

**APLIKASI *SPEECH RECOGNITION* BAHASA INDONESIA DENGAN  
JARINGAN SARAF TIRUAN *LEARNING VECTOR QUANTIZATION*  
UNTUK PENGENDALIAN GERAK ROBOT**



**SKRIPSI**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada Jurusan Ilmu Komputer/ Informatika**

**Oleh :**

**ANGGORO WICAKSONO**

**24010310120029**

**JURUSAN ILMU KOMPUTER / INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**2015**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir/ skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Semarang, 31 Maret 2015



Anggoro Wicaksono  
24010310120029

## HALAMAN PENGESAHAN


Judul : Aplikasi *Speech Recognition* Bahasa Indonesia dengan Jaringan Saraf Tiruan  
*Learning Vector Quantization* Untuk Pengendalian Gerak Robot  
Nama : Anggoro Wicaksono  
NIM : 24010310120029

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 23 Maret 2015 dan dinyatakan lulus pada tanggal 30 Maret 2015.

  
Mengetahui,  
Ketua Jurusan Ilmu komputer/Informatika  
FST DEDIE  
  
Nurdin Bahfar, S.Si., MT.  
NIP. 19790720 200312 1 002

Semarang, 31 Maret 2015

Panitia Penguji Tugas Akhir  
Ketua,

  
Helmie Arif Wibawa, S.Si, M.Cs  
NIP. 19780516 200312 1 001

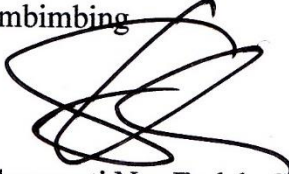
## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Aplikasi *Speech Recognition* Bahasa Indonesia dengan Jaringan Saraf Tiruan  
*Learning Vector Quantization* Untuk Pengendalian Gerak Robot  
Nama : Anggoro Wicaksono  
NIM : 24010310120029

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 23 Maret 2015.

Semarang, 31 Maret 2015

Pembimbing

  
Sukmawati Nur Endah, S.Si, M.Kom  
NIP. 19780502 200501 2 002

## ABSTRAK

Pengenalan suara merupakan bagian dari pengenalan pola yang mengenali data suara atau ucapan sehingga menghasilkan suatu informasi. Informasi hasil dari pengenalan suara dapat dikembangkan menjadi aplikasi pencarian data, pengendalian, dan penginputan data. Aplikasi *speech recognition* untuk pengendalian gerak robot merupakan pengembangan dari informasi hasil pengenalan suara. Aplikasi ini dapat mengendalikan gerak robot Lego Mindstorm sesuai dengan hasil pengenalan suara. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan metode *Mel-Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC) dalam proses ekstraksi ciri dan Jaringan Saraf Tiruan *Learning Vector Quantization* (LVQ) sebagai metode pengenalan polanya. Data yang digunakan dalam aplikasi ini berjumlah 120 suara yang berasal dari empat orang dengan masing-masing mengucapkan kata kanan, kiri, maju, mundur, dan berhenti sebanyak enam kali. Input suara berupa file \*.wav atau rekaman langsung dengan *sample rate* 44100 Hz. Nilai akurasi pengenalan suara terbaik sebesar 62,50% berasal dari jaringan terlatih dengan parameter maksimal *epoch* = 10000,  $\alpha$  = 0,01, dan *hidden neuron* = 43 *node*.

**Kata Kunci :** Pengenalan ucapan, *Mel-Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC), Jaringan Saraf Tiruan (JST), *Learning Vector Quantization* (LVQ), Robot

## ABSTRACT

Voice recognition was a part of the pattern recognition to recognize voice or speech to produce an information. Information on the results of speech recognition could be developed to search a data, control, and input a data. Speech recognition application for robot motion control was the development of speech recognition results information. This application could control the Lego Mindstorm robot motion in accordance with the results of speech recognition. This application was developed using Mel-Frequency Cepstral Coefficient (MFCC) method in feature extraction process and Learning Vector Quantization (LVQ) Neural Network as a method of pattern recognition. The data that used in this application were 120 voices from four peoples with each people said kanan, kiri, maju, mundur, and berhenti as much as six times. Input voice was from \*.wav file or direct record with 44100 Hz sample rate. The best value of speech recognition accuracy was 62,50% came from trained network with maximum epoch = 10000,  $\alpha = 0,01$ , and hidden neurons = 43 nodes.

