikenal dengan teknologi biomekanika, dimana teknologi tersebut memperpadukan antara keilmuan mekanika, antropometri dan dasar ilmu kedokteran. Jari-jari robot sudah dikenal lama dikenal dan baru mengalami perkembangan diabad ke-20. Tujuan dari pembuatan jari-jari robot adalah membantu manusia yang mengalami disability atau lebih dikenal dengan cacat fisik melakukan aktifitas normalnya dan juga membantu manusia untuk melakukan pekerjaan yang memiliki resiko yang sangat tinggi sehingga dapat mengurangi tingkat kecelakaan kerja. Jari-jari robot yang sudah berkembang saat ini menggunakan kontraksi otot sebagai masukan data sehingga jari-jari robot tersebut dapat bergerak.

Seiring berkembangnya teknologi kedokteran, ditemukan sebuah kondisi yang dapat membuat kerja fungsi syaraf tidak dapat bekerja atau mati. Kondisi seperti ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu rusaknya otak manusia sebagai syaraf pusat atau juga rusaknya syaraf yang berada ditulang belakang manusia. Kondisi ini dapat mempengaruhi kerja dari jari-jari robot, dikarenakan jari-jari robot tersebut

mengambil masukan data dari kontraksi otot, kontraksi otot sendiri diatur oleh syaraf dan jika syaraf tidak berfungsi maka kontraksi otot juga tidak ada. Maka dari itu dibuat sebuah inovasi baru dengan menggunakan speech recognition. Dengan menggunakan speech recognition ini jari-jari robot tersebut dapat digerakkan, meskipun tidak ada kontraksi otot lengan. Speech recognizer ini menggunakan suara sebagai masukkan datanya, jadi ketika tidak ada kontraksi otot yang terjadi, jari-jari robot dapat digerakkan dengan perintah suara. Dengan speech recognition ini diharapkan dapat menjadi masukkan data cadangan untuk jari-jari robot tersebut, sehingga jari-jari robot dapat dioperasikan dengan baik, dan juga harapan kedepannya speech recognizer dapat diimplementasikan untuk hal-hal yang lebih luas lagi.

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1. Robot

Pada hakekatnya robot mengandung beberapa unsur, yaitu Programmable, Automatic, Manipulator, dan Human-like. Dari unsur-unsur tersebut kita dapat mendefinisikan robot sebagai suatu mesin khusus yang dapat dikontrol oleh manusia lewat sebuah processor atau kontroler dan digunakan untuk melakukan tugas tertentu. Terdapat beberapa definisi lain berkaitan dengan robot, diantaranya:

- Menurut Robotic Institute of America (RIA), robot adalah manipulator yang berfungsi jamak dan dapat deprogram ulang dan dirancang untuk mengangkut material, part peralatan, atau perangkat khusus melalui peubah pergerakan terprogram untuk melakukan tugas bervariasi.
- Robot merupakan suatu mesin mekanik yang dapat melakukan suatu pekerjaan terprogram baik dengan pengawasan manusia, maupun tanpa pengawasan manusia.

Adapun asal-usul kata "robot" itu sendiri berasal dari Bahasa Czech, "robota", yang berarti "pekerja". Kemudian tahun 1921, kata ini diperkenalkan dalam bahasa Inggris oleh Wright Karel Capek pada sebuah drama yang berjudul "Rossum's Universal Robot". Darai sinilah istilah robot mulai dikenal oleh masyarakat dan kemudian menjadi sesuatu yang popular pada bidang riset dan pengetahuan.

2.2. Single Board Computer

Single Board Computer (SBC) merupakan perangkat computer yang dikemas dalam satu papan PCB yang berisi mikroprosessor, memory, dan antar muka I/O. Pada tugas akhir ini penulis menggunakan Raspberry Pi B+ sebagai kontroler utama robot yang dibuat. SBC ini memiliki SoC jenis BCM 2835 yang disertai oleh mikroprosessor ARM11 dengan RAM sebesar 512MB. Penulis juga menggunakan ARDUINO-UNO sebagai kontroler tambahan untuk actuator.

