

**TRAINER MIKROKONTROLER BERBASIS ATMEGA16 SEBAGAI  
MEDIA PEMBELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL  
KELAS XII PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
INDUSTRI DI SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN**

**TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana  
Pendidikan



Oleh :

Ahmad Laili Jauhari

NIM 13518244010

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2019**

**TRAINER MIKROKONTROLER BERBASIS ATMEGA16 SEBAGAI  
MEDIA PEMBELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL  
KELAS XII PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
INDUSTRI DI SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN**

Oleh:

Ahmad Laili Jauhari

13518244010

**ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini dirancang untuk : (1) mengetahui bagaimana rancang bangun media pembelajaran *trainer* mikrokontroler pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol terprogram di SMK Muhammadiyah Prambanan, (2) mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran *trainer* mikrokontroler pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol di SMK Muhammadiyah Prambanan ditinjau dari ahli media, ahli materi dan siswa.

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian R&B (*research and development*) dengan menggunakan konsep ADDIE yaitu *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XII Jurusan Teknik Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan. Objek penelitian adalah Media Pembelajaran *Trainer* Mikrokontroler pada mata pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol. Instrumen penelitian berupa angket dengan skala 4 yang digunakan untuk memperoleh data kelayakan *trainer*. Validasi instrument dilakukan oleh *expert judgment*. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis data statistic deskriptif kuantitatif.

Hasil dari penelitian pengembangan ini adalah : (1) media pembelajaran *trainer* mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan desain perancangan hardware maupun software. Setiap *board* pada media pembelajaran *trainer* mikrokontroler dinyatakan selesai dan dapat berfungsi dengan baik. (2) tingkat kelayakan media pembelajaran *trainer* mikrokontroler ditinjau dari ahli materi mendapatkan persentase sebesar 82% dengan kategori “Sangat Layak”, ahli media mendapatkan persentase sebesar 83% dengan kategori “Sangat Layak” dan ditinjau dari siswa mendapatkan persentase sebesar 73% dengan kategori “Layak”.

Kata kunci: penelitian pengembangan, ADDIE, Media Pembelajaran *Trainer* Mikrokontroler

**ATMEGA16-BASED MICROCONTROLLER TRAINER AS A  
ENGINEERING LEARNING MEDIA OF CLASS XII CONTROL SYSTEM  
PROGRAM TECHNIQUES OF INDUSTRIAL ELECTRONIC INDUSTRIES  
IN SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN**

**Ahmad Laili Jauhari**

**13518244010**

*The purpose of this study was designed to: (1) learn how to design microcontroller instructor instructional media on programmatic control system engineering at SMK Muhammadiyah Prambanan, (2) find out the feasibility level of instructional media for microcontroller trainers on subjects of engineering control systems at SMK Muhammadiyah Prambanan in terms of media experts, material experts, material experts and students.*

*This research uses the type of R&B using ADDIE concepts, that is Analyzing, Designing, Implementing, Evaluating. The subjects of this study were students of class XII Teknik Elektronika Industri, SMK Muhammadiyah Prambanan. The object of research is the Learning Media of Microcontroller Trainer in the Control System Engineering subjects. The research instrument was in the form of a 4-scale questionnaire that was used to obtain trainer eligibility data. The validation instrument is carried out by expert judgment. The data analysis technique used is quantitative descriptive statistical data analysis.*

*The results of this development research are: (1) microcontroller trainer learning media can be used properly in accordance with the design of hardware and software design. Each board on the microcontroller instructor learning media is approved to be completed and can be done well. (2) the level of feasibility of microcontroller instructor learning media in terms of material experts is 82% get a percentage of the “very decent” category, media expert is 83% got a percentage of the “very decent” and in terms of students get 73% a percentage of the “decent” category.*

*Keywords: development research, ADDIE, Microcontroller Trainer Learning Media*

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Laili Jauhari

NIM : 13518244010

Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika

Judul TAS : TRAINER MIKROKONTROLER BERBASIS ATMEGA16

SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL  
KELAS XII PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI DI SMK  
MUHAMMADIYAH PRAMBANAN.

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri dibawah penelitian payung dosen atas nama Sigit Yatmono, S.T., M.T., Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 3 Desember 2019

Yang menyatakan,



Ahmad Laili Jauhari

NIM. 13518244010

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**TRAINER MIKROKONTROLER BERBASIS ATMEGA16 SEBAGAI  
MEDIA PEMBELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL  
KELAS XII PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
INDUSTRI DI SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN**

Disusun oleh:

Ahmad Laili Jauhari  
NIM. 13518244010

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh dosen pembimbing untuk Tugas Akhir  
Skripsi bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta, 19 Desember 2019

Mengetahui,

Disetujui,

Ketua Program Studi  
Pendidikan Teknik Mekatronika

Dosen Pembimbing



**Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs.**  
NIP. 19650829 199903 1 001



**Sigit Yatmono, S.T., M.T.**  
NIP. 19730125 199903 1 001

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir Skripsi

**TRAINER MIKROKONTROLER BERBASIS ATMEGA16 SEBAGAI  
MEDIA PEMBELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL  
KELAS XII PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
INDUSTRI DI SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN**




Disusun oleh:

Ahmad Laili Jauhari

NIM. 13518244010

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 23 Desember 2019.