**Keywords** : Speech recognition, Mel-Frequency Cepstral Coefficient (MFCC), Artificial Neural Network (ANN), Learning Vector Quantization (LVQ), Robot

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan anugerah yang diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Aplikasi *Speech Recognition* Bahasa Indonesia Dengan Jaringan Saraf Tiruan *Learning Vector Quantization* Untuk Pengendalian Gerak Robot” dengan baik dan lancar. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Ilmu Komputer/ Informatika Fakultas sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Muhammad Nur, DEA, selaku Dekan FSM UNDIP
2. Nurdin Bahtiar, S.Si, M.T, selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer/ Informatika
3. Indra Waspada, S.T, M.TI, selaku Koordinator tugas akhir
4. Sukmawati Nur Endah, S.Si, M.Kom, selaku dosen pembimbing

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak terdapat kekurangan baik dari penyampaian materi maupun isi dari materi itu sendiri. Hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan dari penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca pada umumnya.

Semarang, 31 Maret 2015

Anggoro Wicaksono

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRCT .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	2
1.4. Ruang Lingkup .....	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1. Pengenalan Suara .....	5
2.2. Ekstraksi Ciri <i>Mel-Frequency Cepstral Coefficient</i> (MFCC).....	6
2.2.1. <i>DC Removal</i> .....	7
2.2.2. <i>Filter Pre-Emphasis</i> .....	7
2.2.3. <i>Frame Blocking</i> .....	8
2.2.4. <i>Proses Windowing</i> .....	9
2.2.5. <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT) .....	9
2.2.6. <i>Mel-Frequency Wrapping</i> .....	10
2.2.7. <i>Proses Cepstrum</i> .....	11
2.2.8. <i>Cepstral Liftering</i> .....	11
2.3. Pengertian Jaringan Saraf Tiruan .....	12
2.4. Algoritma Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan <i>Learning Vector Quantization</i> (LVQ).....	13
2.5. Robot Lego Mindstorm .....	17
2.6. Model Pengembangan Peangkat Lunak <i>Unified Process</i> .....	21



2.7.	Unified Modeling Language (UML).....	24
2.7.1.	<i>Things</i> .....	24
2.7.2.	<i>Relationship</i> .....	25
2.7.3.	Diagram .....	27
BAB III FASE <i>INCEPTION</i> DAN FASE <i>ELABORATION</i> .....		31
3.1.	Iteration Plan .....	31
3.2.	Fase Inception.....	31
3.2.1.	Deskripsi Sistem .....	32
3.2.2.	<i>Business Rules</i> .....	33
3.2.3.	Kebutuhan Non-Fungsional.....	33
3.2.4.	Model <i>Use Case</i> .....	34
3.3.	Fase <i>Elaboration</i> .....	37
3.3.1.	<i>Elaboration</i> Iterasi Pertama.....	37
3.3.2.	<i>Elaboration</i> Iterasi Kedua .....	42
3.3.3.	Menyusun <i>Prototipe</i> Antarmuka .....	79
3.3.4.	Menyusun Rencana Pengujian .....	81
BAB IV FASE <i>CONSTRUCTION</i> DAN FASE <i>TRANSITION</i> .....		84
4.1.	Fase Construction .....	84
4.1.1.	Implementasi Sistem .....	84
4.1.2.	Implementasi <i>Class</i> .....	84
4.1.3.	Implementasi Basis Data .....	85
4.1.4.	Implementasi Antarmuka .....	85
4.2.	Fase <i>Transition</i> .....	87
4.2.1.	Lingkungan Pengujian .....	87
4.2.2.	Pelaksanaan Pengujian .....	87
4.2.3.	Analisis Hasil Pengujian.....	95
BAB V PENUTUP .....		97
5.1.	Kesimpulan.....	97
5.2.	Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA.....		98

