



**RANCANG BANGUN ALAT BANTU BICARA PADA
PENDERITA KANKER LARING BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA8535**

SKRIPSI

Oleh

**Maria Bestarina Laili
NIM 081910201022**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**RANCANG BANGUN ALAT BANTU BICARA PADA
PENDERITA KANKER LARING BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA8535**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Maria Bestarina Laili
NIM 081910201022**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Bantu Bicara Pada Penderita Kanker Laring Berbasis ATMEGA8535”** Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Allah SWT.
2. Rasulullah Muhammad SAW.
3. Ayahku tercinta Moh. Thoza dan Ibuku tercinta Siti Azizah yang selalu memberikan doa dan dukungan dari segi apapun, serta kasih sayang yang tidak pernah putus. Aku menyayangi kalian.
4. Adekku Ahmad Jibril Husen Ramadhan terima kasih doa dan bantuan, Terus semangat dalam menempuh pendidikan semoga diberi kemudahan.
5. Daddy Bambang Supeno, S.T.,M.T. selaku Ayah Kedua Dena yang telah memberi ilmu dan cintanya kepada anaknya yang manis ini. :P luph u 2 dad.. ☺
6. Saptian Ricaksono yang dengan tulus memberikan doa, semangat dan semuanya beserta keluarga. Luph u ☺
7. D'Mastrip Kopi (Elyanoor Oktaviana) dan D'Mastrip Shant (Nila Shanti) yang dengan tulus memberikan doa, semangat dan arahan.
8. Semua Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu, terutama Bapak Sumardi, S.T., M.T selaku DPU, Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., MT. selaku DPA yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini,

- Dosen Penguji I Bapak. Satryo Budi Utomo, S.T., M.T. dan Dosen Penguji II Bapak. H. Samsul Bachri M., S.T., MT.,
9. Seluruh Guru-guruku dari TK, SD, SLTP, SMA dan Guru mengaji (Pakdhe Tajjib) yang telah membimbing dengan sabar dan memberikan ilmu.
 10. Keluarga besar TETRO 08: Heny, Mirza, Putu, Pak Mus, Pak dan, Pak Adit, Uyab, Opan, Abie, Zay, Yek, Zipo, Catur, Gardha, Pak Unust, Aya' Opie, Tembem, Nopex, Bang Syad, Tyas, Tya, Angel, Dwik, Sapi, Ho, Jamon, Mabul, Aliph, Buk e, Fandhu, Brot, Cardo, Tian dan Semua keluarga **TETRO 08** yang belum disebutkan, **“sebuah persahabatan yang tidak pernah berakhir dan karena kalian semua aku jadi kuat seperti sekarang ini.**
 11. Keluarga besar ELKA JAYA 08: Rijal S.T loph u, Pak Punk, Bagos, Hemyho, Pak Meong, Yudhis, Ucok, Qiqul, Trian, Fajri, Muhson, Tama, Bagas, Aris, Pak Pet dan Nurdin “ Aku Sayang Kalian, Ayo touring teruuss, hehehe..... ☺ tak tiom dulu,,, muach muach muach,,, semoga kalian sukses dunia akhirat”
 12. Keluarga besar COSAMI 08: “ luph u..luph u..luph u.....muachhhhh ☺”
 13. Sahabatku Tersayang : Om Ali n Culing “ I love U all ☺”
 14. Adikku tersayang novitailyn yang telah memberi pelajaran kehidupan yang sangat berharga. “Maafkan aku bila pernah menyakitimu.....☺”
 15. Teman Elektro Diploma 3 angkatan 08 **“kebersamaan selama ini sangat berharga”**.
 16. Keluarga besar UKM ROBOTIKA UNEJ **“TETAP BERJUANG DEMI ALMAMETER TERCINTA”**
 17. Keluarga besar SR/3 no 31 terutama Nopin, Unik, Ninink, Kokom, Yurik, Kiki, Novi, Aya, Dek Mel, Fidha, Titin, Juna yang Imud dan Ibu Kos yang baik Hati.
 18. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

