

IMPLEMENTASI SISTEM PENGENALAN KATA MENGUNAKAN SINYAL ELECTROMYOGRAPHY BERBASIS RASPBERRY PI

Disusun oleh :

Evan Lesmana (1022010)

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof. Drg. Suria Sumantri, MPH. No. 65, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

E – mail : 16L.Evan@gmail.com

ABSTRAK

Speech recognition telah banyak digunakan untuk melakukan panggilan telepon, memilih stasiun radio, *voice dictation* dan *personal assistant*. *Speech recognition* ini menggunakan *microphone* untuk mendeteksi getaran di udara yang bersumber dari pita suara manusia. Sistem tersebut tidak dapat dilakukan di lingkungan yang banyak *noise* dan mengharuskan penggunanya mengucapkan kata dengan keras. Raspberry Pi adalah *Single Board Computer* yang banyak digunakan untuk proyek inovasi, eksperimen dan belajar.

Pada Tugas Akhir ini dibuat sistem pengenalan kata menggunakan sinyal *electromyography* (EMG) dengan pengolahan di Raspberry Pi. Sistem ini akan mendeteksi aktivitas listrik di sekitar otot artikulasi pada saat mengucapkan kata. Metoda ekstraksi ciri yang dipakai adalah rata-rata koefisien transformasi fourier diskrit dan *support vector machine* untuk klasifikasi data.

Dari hasil realisasi dan pengamatan data, sistem pendeteksi dapat berfungsi dengan baik. Tingkat keberhasilan mencapai 92% untuk mendeteksi 5 kata dan sistem ini bersifat spesifik terhadap pengguna.

Kata Kunci : EMG, Raspberry Pi, *speech recognition*, transformasi fourier diskrit, *Support Vector Machine*.

ELECTROMYOGRAPHY BASED SPEECH RECOGNITION IMPLEMENTATION USING RASPBERRY PI

Composed By:

Evan Lesmana (1022010)

Electrical Engineering Department, Maranatha Christian University

Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia

E – mail : 16L.Evan@gmail.com

ABSTRACT

Speech recognition is widely applied for making a phone call, changing radio station, voice dictation, and personal assistant. Using microphone, this system detects vibration in air generated by human vocal cords. Thus, it cannot be used in noisy environment. The system also requires the user to speak loudly. Raspberry Pi is a Single Board computer used mainly for innovating, experimenting, and learning.

In this final project Raspberry Pi is used to implement electromyography (EMG) based speech recognition. The system uses EMG signal to determine spoken words. Feature extraction is done by taking average of discrete fourier transform coefficient for each window. Support Vector Machine is used as classifier.

According to experimental data, the system achieved 92% in recognizing 5 words. The system is user dependent.

Keywords : EMG, Raspberry Pi, webcam, Discrete Fourier Transform, Support Vector Machine.

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	1
1.3. Rumusan Masalah	1
1.4. Tujuan	2
1.5. Pembatasan Masalah	2
1.6. Sistematika penulisan.....	2

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Sinyal <i>Electromyography</i> (EMG)	4
2.2. IC MCP3008	7
2.3. <i>Serial Peripheral Interface</i> (SPI)	9
2.4. <i>Operational Amplifier</i>	10
2.5. <i>Instrumentation Amplifier</i>	13
2.6. <i>Filter Analog</i>	14
2.7. Raspberry Pi	16
2.8. <i>Library Qwt</i>	18
2.9. <i>Discrete Fourier Transform</i> (DFT)	19
2.10. <i>Fastest Fourier Transform in the West++</i> (FFTW++).....	20
2.11. <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	21
2.12. LIBSVM.....	24
2.13. <i>Voice Activity Detection</i> (VAD).....	26

BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI

3.1. Perancangan Sistem	28
3.2. Perancangan <i>Hardware</i>	29
3.2.1. Perancangan Referensi	30
3.2.2. Perancangan <i>Filter High Pass</i>	31
3.2.3. Perancangan <i>Filter Low Pass</i>	31
3.3. Diagram Alir Sistem Pengenalan Kata	34
3.3.1. Diagram Alir <i>Interface GUI</i>	34
3.3.2. Diagram Alir <i>Subroutine Save Data</i>	35
3.3.3. Diagram Alir <i>Soubroutine Train</i>	36
3.3.4. Diagram Alir <i>Soubroutine Predict</i>	37
3.3.5. Diagram Alir <i>Soubroutine Record</i>	39
3.3.6. Diagram Alir <i>Voice Activity Detection</i>	42
3.4. Pembuatan <i>Database</i>	44
3.5. Prediksi Kata	45

BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS

4.1. Konfigurasi Elektroda	46
4.2. Pengamatan Hasil <i>Recognition</i>	47
4.2.1. Pengamatan 2 Kata.....	47
4.2.2. Pengamatan 3 Kata.....	48
4.2.3. Pengamatan 5 Kata.....	49
4.2.4. Pengamatan 2 Kata Diucapkan Dengan Pelan.....	50
4.2.5. Pengamatan Menggunakan Kata yang Serupa.....	51
4.2.6. Pengamatan 5 Kata Setelah Posisi Elektroda Diubah.....	52
4.2.7. Pengamatan 3 Kata Lebih dari 2 Suku Kata	52
4.3. Gambar Plot Sinyal EMG	54
4.3. Analisis Data	63