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Pengenalan Suara.....	5
Gambar 2.2	Proses Ekstraksi Ciri MFCC.....	6
Gambar 2.3	<i>Frame Blocking Blocking</i> .....	8
Gambar 2.4	Sebuah Neuron.....	12
Gambar 2.5	Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner.....	13
Gambar 2.6	Arsitektur LVQ Sederhana .....	14
Gambar 2.7	Arsitektur LVQ dengan <i>Competitive</i> dan <i>Linear Layer</i> .....	14
Gambar 2.8	Bentuk dari NXTBrick.....	18
Gambar 2.13	Bentuk dari Servo Motor .....	19
Gambar 2.14	Alur Kerja <i>Unified Process</i> .....	22
Gambar 2.15	Siklus Hidup <i>Unified Process Process</i> .....	22
Gambar 2.16	Hubungan Fase dan Alur Kerja dalam <i>Unified Process</i> .....	23
Gambar 2.17	<i>Dependency</i> Antara Class ‘Filmclip’ dan ‘Channel’ .....	25
Gambar 2.18	Contoh Penggunaan <i>Name</i> Asosiasi Antara Class ‘Person’ dan ‘Company’ .....	26
Gambar 2.19	Contoh Penggunaan <i>Role</i> dari Asosiasi Antara Class ‘Person’ dan ‘Company’ .....	26
Gambar 2.20	Contoh Penggunaan <i>Multiplicity</i> dari Asosiasi Antara Class ‘Person’ dan ‘Company’ .....	27
Gambar 2.21	Contoh Penggunaan <i>Aggregation</i> Antara Class ‘Company’ dan ‘Department’ .....	27
Gambar 2.22	<i>Generalization</i> : Class ‘Rectangle’, ‘Circle’, ‘Polygon’ Spesialisasi dari Class ‘Shape’ .....	27
Gambar 2.23	Contoh <i>Class Diagram</i> Pemesanan Barang.....	28
Gambar 2.24	Simbol <i>Use Case</i> .....	28
Gambar 2.25	Simbol <i>Actor</i> .....	28
Gambar 2.26	Contoh <i>Sequence Diagram</i> untuk Proses Pemesanan Barang.....	29
Gambar 2.27	Contoh <i>Activity Diagram</i> untuk Proses Pemesanan Barang.....	30
Gambar 3.1	Alur Proses Pengenalan dan Pelatihan Perintah Suara .....	32
Gambar 3.2	<i>Use Case Diagram</i> Sistem.....	35
Gambar 3.3	<i>Domain Model</i> Aplikasi <i>Speech Recognition</i> untuk Pengendalian Robot...	39