Gambar 2. 1 Raspberry Pi B+

Gambar 2. 2 Arduino-UNO

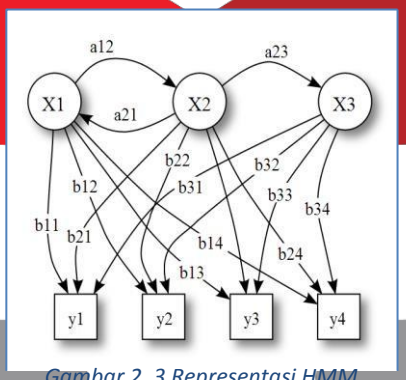
2.3. Jasper

Jasper adalah sebuah libraries yang dibuat oleh Shubhro saha dan Charlie Marsh, dimana jasper berfungsi untuk menerjemahkan sinyal suara dan mengekstraksinya sehingga dapat dikenali ciri-ciri dari setiap input suara yang diberikan. Jasper juga terintegrasi dengan libraries cmusphinx, dimana libraries ini sudah memungkinkan kita untuk melakukan pemodelan terhadap kata-kata yang diberikan sebagai input. Untuk libraries cmusphinx, metode yang dipergunakan adalah metode hidden markov models.

Jasper menggunakan Bahasa internasional, yaitu bahasa inggris dengan aksen british. Alasan modul ini memilih british sebagai aksen Bahasa adalah dikarenakan british adalah Bahasa inggris yang penggunanya banyak juga british hanya sedikit mengalami perubahan dalam pengucapan ataupun penulisan.

2.4. Hidden Markov Model (HMM)

Hidden markov model adalah sebuah pemodelan statistika untuk menentukan sebuah kemungkinan dari hasil percobaan. Hidden markov model dapat digunakan untuk aplikasi dibidang temporal pattern recognition, seperti: pengenalan suara, tulisan, gestur, bioinformatika, kompresi kalimat, computer vision, ekonomi, finansial dan pengenalan not balok.



Gambar 2. 3 Representasi HMM

Penjelasan Gambar 2.3:
X= kondisi
y= observasi yang mungkin
a= kemungkinan keadaan transisi
b= kemungkinan output

2.1.1 Elemen-elemen dasar hidden markov model

HMM terdiri dari elemen-elemen dasar sebagai berikut:

a. N (banyaknya state pada HMM)
   HMM terdiri dari N buah state q yang diberi indeks {1,2,3,…,N}. state pada saat t ditanyakan dengan q1.
b. M (banyaknya symbol observasi yang berbeda pada setiap state)
   Simbol-simbol observasi individual dari setiap state yang akan membentuk suatu deretan observasi dinyatakan dengan:
   V={v1 v2 ...vm} (2.1)
c. A (Distribusi peluang transisi antar state)
   A = { a0 } adalah distribusi peluang-peluang transisi dari state I menuju state j yang secara matematis dinyatakan sebagai:
   a0 = P [qi+1 = j| q1 = i] , 1 ≤ (I,j) ≤ N (2.2)
   ∑_(i=1)^N aij = 1 , 1 ≤ i,j ≤ N(2.3)
d. B (Distribusi peluang simbol observasi dalam suatu state)
   B ={ bj (k) } adalah distribusi peluang simbol observasi ke-k pada state j, yang secara matematis dinyatakan sebagai:
   b1 (k) = P[o1 = vk | q1 = j] , 1 ≤ k ≤ M dan 1 ≤ j ≤ N (2.4)
   ∑_(k=1)^M b1 (k) = 1 , 1 ≤ j ≤ N (2.5)
e. Π (Distribusi peluang state inisial)

$\pi = \{ \pi i \}$ menyatakan distribusi peluang suatu sistem berada pada state I saat t = 1 (keadaan awal) yang secara matematis dinyatakan sebagai:

$\pi i = P[q1 = i]$, $1 \leq i \leq N$ (2.6)

$\sum_{(i=1)}^{N} \pi I = 1$ (2.7)

2.5. Speech Recognition System (ASR)

Speech Recognition (ASR), merupakan sebua system yang berfungsi untuk menerjemahkan suatu bahasa lisan kedalam suatu bentuk data dalam komputer. System ini bekerja dengan cara menyaring informasi yag didapat dari sinyal yang diterima oleh sebuah perangkat audio, seperti mikrofon.