MOTTO

وَمَا جَعَلَهُ اللَّهُ إِلَّا بُشْرَىٰ لَكُمْ وَلِتَطْمَئِنَّ قُلُوبُكُمْ بِهِ ۗ وَمَا النَّصْرُ إِلَّا مِنْ
عِنْدِ اللَّهِ الْعَزِيزِ الْحَكِيمِ ﴿١٢٦﴾

“Dan Allah tidak menjadikan pemberian bala bantuan itu melainkan sebagai khabar gembira bagi (kemenangan)mu, dan agar tenteram hatimu karenanya. Dan kemenanganmu itu hanyalah dari Allah Yang Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana.”

(Terjemahan Q.S Ali Imron : 126)

“Allah akan meninggikan derajat orang-orang yg beriman di antara kamu dan orang-orang yg diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yg kamu kerjakan.”

(Q.S Al-Mujaadilah:11)

“inti hidup ini adalah sabar dan ikhlas ”

(My Handle Life)

“Ilmu itu Pelajari, Kuasai dan Amalkan”

(Ayahku, Moh. Thoha)

*“Think the best, Do The Best, Always fight to be the best, and I will
Be The Best“*

(Maria Bestarina Laili)

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Maria Bestarina Laili

NIM : 081910201022

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul **“RANCANG BANGUN ALAT BANTU BICARA PADA PENDERITA KANKER LARING BERBASIS MIKROKONTROL ATMEGA8535”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 Oktober 2012

Yang menyatakan,

Maria Bestarina Laili

NIM 081910201022

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ALAT BANTU BICARA PADA PENDERITA
KANKER LARING BERBASIS MIKROKONTROL ATMEGA8535**



Oleh

Maria Bestarina Laili
NIM 081910201022

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Sumardi, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Triwahju Hardianto, S.T.,M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Rancang Bangun Alat Bantu Bicara Pada Penderita Kanker Laring Berbasis ATmega8535*” telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 18 Oktober 2012
Tempat : Laboratorium Jaringan Komputer Jurusan Teknik Elektro,
Fakultas Teknik, Universitas Jember

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama
(Ketua)

Sumardi, S.T.,M.T.
NIP 19670113 199802 1 001

Dosen Penguji I

Satryo Budi Utomo, S.T.,M.T.
NIP 19850126 200801 1 002

Dosen Pembimbing Anggota
(Sekretaris)

Dr. Triwahju Hardianto, S.T.,M.T.
NIP 19700826 199702 1 001

Dosen Penguji II

H. Samsul Bachri M, S.T.,M.T.
NIP 19640317 199802 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T
NIP 19610414 198902 1 001

RANCANG BANGUN ALAT BANTU BICARA PADA PENDERITA KANKER LARING BERBASIS MIKROKONTROL ATMEGA8535

Maria Bestarina Laili

Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro.

Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Penderita kanker laring stadium lanjut harus menjalani operasi pengangkatan laring atau *Laryngectomy*. Hal ini menyebabkan penderita kehilangan pita suara. Sehingga orang tersebut tidak dapat bersuara dan tidak dapat melakukan pernafasan melalui mulut maupun hidung. Pernafasan dilakukan melalui lubang tracheostoma yaitu lubang pada batang tenggorokan. Salah satu cara untuk bisa berkomunikasi kembali adalah menggunakan elektrolaring. Namun elektrolaring ini sangat mahal dan masih jarang di Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah membuat alat bantu bicara yang dapat membantu membangkitkan suara bagi penderita tuna laring dengan biaya yang terjangkau. Hasil yang telah dicapai berupa prototipe elektrolaring yang terdiri dari generator spektrum frekuensi suara, mikrokontroler, solenoid dan membran vibrasi. Generator spektrum suara yang dibangkitkan oleh mikrokontroler digunakan untuk menghasilkan getaran pada membran. Prototipe elektrolaring ini dapat membangkitkan frekuensi 72 Hz dan 90 Hz dengan rata-rata *error* frekuensi sebesar 9%.

