

ROBOT CERDAS BERBASIS SPEECH RECOGNITION

Menggunakan MATLAB dan Arduino

Mada Sanjaya WS, Ph. D

Penerbit ANDI Yogyakarta

Robot Cerdas Berbasis Speech Recognition – Menggunakan MATLAB dan Arduino
Oleh: Mada Sanjaya WS, Ph.D

Hak Cipta © 2016 pada Penulis

Editor : Maya
Setting : Tommy
Desain Cover : Wiskhak
Korektor : Rio Irawan

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronis maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

Penerbit: C.V ANDI OFFSET (Penerbit ANDI)

Jl. Beo 38-40, Telp. (0274) 561881 (Hunting), Fax. (0274) 588282 Yogyakarta 55281

Percetakan: ANDI OFFSET

Jl. Beo 38-40, Telp. (0274) 561881 (Hunting), Fax. (0274) 588282 Yogyakarta 55281

Perpustakaan Nasional: Katalog dalam Terbitan (KDT)

WS, Mada Sanjaya

Robot Cerdas Berbasis Speech Recognition – Menggunakan Matlab dan Arduino/ Mada Sanjaya WS;

– Ed. I . – Yogyakarta: ANDI,

25 24 23 22 21 20 19 18 17 16

x + 454 hlm.; 16 x 23 Cm.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

ISBN: 978 – 979 – 29 – 5181 – 3

I. Judul

1. Robotics

DDC'23 : 629.892

Kata Pengantar

Segala puji bagi Robb pencipta alam semesta yang begitu indah dan sempurna. Seiring dengan penulisan prakata ini, pertanda bahwa buku *Robot Cerdas Berbasis Speech Recognition: Menggunakan MATLAB dan Arduino* ini telah berhasil diselesaikan. Buku ini adalah **BUKU PERTAMA** di INDONESIA pada bidang robotika, yang membahas kontrol robot menggunakan pengenalan pola suara (*speech recognition*).

Buku ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu sistem robotika berbasis Arduino dan sistem pengenalan pola suara yang merupakan implementasi kecerdasan buatan menggunakan MATLAB. Bagian pertama berisi tentang dasar-dasar elektronika dan mekanika robot, pemrograman dasar Arduino, pemrograman Arduino robot dengan kontrol komputer berbasis bluetooth, serta pembuatan GUI robot kontrol. Bagian kedua berisi dasar-dasar pengolahan sinyal

audio, membangkitkan sinyal, perekaman dan analisis sinyal wicara, ekstraksi ciri sinyal wicara menggunakan MFCC dan LPC, sistem pengenalan sinyal wicara menggunakan jaringan saraf tiruan ANN dan ANFIS, serta navigasi robot berbasis pengenalan pola ucapan.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian buku ini. Kami sangat mengharapkan saran dan kritik dari pembaca untuk perbaikan dalam penerbitan berikutnya. Jika Anda ingin mengikuti *training* atau mengadakan seminar atau *workshop* di bidang robotika, Anda dapat menghubungi penulis di:

CV. Sanjaya Star Group

Bolabot Techno Robotic Institute

Kompleks Permata Biru Blok i No.76, Cinunuk, Cileunyi, Bandung

E-mail: madasws@gmail.com

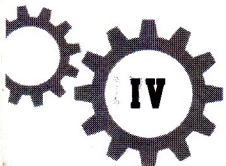
Web: www.bolabot.com, www.profesorbolabot.blogspot.com

Salam cinta untuk para pecinta robotika Indonesia.

Bandung,

Penulis,

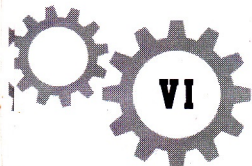
Mada Sanjaya WS, Ph.D.