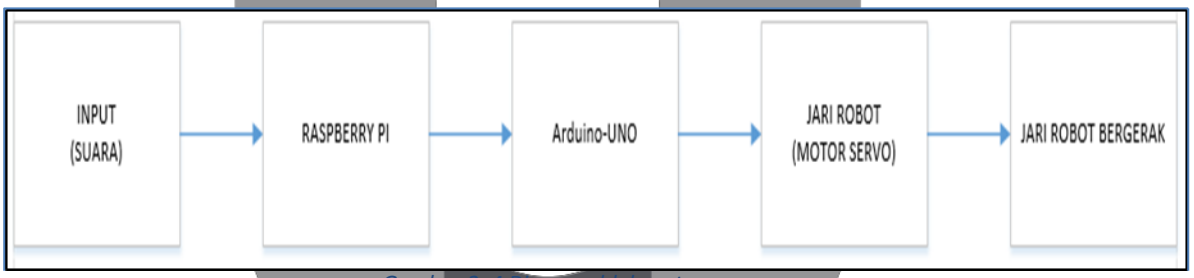
Terdapat empat proses dari speech recognition, antara lain adalah sebagai berikut:

a. Tahap menerima masukkan: pada tahap ini system menerima masukan berupa gelombang suara. Masukan ini dapat berupa suara tangkapan dari mikrofon atau pun data suara digital yang berasal dari suatu rekaman suara.
b. Tahap ekstraksi: pada tahap ini dilakukan ekstraksi ciri dari sinyal yang telah diterima sebelumnya. Proses ekstraksi dilakukan berdasarkan metode Hidden Markov Model (HMM).
c. Tahap pembandingan: pada tahap ini, sinyal digital hasil ekstraksi data baru yang telah didapat dari proses sebelumnya dibandingkan dengan data yang terdapat dalam database. Pada tahap ini pertama-tama sinyal digital dikonversi menjadi bentuk spectrum pada domain frekuensi, spectrum inilah yang kemudian dianalisa bentuknya atau polanya dengan data pada database.
d. Tahap validasi: pada tahap ini dilakukan validasi terhadap input pengguna yang masuk. Tahap validasi ini ditentukan apakah data masukan pengguna dikenali dengan benar, atau tidak dikenali dengan benar.

Pada tugas akhir kali ini penulis tidak akan membahas secara dalam system ini, sebab penulis menggunakan sebuah speech engine bahasa PYTHON yang bernama JASPER yang berintegrasi dengan CMUSphinx dimana metode dan filter yang akan digunakan sudah tersusun didalam fungsi program.