Keyword : *laryngectomy, mikrokontroler, generator spektrum frekuensi, solenoid, membran vibrasi*

**IMPLEMENTATION OF ELECTROLARYNX FOR LARYNGECTOMIZED
PATIENT BASED ON MICROCONTROLLER ATMEGA8535**

Maria Bestarina Laili

*College Student of Department of Electrical Engineering
Engineering Faculty, Jember University*

ABSTRACT

Laryngectomy is the last treatment for people with advanced-stage laryngeal cancer to totally remove the larynx. This surgery would separate the trachea with esophagus. This method may cause the patient after laryngectomy can not speak again. This problem make the post surgery patients get the psychological burden. The easiest way for the patients with hearing the larynx in order to speak again is by using electrolarynx. Although it is easy but the equipment is very expensive. That is not affordable by the patients with hearing the larynx, besides the availability of equipment problems are still very rare in Indonesia. Therefore, in this final exam is designing electrolarynx, which can help to raise the voice for patient with hearing larynx with affordable cost. This system consist several part, frequency spectrum generator, microcontroller, solenoid and vibration membrane. Frequency spectrum generator which controlled by microcontroller used to produce sound vibrations on the membrane. Prototype electrolarynx can generate a frequency 72 Hz and 90 Hz with the average frequency of error is 9%.

Keyword : laryngectomy, microcontroller, frequency spectrum generator, solenoid, vibration membrane

RINGKASAN

Rancang Bangun Alat Batu Bicara Pada Penderita Kanker Laring Berbasis ATmega8535; Maria Bestarina Laili, 081910201022; 2012: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kanker laring adalah penyakit langka yang tidak tampak gejala awalnya selain suara serak, penderita tidak merasa sakit sehingga kebanyakan pasien datang ke rumah sakit dalam kondisi sudah akut. Karena itu harus dilakukan operasi pengangkatan laring atau Laryngectomy. Dimana dalam laring terdapat pita suara yang berfungsi untuk menghasilkan suara. Pita suara menghasilkan suara jika udara yang tertahan di paru-paru dilepaskan dan melewati pita suara yang menutup sehingga pita suara bergetar. Jika kita tidak sedang berbicara, pita suara terpisah satu sama lain sehingga kita bisa bernafas. Kanker Laring adalah keganasan pada pita suara, kotak suara (laring) atau daerah lainnya di tenggorokan. Diduga kanker ini kebanyakan dipicu oleh konsumsi rokok dan minuman beralkohol, serta paparan bahan kimia. Dengan pengangkatan laring atau laryngectomy ini menyebabkan penderita kehilangan pita suara. Sehingga orang tersebut tidak dapat bersuara dan tidak dapat melakukan pernafasan melalui mulut maupun hidung. Pernafasan dilakukan melalui lubang tracheostoma yaitu lubang pada batang tenggorokan. Salah satu cara untuk bisa berkomunikasi kembali adalah menggunakan elektrolaring. Namun elektrolaring ini sangat mahal dan masih jarang di Indonesia.

Pada makalah ini akan disajikan rancang bangun alat bantu bicara pada penderita kanker laring berbasis mikrokontrol ATmega 8535 yang dapat membantu membangkitkan suara bagi penderita tuna laring dengan biaya yang terjangkau. Prototipe elektrolaring ini dapat membangkitkan frekuensi 72 Hz hingga 250 Hz.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas hidayahnya dan rahmatnya sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi ini sebagaimana mestinya. Shalawat serta salam semoga Allah SWT limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai sumber inspirasi dan membuat kami lebih kuat dan menatap setiap hal yang penuh optimis dan berfikir positif, dalam menunjang kemampuan kami dalam menjalani persaingan globalisasi kerja nantinya.