Gambar 3.4	<i>Class Diagram</i> Aplikasi <i>Speech Recognition</i> untuk Pengendalian Gerak Robot.....	39
Gambar 3.5	<i>Sequence Diagram</i> Input Suara .....	40
Gambar 3.6	<i>Sequence Diagram</i> Pelatihan Jaringan.....	41
Gambar 3.7	<i>Sequence Diagram</i> Pengenalan Suara .....	41
Gambar 3.8	<i>Flowchart</i> Aplikasi <i>Speech Recognition</i> Bahasa Indonesia dengan Jaringan Saraf Tiruan <i>Learning Vector Quantization</i> untuk Pengendalian Gerak Robot.....	43
Gambar 3.9	<i>Flowchart</i> Proses <i>Input Suara</i> untuk <i>database</i> .....	44
Gambar 3.10	<i>Flowchart</i> Proses <i>Input Suara</i> untuk Pengenalan Suara .....	44
Gambar 3.11	<i>Flowchart</i> Pelatihan Jaringan .....	45
Gambar 3.12	<i>Flowchart</i> Proses MFCC .....	46
Gambar 3.13	<i>Flowchart</i> Proses DC Removal.....	47
Gambar 3.14	<i>Flowchart</i> Proses Filter <i>Pre-emphasis</i> .....	48
Gambar 3.15	<i>Flowchart</i> Proses <i>Frame Blocking</i> .....	49
Gambar 3.16	Proses <i>Windowing</i> .....	50
Gambar 3.17	Proses <i>Fast Fourier Transform</i> .....	51
Gambar 3.18	Proses <i>Mel-Frequency Wrapping</i> .....	52
Gambar 3.19	<i>Flowchart</i> Proses <i>Cepstrum</i> .....	53
Gambar 3.20	Proses <i>Cepstral Liftering</i> .....	54
Gambar 3.21	Arsitektur Jaringan LVQ.....	55
Gambar 3.22	<i>Flowchart</i> Pelatihan Jaringan LVQ .....	56
Gambar 3.23	<i>Flowchart</i> Pengenalan Suara .....	74
Gambar 3.24	Proses Pengenalan Suara.....	75
Gambar 3.25	Antarmuka Menu Robot .....	79
Gambar 3.26	Antarmuka Menu Pelatihan .....	80
Gambar 3.27	Antarmuka Menu Pelatihan .....	81
Gambar 4.1	Antarmuka Menu Robot .....	86
Gambar 4.2	Antarmuka Menu Pelatihan .....	86
Gambar 4.3	Antarmuka Menu Pengenalan.....	86
Gambar 4.4	Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Maksimal <i>Epoch</i> .....	90
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Hasil Pengujian <i>Learning Rate</i> .....	91
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Hasil Pengenalan dengan Menggunakan Data Latih. ....	92

Gambar 4.7	Grafik Perbandingan Hasil Pengenalan dengan Menggunakan Data Latih.	93
Gambar 4.8	Grafik Perbandingan Hasil Pengujian dengan Data Suara Berbeda .....	93

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis <i>Relationship</i> Pada <i>Use Case Diagram</i> .....	28
Tabel 2.2 Komponen <i>Activity Diagram</i> .....	30
Tabel 3.1 Daftar Aktor Sistem .....	34
Tabel 3.2 Daftar <i>Use Case</i> Sistem.....	34
Tabel 3.3 Detail <i>Use Case Input</i> Suara.....	36
Tabel 3.4 Detail <i>Use Case</i> Pelatihan Jaringan.....	36
Tabel 3.5 Detail <i>Use Case</i> Pengenalan Suara.....	37
Tabel 3.6 Struktur Folder <i>database_suara</i> .....	42
Tabel 3.7 Struktur Folder <i>database_jaringan</i> .....	42
Tabel 3.8 Data Suara untuk Pelatihan .....	57
Tabel 3.9 Matriks Suara Perintah Mundur .....	57
Tabel 3.10 Matriks Suara Hasil <i>DC Removal</i> .....	59
Tabel 3.11 Matriks Suara Hasil <i>Pre-emphasis</i> .....	60
Tabel 3.12 Hasil Proses <i>Frame Blocking</i> .....	61
Tabel 3.13 Hasil Proses <i>Windowing</i> .....	63
Tabel 3.14 Hasil <i>Fast Fourier Transform</i> .....	64
Tabel 3.15 Jangkauan Frekuensi .....	66
Tabel 3.16 Koefisien <i>Filterbank</i> .....	66
Tabel 3.17 Hasil <i>Mel-Frequency Wrapping</i> .....	68
Tabel 3.18 Hasil Proses <i>Cepstrum</i> .....	69
Tabel 3.19 Hasil Proses <i>Cepstral Liftering</i> .....	69
Tabel 3.20 Data Pelatihan LVQ .....	70
Tabel 3.21 Data Bobot Awal Jaringan.....	71
Tabel 3.22 Target Kelas Pelatihan.....	71
Tabel 3.23 Target Kelas Pelatihan Dalam Bilangan <i>Biner</i> .....	71
Tabel 3.24 Data Bobot Akhir Hasil Pelatihan .....	73
Tabel 3.25 Matriks Suara Uji Perintah Berhenti .....	76
Tabel 3.26 Hasil Proses Ekstraksi Ciri .....	77
Tabel 3.27 Rencana Pengujian Fungsi Aplikasi .....	82
Tabel 3.28 Rencana Pengujian Parameter .....	82