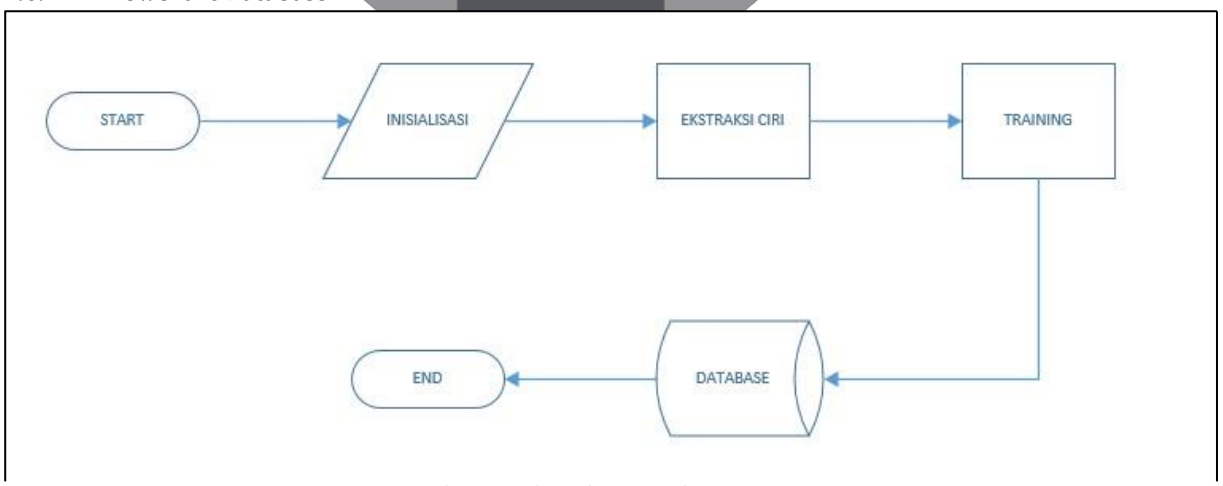
2.6 Perancangan Sistem

2.6.1 Diagram Blok Sistem



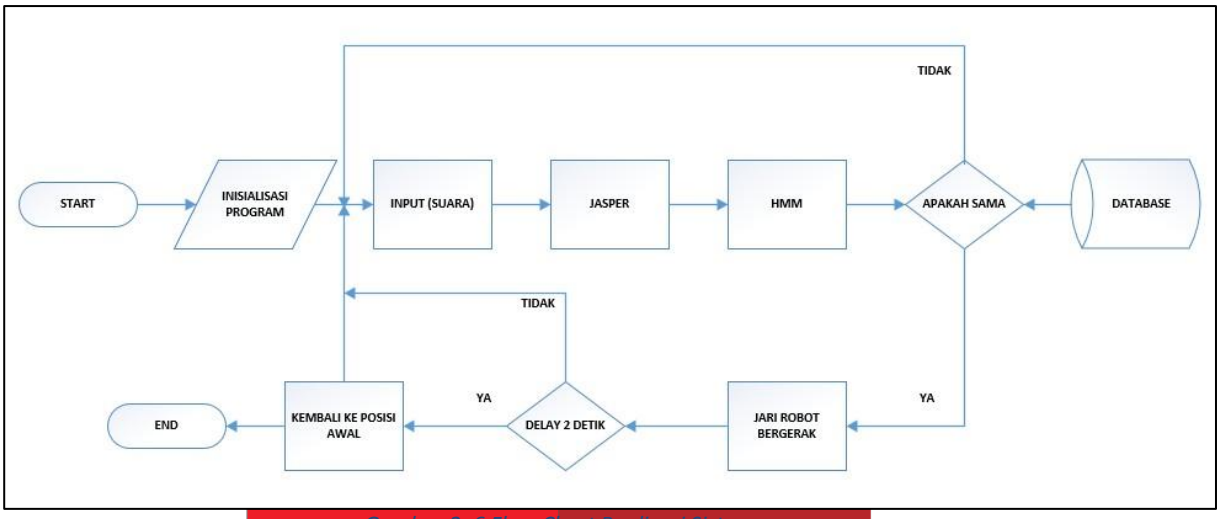
Gambar 2. 4 Diagram blok system

2.6.2 Flowchart Database



Gambar 2. 5 Flow Chart Database

2.6.3 Flowchart Realisasi Sistem



Gambar 2. 6 Flow Chart Realisasi Sistem

3. Pengujian dan Analisis

3.1. Pengujian Motor Servo

Tabel 3. 1 Hasil Pengujian Motor Servo

Nama Servo \ Sudut	0			45			90			135			180		
Servo A	0	3	2	45	47	50	90	90	93	132	132	137	180	182	179
Servo B	2	1	1	45	46	45	91	92	90	135	132	135	180	182	185
Servo C	3	1	0	46	47	45	90	94	95	136	136	134	180	185	179
Servo D	0	0	2	43	44	45	95	94	93	133	135	135	178	180	176
Servo E	1	1	0	45	46	45	92	89	88	134	137	136	182	183	184

3.2 Pengujian Program

Pada pengujian program (perangkat lunak) penulis menguji sistem dengan beberapa pengujian, yaitu:

1. Uji I: input berupa suara yang berasal dari penulis (pria) melalui mikrofon. Kalimat sebanyak 5 buah. Masing-masing 3 kali percobaan.
2. Uji II: input berupa suara yang berasal dari teman penulis (pria) melalui mikrofon. Kalimat sebanyak 5 buah. Masing-masing 3 kali percobaan.
3. Uji III: input berupa suara yang berasal dari teman penulis (wanita) melalui mikrofon. Kalimat sebanyak 5 buah. Masing-masing 3 kali percobaan.
4. Uji IV: input berupa suara yang berasal dari penulis (pria) melalui mikrofon. Kalimat sebanyak 5 buah. Masing-masing 3 kali percobaan. Dilakukan ditempat ramai.
5. Uji V: input berupa suara yang berasal dari teman penulis (pria) melalui mikrofon. Kalimat sebanyak 5 buah. Masing-masing 3 kali percobaan. Dilakukan ditempat ramai.
6. Uji VI: input berupa suara yang berasal dari teman penulis (wanita) melalui mikrofon. Kalimat sebanyak 5 buah. Masing-masing 3 kali percobaan. Dilakukan ditempat ramai.

3.2.1 Hasil Uji I

Sumber : Suara dari penulis (pria) melalui mikrofon diruangan sunyi
Input : 5 kalimat
Kuantitas : 3x per input
Total uji : 3 x 5 = 15

Tabel 3. 2 Hasil Uji I

Hasil Uji	Benar	salah
Positif	9	1
Negatif	3	2

Akurasi = $\frac{\text{(positifbenar+negative benar)}}{\text{Jumlah uji}}$

= $\frac{(9+3)}{15}$

=0.8 = 80%

Pada proses pengujian pertama, yang dilakukan oleh penulis dengan katagori pria dan dilakukan diruangan sepi. Tingkat akurasi dari hasil percobaan yang dilakukan adalah 80%.

3.2.2 Hasil Uji II

Sumber : Suara dari teman penulis (pria) melalui mikrofon diruangan sunyi.
Input : 5 kalimat
Kuantitas : 3x per input
Total uji : 3 x 5 = 15

Tabel 3. 3 Hasil Uji II

Hasil Uji	Benar	salah
Positif	10	1
Negatif	3	1

Akurasi = $\frac{\text{(positifbenar+negative benar)}}{\text{Jumlah uji}}$

= $\frac{(10+3)}{15}$

=0.866 = 86.6%

Pada proses pengujian kedua, yang dilakukan oleh teman penulis dengan katagori pria dan dilakukan diruangan sepi. Tingkat akurasi dari hasil percobaan yang dilakukan adalah 86.6%.

3.2.3 Hasil Uji III

Sumber : Suara dari teman penulis (wanita) melalui mikrofon diruangan ramai
Input : 5 kalimat
Kuantitas : 3x per input
Total uji : 3 x 5 = 15

Tabel 3. 4 Hasil Uji III

Hasil Uji	Benar	Salah
Positif	8	1
Negatif	4	2

Akurasi = $\frac{\text{(positifbenar+negative benar)}}{\text{Jumlah uji}}$

= $\frac{(8+4)}{15}$

=0.8 = 80%

Pada proses pengujian ketiga, yang dilakukan oleh teman penulis dengan katagori wanita dan dilakukan diruangan sepi. Tingkat akurasi dari hasil percobaan yang dilakukan adalah 80%.

3.2.4 Hasil Uji IV

Sumber : Suara dari penulis (pria) melalui mikrofon diruangan ramai
Input : 5 kalimat

Kuantitas : 3x per input
Total uji : 3 x 5 = 15

Tabel 3. 5 Hasil Uji IV

Hasil Uji	Benar	salah
Positif	5	1
Negatif	6	1

Akurasi $= \frac{(\text{positifbenar+negative benar})}{\text{Jumlah uji}}$

$= \frac{(6+5)}{15}$

$=0.733 = 73.3\%$

Pada proses pengujian keempat, yang dilakukan oleh penulis dengan katagori pria dan dilakukan diruangan ramai. Tingkat akurasi dari hasil percobaan yang dilakukan adalah 73.3%.