Daftar Isi

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
BAB 1 PENGENALAN ROBOTIKA	1
1.1 Perkembangan Robotika	2
1.2 Jenis-Jenis Robot	4
1.3 Perkembangan Kontrol Berbasis Speech Recognition	5
1.3.1 Modern Car	5
1.3.2 Voice Biometrics Mobile Phone	6
1.3.3 Control PC with Voice	6

BAB 2	SISTEM MEKANIKA ROBOT	7
2.1	Mekanika Robot Beroda	8
2.2	Mekanika Robot Berkaki	11
BAB 3	SISTEM ELEKTRONIKA ROBOT	17
3.1	Prinsip Umum Robotika	18
3.2	Sistem Sensor	18
3.2.1	Kamera Digital (Webcam)	18
3.2.2	Sensor Cahaya Sebagai Sensor Garis	19
3.2.3	Sensor Ultrasonic Sebagai Sensor Obstacle	22
3.3	Sistem Minimum Mikrokontroler Arduino	23
3.4	Sistem Aktuator Robot	25
3.4.1	Sistem Motor DC	25
3.4.2	Sistem Motor Servo	28
3.5	Peralatan Bengkel Elektronika	30
BAB 4	PENGENALAN ARDUINO	35
4.1	Pengertian Arduino	36
4.2	Hardware Ardino	39
4.3	Software Arduino	42
BAB 5	PENGENALAN SIMULASI ARDUINO	49
5.1	Instalasi Simulasi Proteus Arduino	50
5.2	Proyek Simulasi Arduino Blinking LED	50
BAB 6	PEMROGRAMAN INPUT-OUTPUT DIGITAL MENGGUNAKAN ARDUINO	61
6.1	Bahan dan Komponen	62
6.2	Desain Program dan Rangkaian Blinking LED	63
6.3	Desain Program dan Rangkaian Input-Output Saklar LED	66



BAB 7 INTERFACING MENGHIDUPKAN LED MENGGUNAKAN KEYBOARD KOMPUTER/LAPTOP	71
7.1 Bahan dan Komponen	72
7.2 Desain Program Rangkaian Kontrol LED Secara Serial	73
BAB 8 ROBOT DIGITAL DENGAN KONTROL MENGGUNAKAN KEYBOARD PC/LAPTOP	77
8.1 Bahan dan Komponen	79
8.2 Desain Program dan Rangkaian Robot Kontrol PC	81
8.2.1 Desain Rangkaian Robot Digital Berbasis Motor DC	81
8.2.2 Desain Rangkaian Robot Digital Berbasis Motor Servo	85
BAB 9 ROBOT KONTROL PC BERBASIS GUI (GRAPHICAL USER INTERFACE) MATLAB	89
9.1 Bahan dan Komponen	90
9.2 Desain Program GUI Robot Kontrol PC	91
BAB 10 GUI MATLAB ROBOT KONTROL DIGITAL DAN MONITORING BERBASIS WEBCAM	103
10.1 Bahan dan Komponen	105
10.2 Program GUI Robot Kontrol dan Monitoring Webcam	106
BAB 11 ROBOT KONTROL DIGITAL BERBASIS BLUETOOTH	119
11.1 Bahan dan Komponen	121
11.2 Karakteristik Modul Bluetooth	123
11.3 Desain Robot Kontrol PC Berbasis Bluetooth	125
BAB 12 SISTEM SUARA DAN PENDENGARAN MANUSIA	133
12.1 Sistem Pembentukan Ucapan	134
12.2 Sistem Pendengaran Manusia	136
12.2.1 Anatomi Telinga	136
12.2.2 Prinsip Kerja Pendengaran Manusia	139
12.3 Representasi Sinyal Ucapan	139

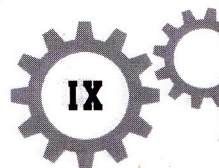


BAB 13 DASAR-DASAR PENGOLAHAN SINYAL AUDIO MENGGUNAKAN MATLAB	141
13.1 Membangkitkan Sinyal Kontinu	142
13.2 Membangkitkan Sinyal Diskrit	148
13.3 Pemrograman Sinyal Audio	155
BAB 14 MEMBUAT RINGTONE LAGU BERBASIS MATLAB	159
14.1 Frekuensi Nada Not Angka Musik	160
14.2 Membuat Nada Sinyal Sinus	161
14.3 Membuat Nada Sirine	164
14.4 Membuat Nada DTMF Handphone (Dual-Tone Multi-Frequency)	166
14.5 Membuat Nada Lagu (Ringtone)	167
BAB 15 ANALISIS SINYAL WICARA DALAM DOMAIN FREKUENSI	175
15.1 Transformasi Fourier Sinyal Periodik	176
15.2 FFT dan Spectrogram Sinyal Wicara	180
BAB 16 EKSTRAKSI CIRI SINYAL WICARA BERBASIS LPC DAN MFCC1	183
16.1 Ekstraksi Ciri Menggunakan LPC (Linear Predictive Coding)	184
16.1.1 Dasar Teori Metode LPC	188
16.1.2 Pemrograman LPC Menggunakan MATLAB	191
16.1.3 Langkah-Langkah Pemrograman Ekstraksi Ciri Sinyal Suara	191
16.2 Ekstraksi Ciri Berbasis MFCC (Mel-Frequency Cepstrum Coefficients)	193
16.2.1 Dasar Teori Metode MFCC	193
16.2.2 Pemrograman MFCC Menggunakan MATLAB	196
16.2.3 Langkah-Langkah Pemrograman Ekstraksi Ciri Sinyal Suara	205