Tabel 4.1 Implementasi <i>Class</i> .....	84
Tabel 4.2 Folder database_suara .....	85
Tabel 4.3 Folder database_jaringan.....	85
Tabel 4.4 Hasil dan Evaluasi Pengujian Fungsi Aplikasi.....	88
Tabel 4.5 Jumlah Data Suara Pengujian Parameter Pelatihan.....	89
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Maksimal <i>Epoch</i> , $\alpha = 0,01$ .....	90
Tabel 4.7 Hasil Pengujian <i>Learning Rate</i> , <i>Max Epoch</i> =10000.....	91
Tabel 4.8 Jumlah Data Latih dan Data Uji pada Pengujian <i>Hidden Neuron</i> .....	92
Tabel 4.9 Hasil Pengujian <i>Hidden Neuron</i> .....	92
Tabel 4.10 Hasil Pengujian dengan Data Suara Berbeda .....	93
Tabel 4.11 Jumlah Data Suara Pengujian Pengaruh Kondisi Lingkungan.....	94
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Pengaruh Kondisi Lingkungan.....	94
Tabel 4.13 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Pengaruh Kondisi Lingkungan .....	95

# BAB I

## PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, dan sistematika dalam pembuatan tugas akhir mengenai pengembangan aplikasi *speech recognition* bahasa Indonesia dengan jaringan saraf tiruan *learning vector quantization* untuk pengendalian gerak robot.

### 1.1. Latar Belakang

Proses pengenalan suara oleh manusia mulai terbentuk sejak balita yaitu ketika sudah dapat mendengar dan mampu mengeluarkan suara. Proses ini tanpa disadari dilakukan melalui proses pembelajaran, yaitu belajar mengenal ucapan yang didengar. Pada manusia tidaklah begitu sulit untuk mengenali ucapan yang didengar, karena manusia mempunyai sistem informasi yang mampu mengenali pola dengan sangat baik.

Seiring perkembangan teknologi, manusia mulai menggunakan teknologi untuk melakukan pengenalan suara atau ucapan. Hasil dari pengenalan ucapan atau *speech recognition* dapat dikembangkan menjadi berbagai macam aplikasi, seperti aplikasi pencarian data, penginputan data, atau sebagai perintah untuk mengendalikan sesuatu.

Salah satu hasil pengembangan dari *speech recognition* adalah penggunaan *speech recognition* untuk mengendalikan gerak robot. Teknologi pengendalian robot sudah memasuki tahap dimana perintah berupa suara. Sehingga tidak diperlukan lagi *remote control* untuk mengendalikan robot, tetapi hanya dengan menggunakan perintah suara robot sudah bisa dikendalikan.

Dalam penggunaan *speech recognition* untuk mengendalikan gerak robot, dibutuhkan suatu algoritma yang dapat digunakan untuk melakukan ekstraksi ciri dan pengenalan suara yang memungkinkan untuk mendapatkan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Selain itu algoritma tersebut harus memiliki kecepatan yang cukup tinggi dalam mengenali perintah suara, sehingga robot dapat segera bergerak setelah diperintah melalui suara.

*Mel-Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC) merupakan salah satu algoritma yang paling banyak digunakan untuk melakukan ekstraksi ciri suara, seperti untuk

pengenalan ucapan dan klasifikasi suara. MFCC telah terbukti efektif dan kuat untuk melakukan ekstraksi ciri dalam berbagai kondisi yang berbeda (Molau, et al., t.thn.).