Dalam pelaksanaannya kami tidak lepas dari kesulitan dan permasalahan dalam penyusunan skripsi ini, baik dari proses pembuatan proposal sampai penyusunan akhir skripsi, mengenai ilmu yang bermanfaat, moral dan sikap serta tanggung jawab dalam menyelesaikan skripsi ini. Dengan demikian kami mengucapkan terima kasih pada:

1. Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Sumardi, S.T., M.T., selaku ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Sumardi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Dr. Triwahju Hardianto, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing Anggota dan juga Bambang Supeno, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing pembantu yang memberikan arahan dan saran-saran dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Satriyo Budi Utomo, S.T., M.T. selaku penguji pertama dan H. Samsul Bachri M., S.T., MT., selaku penguji kedua yang telah memberikan saran dan waktu.
5. Suprihadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, terima kasih atas bimbingan yang telah diberikan.
7. Bapak dan Ibu tercinta atas dukungan yang tak henti-hentinya .

8. Semua teman Elektro 2008 baik S1 maupun D3 yang telah menjadi saudara, rekan kuliah, teman main terima kasih atas segala doa, canda, bantuan dan semuanya yang kalian berikan “hutang harta dibalas harta, hutang budi dibawa mati”
9. Semua Keluarga Elka Jaya tersayang, yang sangat memotivasi.
10. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2004 s/d 2011, manusia tidak pernah luput dari salah, mohon maaf jika selama kita bersama ada tindakan yang kurang berkenan. Terus semangat perjuangan di depan semakin berat.
11. Kepada seluruh pihak yang telah membantu menyelesaikan pendidikan di Universitas Jember ini yang tidak dapat saya sebutkan satu- persatu .

Dalam penyusunan skripsi ini tentunya masih banyak kekurangan baik dalam isi maupun analisisnya, oleh karena itu kami mengharapkan pada para pembaca dapat merevisi dan menjadikan lebih baik, kami berharap semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca, terima kasih.

Jember, 18 Oktober 2012

Penulis

DAFTAR ISI

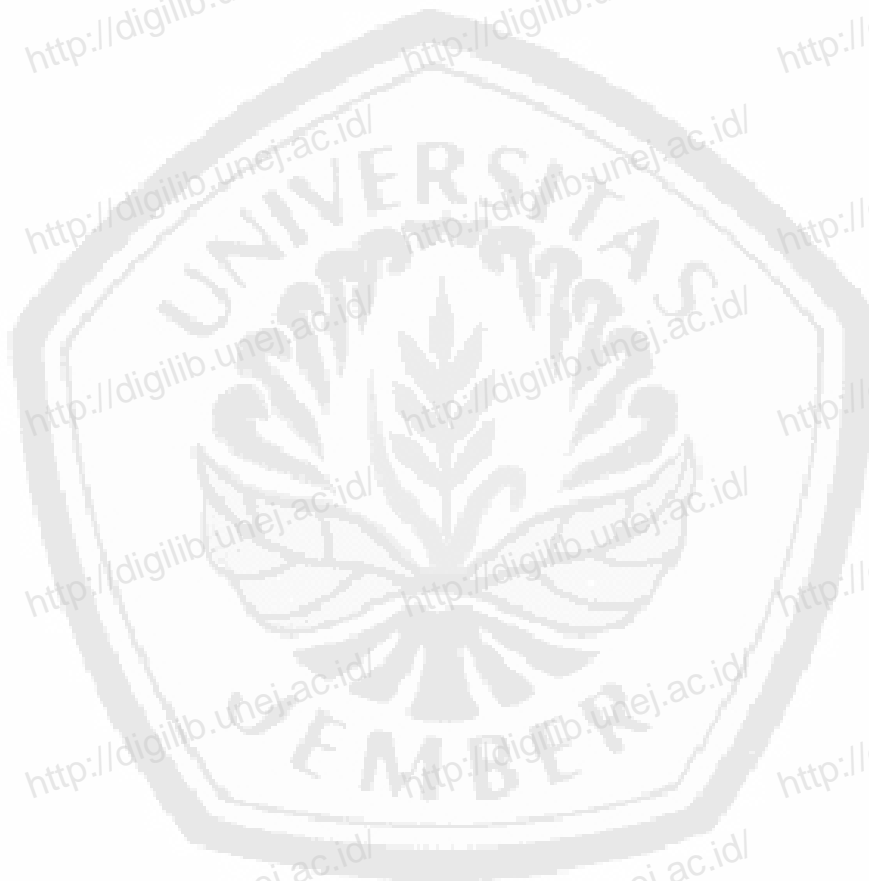
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Laring.....	5
2.2 Pita Suara	7
2.3 Laringitis	9
2.4 Laringektomi	10
2.4.1 Laringektomi Tirotonomi.....	10
2.4.2 Laringektomi Supraglotis.....	10
2.4.3 Laringektomi Hemivertikal ..	11