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5. 1. Kesimpulan	64
5. 2. Saran	65

DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN A <i>SOURCE CODE</i>	A – 1
LAMPIRAN B <i>Datasheet IC</i>	B – 1

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Tabel konfigurasi bit MCP 3008	8
Tabel 2.2. Spesifikasi Raspberry Pi	17
Tabel 4.1. Pengamatan 2 kata <i>kernel</i> linear	47
Tabel 4.2. Pengamatan 2 kata <i>kernel</i> RBF	47
Tabel 4.3. Pengamatan 3 kata <i>kernel</i> linear	48
Tabel 4.4. Pengamatan 3 kata <i>kernel</i> RBF	48
Tabel 4.5. Pengamatan 5 kata <i>kernel</i> linear	49
Tabel 4.6. Pengamatan 5 kata <i>kernel</i> RBF	50
Tabel 4.7. Pengamatan 2 kata <i>kernel</i> linear (pelan)	50
Tabel 4.8. Pengamatan 2 kata <i>kernel</i> RBF (pelan)	51
Tabel 4.9. Pengamatan penggunaan kata serupa dengan <i>kernel</i> linear	51
Tabel 4.10. Pengamatan 5 kata untuk posisi elektroda diubah <i>kernel</i> linear	52
Tabel 4.11. Pengamatan 3 kata lebih dari 2 suku kata	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Membran saat <i>resting potential</i>	4
Gambar 2.2 Tegangan mencapai <i>threshold</i> untuk kanal sodium	5
Gambar 2.3 Kanal sodium terbuka	5
Gambar 2.4 Kanal potasium terbuka dan kanal sodium tertutup	6
Gambar 2.5 Plot dari <i>action potential</i>	7
Gambar 2.6 Konfigurasi pin MCP3008	7
Gambar 2.7 Komunikasi SPI antara <i>Microcontroller Unit</i> dengan MCP3008 ..	9
Gambar 2.8 Konfigurasi SPI single master single slave	10
Gambar 2.9 Op-amp ideal	10
Gambar 2.10 <i>Inverting Op-Amp</i>	11
Gambar 2.11 <i>Non-inverting Op-amp</i>	11
Gambar 2.12 <i>Differential Amplifier</i>	12
Gambar 2.13 <i>Instrumentation Amplifier</i>	13
Gambar 2.14 <i>Active Lowpass Filter</i>	15
Gambar 2.15 Respon Frekuensi LPF	15
Gambar 2.16 <i>Passive High Pass Filter</i>	15
Gambar 2.17 Respon Frekuensi HPF	15
Gambar 2.18 Raspberry Pi	16
Gambar 2.19 Konfigurasi pin Raspberry Pi	16
Gambar 2.20 Ilustrasi SVM untuk dua kategori	21
Gambar 3.1 Diagram blok sistem	28

Gambar 3.2.IC AD620	30
Gambar 3.3.Perancangan filter referensi.....	30
Gambar 3.4.Perancangan <i>filter high pass</i>	31
Gambar 3.5.Perancangan <i>filter low pass</i>	32
Gambar 3.6.Skematik <i>hardware</i>	33
Gambar 3.7.Diagram alir GUI	34
Gambar 3.8.Diagram alir <i>subroutine data</i>	35
Gambar 3.9.Diagram alir <i>subroutine train</i>	36
Gambar 3.10.Diagram alir <i>subroutine predict</i>	37
Gambar 3.11.Diagram alir <i>subroutine record</i>	39
Gambar 3.12.Diagram alir <i>subroutine record</i>	40
Gambar 3.13.Diagram alir <i>subroutine record</i>	40
Gambar 3.14.Diagram alir <i>subroutine VAD</i>	42
Gambar 3.15.Ilustrasi penentuan indek aktivitas suara.....	43
Gambar 3.16.Tampilan GUI	44
Gambar 4.1.Konfigurasi Elektroda	46
Gambar 4.2.Sinyal EMG kata ambil	54
Gambar 4.3.Sinyal EMG kata lepas	54
Gambar 4.4.Sinyal EMG kata kanan.....	55
Gambar 4.5.Sinyal EMG kata angkat	55
Gambar 4.6.Sinyal EMG kata padam	56
Gambar 4.7.Sinyal EMG kata ambil (pelan).....	56
Gambar 4.8.Sinyal EMG kata lepas (pelan).....	57

Gambar 4.9. Sinyal EMG kata ambil (posisi elektroda digeser).....	57
Gambar 4.10. Sinyal EMG kata lepas (posisi elektroda digeser)	58
Gambar 4.11. Sinyal EMG kata kanan (posisi elektroda digeser)	58
Gambar 4.12. Sinyal EMG kata angkat (posisi elektroda digeser)	59
Gambar 4.13. Sinyal EMG kata padam (posisi elektroda digeser)	59
Gambar 4.14. Sinyal EMG klausa belok kanan	60
Gambar 4.15. Sinyal EMG kata ke atas	60
Gambar 4.16. Sinyal EMG kata berhenti	61
Gambar 4.17. Sinyal EMG kata adam	61
Gambar 4.18. Sinyal EMG kata tangan	62
Gambar 4.19. Sinyal EMG kata sambil	62