*Learning Vector Quantization* (LVQ) merupakan salah satu metode dalam *pattern recognition* yang cukup banyak mendapat perhatian. LVQ memiliki kemampuan untuk mengklasifikasikan *vector* masukan ke kelas target yang telah ditentukan sebelumnya. Pembelajaran dengan cara ini disebut dengan pembelajaran terarah (*supervised learning*) (Anon., 2011). Kelebihan dari LVQ adalah memiliki nilai *error* yang lebih kecil dibandingkan dengan jaringan saraf tiruan lain, sedangkan kekurangan dari LVQ adalah akurasi model dari LVQ bergantung pada inisialisasi model dan parameter yang digunakan (Sela & Hartati, t.thn.).

Oleh karena itu di dalam penelitian ini dilakukan pemodelan aplikasi *speech recognition* bahasa Indonesia untuk menggerakkan robot menggunakan metode ekstraksi ciri *Mel-Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC) dan metode Jaringan Saraf Tiruan *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk mengenali pola ucapannya.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi yaitu bagaimana membuat suatu aplikasi yang mampu mengenali perintah berupa suara dengan bahasa Indonesia menggunakan jaringan saraf tiruan *learning vector quantization* yang digunakan untuk mengendalikan gerak robot.

## **1.3. Tujuan dan Manfaat**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini adalah menghasilkan aplikasi *speech recognition* bahasa Indonesia dengan jaringan saraf tiruan *learning vector quantization* untuk pengendalian gerak robot.

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah aplikasi yang dikembangkan dapat mengenali perintah suara yang diberikan dan selanjutnya menggerakkan robot sesuai perintah yang diberikan.

## **1.4. Ruang Lingkup**

Ruang lingkup pada aplikasi *speech recognition* bahasa Indonesia dengan jaringan saraf tiruan *learning vector quantization* untuk pengendalian gerak robot adalah:



1. *Input* proses berupa *file* suara digital/audio (\*.wav) yaitu file perintah maju, mundur, kanan, kiri, dan berhenti
2. *output* berupa gerak robot maju, mundur, kanan, kiri, atau berhenti
3. Suara yang di-input-kan berupa hasil rekaman langsung
4. Metode pengenalan yang digunakan adalah Jaringan Saraf Tiruan *Learning Vector Quantization*
5. Sistem ini akan diimplementasikan berbasis desktop menggunakan perangkat lunak Matlab
6. Robot yang digunakan adalah robot Lego Mindstorm
7. *Microphone* yang digunakan adalah Logitech h150

### 1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini terbagi dalam beberapa pokok bahasan, yaitu:

#### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, dan sistematika dalam pembuatan tugas akhir mengenai aplikasi *speech recognition* bahasa Indonesia dengan jaringan saraf tiruan *learning vector quantization* untuk pengendalian gerak robot.

#### BAB II DASAR TEORI

Bab ini menyajikan dasar teori yang berhubungan dengan topik tugas akhir. Dasar teori yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini meliputi pengertian pengenalan suara, ekstraksi ciri *Mel-Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC), Pengertian Jaringan Saraf Tiruan, Algoritma Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan *Learning Vector Quantization* (LVQ), Robot Lego Mindstorm, metode *unified Process*, dan *Unified Modeling Language* (UML).

#### BAB III FASE *INCEPTION* DAN FASE *ELABORATION*

Bab ini disajikan tahapan proses pembangunan perangkat lunak menggunakan model pengembangan *Unified Process*. Bab ini disajikan dua fase awal yaitu *Inception* dan *Elaboration*.

#### BAB IV FASE *CONSTRUCTION* DAN FASE *TRANSITION*

Bab ini menyajikan tahapan proses pembangunan perangkat lunak menggunakan model pengembangan *Unified Process*. Bab ini disajikan fase *Construction* yaitu fase untuk melakukan pengkodean sistem dan fase *Transition* untuk melakukan pengujian sistem.

#### BAB V PENUTUP

Penutup berisi kesimpulan dari pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini dan saran-saran penulis untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian serupa.