2.4.4 Laringektomi Total	11
2.5 WicaraPascaLaringektomi	12
2.5.1 <i>Voice Prosthesis (TracheEsophageal puncture- TEP)</i>	12
2.5.2 <i>Esophageal Speech</i>	13
2.5.3 Elektrolaring.....	14
2.6 <i>Solenoid</i>	15
2.7 Penguat Transistor.....	16
2.8 Mikrokontrol AVR.....	17
2.8.1 Arsitektur Atmega 8535	18
2.8.2 Konfigurasi Pin Atmega 8535.....	19
2.8.3 Deskripsi Atmega 8535	19
2.8.4 Organisasi memori AVR ATmega 8535.....	21
2.8.5 Interupsi.....	22
2.8.6 <i>Timer/Counter 0</i>	25
2.9 <i>CodeVision AVR</i>	27
BAB 3. METODE PENELITIAN	31
3.1 Perancangan Sistem.....	32
3.2 Perancangan <i>Hardware</i>	33
3.2.1 <i>Desain Power Supply</i>	34
3.2.2 <i>Desain Rangkaian Penguat</i>	34
3.3 Perancangan Mekanik.....	34
3.4 Perancangan <i>Software</i>	35
3.4.1 <i>Pembangkit Frekuensi</i>	36
3.4.2 <i>Flowchart Pembangkit Frekuensi</i>	37
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 <i>Pengujian Hardware</i>	38
4.2 <i>Pengujian Solenoid</i>	38
4.3 <i>Pengujian Generator Frekuensi</i>	38
4.4 <i>Pengujian Prototipe Electrolarynx dengan Servox</i>	40
4.5 <i>Evaluasi Pengujian Prototipe Elektrolarynx</i>	78

BAB 5. PENUTUP	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	79

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Anatomi Laring.....	6
2.2 Anatomi Laring	6
2.3 Anatomi Pita Suara	8
2.4 Diagram Terjadinya Suara	8
2.5 Proses Terjadinya Getaran Pita Suara	8
2.6 Laringitis	10
2.7 Laringektomi Total	12
2.8 Proses Pemasangan <i>Blom-Singer Voice Prosthesis</i>	13
2.9 <i>Esophageal Speech</i>	14
2.10 Penggunaan Elektrolaring	14
2.11 Elektrolaring	15
2.12 Medan Magnet <i>Solenoid</i>	16
2.13 <i>Solenoid</i>	16
2.14 Rangkaian Penguat Kelas D.....	17
2.15 Arsitektur Mikrokontroler ATMega8535.....	18
2.16 Deskripsi Pin ATMega8535	19
2.17 Konfigurasi Data AVR ATMega8535	21
2.18 Memori Program ATMega8535	22
2.19 Interupsi Mikrokontroler ATMega8535	23
2.20 Register MCUCR.....	23
2.21 Register GICR	24
2.22 Register TCCR0.....	25
2.23 Tampilan <i>CodeVision AVR 2.03.4</i>	30
3.1 Prosedur Perencanaan Alat	32
3.2 Blok Diagram Elektrolaring	33
3.3 Desain <i>Power Supply</i>	34
3.4 Rangkaian Penguat	34