BAB 17 KONTROL LED BERBASIS PENGENALAN POLA SINYAL WICARA MENGGUNAKAN MFCC DAN ANFIS (ADAPTIVE-NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEMS)	209
17.1 Dasar Teori ANFIS (Adaptive-Neuro Fuzzy Inference Systems)	210
17.2 Pemrograman Ekstraksi Ciri Berbasis ANFIS	212
17.3 Pemrograman ANFIS Toolbox MATLAB	219
17.3.1 Langkah-Langkah Pemrograman ANFIS	219
17.3.2 Langkah-Langkah Pengujian Pengenalan Pola Suara	230
17.4 Membuat GUI Pengenalan Suara Menggunakan ANFIS	235
17.5 Membuat GUI Robot LED Berbasis Suara Menggunakan ANFIS	249
17.6 Program dan Rangkaian Kontrol LED Secara Serial	264

BAB 18 KONTROL LED BERBASIS PENGENALAN POLA SINYAL WICARA MENGGUNAKAN LPC DAN JST (ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS)	269
18.1 Dasar Teori JST MLP Back Propagation	270
18.1.1 Arsitektur MLP	270
18.1.2 Algoritma Belajar MLP Back Propagation	270
18.2 Pemrograman Ekstraksi Ciri LPC	273
18.3 Pemrograman JST Toolbox MATLAB	278
18.3.1 Langkah-Langkah Pemrograman Jaringan Saraf Tiruan	278
18.3.2 Langkah-Langkah Pengujian Pengenalan Pola Suara	287
18.4 Membuat GUI Pengenalan Suara Berbasis JST Tipe MLP	292
18.5 GUI Kontrol LED Berbasis Suara Menggunakan LPC dan JST	305



BAB 19 KONTROL ROBOT MENGGUNAKAN PENGENALAN UCAPAN BERBASIS MFCC DAN JARINGAN SARAF TIRUAN (ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS)	321
19.1 Metode Kontrol Robot Berbasis Pengenalan Ucapan	323
19.2 Pemrograman Ekstraksi Ciri MFCC	324
19.2.1 Pemrograman MFCC Menggunakan MATLAB	325
19.2.2 Langkah-Langkah Pemrograman Ekstraksi Ciri Sinyal Suara	334
19.3 Pemrograman JST Toolbox MATLAB	338
19.3.1 Langkah-Langkah Pemrograman Jaringan Saraf Tiruan	338
19.3.2 Langkah-Langkah Pengujian Pengenalan Pola Suara	348
19.4 Membuat GUI Sistem Pengenal Pola Perintah Suara	352
19.5 Membuat GUI Robot Kontrol Suara Berbasis JST	368
19.6 Desain Program dan Rangkaian Robot Kontrol PC	385
19.6.1 Desain Rangkaian Robot Digital yang Dikendalikan PC	385
19.6.2 Pemrograman Robot Digital yang Dikendalikan PC	386
BAB 20 KONTROL ROBOT MENGGUNAKAN PENGENALAN POLA UCAPAN BERBASIS LPC DAN ANFIS (ADAPTIVE-NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEMS)	391
20.1 Metode Robotika dengan Ucapan Berbasis LPC dan ANFIS	392
20.2 Pemrograman Ekstraksi Ciri LPC	394
20.3 Pemrograman ANFIS Toolbox MATLAB	401
20.3.1 Langkah-Langkah Pemrograman ANFIS	401
20.3.2 Langkah-Langkah Pengujian Pengenalan Pola Suara	411
20.4 Membuat GUI Sistem Pengenalan Suara	419
20.5 Membuat GUI Robot Kontrol Suara Berbasis LPC dan ANFIS	435
DAFTAR PUSTAKA	451