3.2.5 Hasil Uji V

Sumber : Suara dari teman penulis (pria) melalui mikrofon diruangan ramai
Input : 5 kalimat
Kuantitas : 3x per input
Total uji : 3 x 5 = 15

Tabel 3. 6 Hasil Uji V

Hasil Uji	Benar	salah
Positif	5	1
Negatif	7	2

Akurasi $= \frac{(\text{positifbenar+negative benar})}{\text{Jumlah uji}}$

$= \frac{(5+7)}{15}$

$= 0.8 = 80\%$

Pada proses pengujian kelima, yang dilakukan oleh teman penulis dengan katagori pria dan dilakukan diruangan ramai. Tingkat akurasi dari hasil percobaan yang dilakukan adalah 80%.

3.2.6 Hasil Uji VI

Sumber : Suara dari teman penulis (wanita) melalui mikrofon diruangan ramai
Input : 5 kalimat
Kuantitas : 3x per input
Total uji : 3 x 5 = 15

Tabel 3. 7 Hasil Uji VI

Hasil Uji	Benar	Salah
Positif	8	2
Negatif	2	3

Akurasi $= \frac{(\text{positifbenar+negative benar})}{\text{Jumlah uji}}$

$= \frac{(8+2)}{15}$

$=0.67 = 67\%$

Pada proses pengujian kelima, yang dilakukan oleh teman penulis dengan katagori wanita dan dilakukan diruangan ramai. Tingkat akurasi dari hasil percobaan yang dilakukan adalah 67%.

4. Kesimpulan

Setalah melakukan serangkaian pengujian dan analisa hasil pengujian pada desain dan implementasi robot jari dengan kendali suara menggunakan metode Hidden Markov Model, maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Sistem speech recognition yang digunakan sudah memenuhi standard akurasi yang diinginkan yaitu 82.2% untuk diruangan sunyi. Sedangkan untuk diruangan ramai masih belum memenuhi standar karena hanya menghasilkan akurasi 73.43%
2. Kecepatan speech recognition program sangat bergantung pada panjang data tangkapan mikrofon. Penulis mendapatkan waktu 3 sekon sebagai waktu tunda proses recognition terlama. Sedangkan 0.7 sekon sebagai waktu tunda proses recognition paling cepat.

Daftar Pustaka :

[1] https://akbarulhuda.wordpress.com/2010/04/01/mengenal-motor-servo/

[2] T.D. Ganchev, Ph.D. Thesis. Wire Communications Laboratory, Department of Computer and Electrical Engineering, University of Patras, Greece, 2005.

[3] M. Nilsson, M. Ejnarsson, Master Thesis, Departement of Telecommunications and Signal Processing, Blekinge Institute of Technology, Ronneby, 2002.

[4] www.ifp.illinois.edu/~minhdo/teaching/speaker-recognition/speaker-recognition.html

[5] C. Cornaz, U. Hunkeler, An Automatic Speaker Recognition System, Ecole Polytechnique, Federale De Lausanne, http://www.ifp.uiuc.edu/~minhdo/teaching/speaker_recognition, 2005.

[6] Wicaksono, Doni. 2011. "Implementasi Pengontrolan Kecepatan Motor DC Pada Robot Beroda Menggunakan Logika Fuzzy Berdasarkan Pembacaan Sensor Ultrasonik". Bandung: IT Telkom.

[7] Mitchel, Tom M. 1997. "Machine Learning", Singapore: McGraw-Hill.

[8] Rosch, Winn. 1999. "Hardware Bible Fifth Edition". ISBN0-7897-17433pp.50-51.

[9] New Product! Introducting Raspberry Pi Model B+. http://www.raspberrypi.org/introducing-raspberry-pi-model-b-plus/. Diakses terakhir 23 Januari 2016.

[10] Control Anything with your voice. http://jasperproject.github.io/. Diakses terakhir 09 Agustus 2016