3.5 Rancangan Mekanik Tampak Dalam	35
3.6 <i>CodeVision AVR</i> ..	36
3.7 Proses Membangkitkan Sinyal Persegi ..	36
3.8 <i>Flowchart</i> Pembangkit Frekuensi ..	37
4.1 Prototipe Elektrolaring	39
4.2 Oscilloskop 72 Hz dan 90 Hz	39
4.3 <i>Error Generator</i> Frekuensi	40
4.4 Sinyal Dasar yang dihasilkan Prototipe Frekuensi 72 Hz	41
4.5 Frekuensi hasil FFT pada sinyal dasar yang dihasilkan Prototipe	41
4.6 Sinyal dasar yang dihasilkan <i>servox</i> pada frekuensi 72Hz	43
4.7 Frekuensi hasil FFT pada sinyal dasar yang dihasilkan <i>servox</i>	43
4.8 Sinyal pengucapan suku kata ‘Ma’ prototipe pada frekuensi 72 Hz	45
4.9 Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan suku kata ‘Ma’ prototipe...	45
4.10 Sinyal pengucapan suku kata ‘Ma’ <i>servox</i> pada frekuensi 72 Hz	47
4.11 Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan suku kata ‘Ma’ <i>servox</i>	47
4.12 Sinyal pengucapan suku kata ‘Ri’ prototipe pada frekuensi 72 Hz	49
4.13 Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan suku kata ‘Ri’ prototipe ..	49
4.14 Sinyal pengucapan suku kata ‘Ri’ <i>servox</i> pada frekuensi 72 Hz	51
4.15 Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan suku kata ‘Ri’ <i>servox</i>	51
4.16 Sinyal pengucapan suku kata ‘Ya’ Prototipe pada frekuensi 72 Hz	53
4.17 Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan suku kata ‘Ya’ prototipe ..	53
4.18 Sinyal pengucapan suku kata ‘Ya’ <i>servox</i> pada frekuensi 72 Hz	55
4.19 Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan suku kata ‘Ya’ prototipe .	55
4.20 Sinyal pengucapan suku kata ‘Saya’ Prototipe pada frekuensi 72 Hz.....	57
4.21 Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan kata ‘Saya’ prototipe	57
4.22 Sinyal pengucapan kata ‘Saya’ <i>servox</i> pada frekuensi 72 Hz.....	59
4.23 Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan kata ‘Saya’ <i>servox</i>	59
4.24 Sinyal dasar yang dihasilkan prototipe pada frekuensi 90 Hz	61
4.25 Frekuensi hasil FFT pada sinyal dasar yang dihasilkan prototipe	61
4.26 Sinyal dasar yang dihasilkan <i>servox</i> pada frekuensi 90Hz.....	63

4.27	Frekuensi hasil FFT pada sinyal dasar yang dihasilkan <i>servox</i>	63
4.28	Sinyal pengucapan suku kata 'Ma' prototipe pada frekuensi 90 Hz	65
4.29	Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan suku kata 'Ma' prototipe..	65
4.30	Sinyal pengucapan suku kata 'Ma' <i>servox</i> pada frekuensi 90 Hz	66
4.31	Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan suku kata 'Ma' <i>servox</i>	67
4.32	Sinyal pengucapan suku kata 'Ri' prototipe pada frekuensi 90 Hz.....	68
4.33	Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan suku kata 'Ri' prototipe	68
4.34	Sinyal pengucapan suku kata 'Ri' <i>servox</i> pada frekuensi 90 Hz	70
4.35	Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan suku kata 'Ri' <i>servox</i>	70
4.36	Sinyal pengucapan suku kata 'Ya' prototipe pada frekuensi 90 Hz	72
4.37	Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan suku kata 'Ya' prototipe ..	72
4.38	Sinyal pengucapan suku kata 'Ya' <i>servox</i> pada frekuensi 90 Hz.....	73
4.39	Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan suku kata 'Ya' <i>servox</i>	74
4.40	Sinyal pengucapan kalimat 'Saya' prototipe pada frekuensi 90Hz	75
4.41	Frekuensi hasil FFT pada sinyal pengucapan kalimat 'Saya' prototipe ..	75
4.42	Sinyal pengucapan kalimat 'Saya' <i>servox</i> pada frekuensi 90Hz	76
4.43	Sinyal pengucapan suku kata 'Ya' Prototipe pada frekuensi 72 Hz	77

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 <i>Interrupt 1 Sense Control</i>	24
2.2 <i>Interrupt 0 Sense Control</i>	24
2.3 <i>Reset and Interrupt Vectors</i>	25
2.4 <i>Pemilih Mode Operasi Timer/Counter0</i>	26
2.5 <i>Mode Normal dan CTC</i>	26
2.6 <i>Mode Fast PWM</i>	26
2.7 <i>Mode Phase Correct PWM</i>	27
2.8 <i>Prescaler Timer/Counter0</i>	27
4.1 <i>Tabel hasil pengujian generator frekuensi</i>	39
4.2 <i>Pengujian spektrum frekuensi dasar prototipe pada 72 Hz</i>	42
4.3 <i>Pengujian spektrum frekuensi dasar servox pada 72 Hz</i>	44
4.4 <i>Pengujian spektrum frekuensi pengucapan ‘Ma’ prototipe 72 Hz</i>	46
4.5 <i>Pengujian spektrum frekuensi pengucapan ‘Ma’ servox 72 Hz</i>	48
4.6 <i>Pengujian spektrum frekuensi pengucapan ‘Ri’ prototipe 72 Hz</i>	50
4.7 <i>Pengujian spektrum frekuensi pengucapan ‘Ri’ servox 72 Hz</i>	52
4.8 <i>Pengujian spektrum frekuensi pengucapan ‘Ya’ prototipe 72 Hz</i>	54
4.9 <i>Pengujian spektrum frekuensi pengucapan ‘Ya’ servox 72 Hz</i>	56
4.10 <i>Pengujian spektrum frekuensi kata ‘Saya’ prototipe 72 Hz</i>	58
4.11 <i>Pengujian spektrum frekuensi kata ‘Saya’ oleh servox pada 72 Hz</i>	60
4.12 <i>Pengujian spektrum frekuensi dasar prototipe 90 Hz</i>	62
4.13 <i>Pengujian spektrum frekuensi dasar servox 90 Hz</i>	64
4.14 <i>Pengujian spektrum frekuensi pengucapan ‘Ma’ prototipe 90 Hz</i>	66
4.15 <i>Pengujian spektrum frekuensi pengucapan ‘Ma’ servox 90 Hz</i>	67
4.16 <i>Pengujian spektrum frekuensi pengucapan ‘Ri’ prototipe 90 Hz</i>	69
4.17 <i>Pengujian spektrum frekuensi pengucapan ‘Ri’ servox 90 Hz</i>	71
4.18 <i>Pengujian spektrum frekuensi pengucapan ‘Ya’ prototipe 90 Hz</i>	73
4.19 <i>Pengujian spektrum frekuensi pengucapan ‘Ya’ servox 90 Hz</i>	74

4.20 Pengujian spektrum frekuensi kalimat 'Saya' prototipe pada 90 Hz 76

4.21 Pengujian spektrum frekuensi kalimat 'Saya' *servox* pada 90 Hz 77