**TIM PENGUJI**

Nama/ Jabatan	Tanda tangan	Tanggal
<u>Sigit Yatmono S.T., M.T.</u> Ketua Penguji/ Dosen Pembimbing		20/12/2019
<u>Herlambang Sigit Pramono S.T., M.Cs.</u> Sekretaris Penguji		20-01-2020
<u>Drs. Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd.</u> Penguji Utama		22-01-2020



Yogyakarta, Desember 2019  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Dekan,

Prof. Herman Dwi Surjono, M.Sc., M.T., Ph.D.

NIP. 19640205 198703 1 001

## **HALAMAN MOTTO**

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”  
– QS Al Insyirah –

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”  
– QS Ar Ra’d –

“Siapa yang keluar untuk menuntut ilmu maka dia berada di jalan Allah sampai dia kembali”  
– Nabi Muhammad SAW (HR. Tirmidzi) –

“Tuntutlah ilmu dan belajarlah (untuk ilmu) ketenangan dan kehormatan diri, dan bersikaplah rendah hati kepada orang yang mengajarimu”  
– Nabi Muhammad SAW (HR. Ath Thabrani) –

“Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu pengetahuan”  
– Ali bin Abi Thalib –

“Tak ada gunanya IQ Anda tinggi namun malas, tidak memiliki disiplin. Yang Penting adalah Anda sehat dan mau berkontribusi untuk masa depan yang cerah”  
– BJ Habibie –

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah rabbil ‘alamin, segala puji bagi Allah Subhanawata’ala Tuhan Semesta Alam, atas segala rahmat, hidayah dan kesempatan-Nya yang telah diberikan kepada peneliti sehingga Tugas Akhir Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir Skripsi ini dipersembahkan kepada:

- Kedua orang tuaku yang telah mendidik, memotivasi dan mendoakan saya.
- Paman dan keluarga saya yang telah mendidik, memotivasi, memberi semangat dan mendoakan saya.
- Teman-teman Keluarga Mekatronika 2013 yang senantiasa berbagi cerita menjadi sahabat seperjuangan.
- Teman-teman LPMT Fenomena yang telah memberi semangat serta motivasi.
- Dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, motivasi dan bimbingan dalam menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi ini.



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini dengan judul “TRAINER MIKROKONTROLER BERBASIS ATMEGA16 SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL KELAS XII PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI DI SMK MUHAMMADIYAH PRAMBANAN”. Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan, terutama kepada:

1. Bapak Sigit Yatmono, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
2. Bapak Dr. Edy Supriyadi, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY dan Sekretaris Penguji.
3. Bapak Herlambang Sigit P., S.T., M.Cs. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika.
4. Bapak Prof. Herman Dwi Surjono, M.Sc, M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik UNY.
5. Bapak Drs. Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd. selaku Penguji Utama.
6. Kepala Sekolah dan Kepala Bidang Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan, guru, instruktur, dan siswa yang telah membantu kelancaran selama penelitian.

7. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa, kasih sayang dan semangat.
8. Teman-teman Pendidikan Teknik Mekatronika angkatan 2013 yang telah membantu dan memotivasi penulis.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuannya selama penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna, saran dan kritik sangat penulis harapkan demi terciptanya karya yang lebih baik lagi dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, Desember 2019

Penulis,

Ahmad Laili Jauhari

13518244010

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian .....	4
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan .....	5
G. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
A. Kajian Teori .....	7
1. Media Pembelajaran .....	7
2. Mikrokontroler .....	11
3. ATmega16 .....	12
4. Komponen <i>Hardware</i> .....	16
5. Komponen <i>Software</i> .....	21
6. Mata Pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol .....	22
B. Kajian Penelitian yang Relevan .....	23
C. Kerangka Pikir .....	26
D. Pertanyaan Penelitian .....	29

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
A. Model Pengembangan .....	30
B. Prosedur Pengembangan .....	30
1. Analisis ( <i>Analyze</i> ).....	32
2. Desain ( <i>Design</i> ) .....	34
3. Pengembangan ( <i>Development</i> ) .....	35
4. Implementasi ( <i>Implementation</i> ).....	37
5. Evaluasi ( <i>Evaluate</i> ) .....	37
C. Tempat dan Waktu Penelitian .....	38
D. Teknik Instrumen.....	39
E. Teknik Analisis Data .....	41
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN .....</b>	<b>44</b>
A. Hasil Pengembangan Produk Awal .....	44
1. Hasil Tahap Analisis.....	44
2. Hasil Tahap Desain.....	47
3. Hasil Tahap Pengembangan .....	49
4. Hasil Tahap Implementasi .....	68
5. Hasil Tahap Evaluasi .....	68
B. Hasil Uji Coba Produk.....	70
C. Revisi Produk .....	83
D. Kajian Produk Akhir.....	90
1. Analisis Data .....	90
2. Pembahasan .....	103
E. Keterbatasan Penelitian .....	111
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>112</b>
A. Simpulan Tentang Produk .....	112
B. Saran Pemanfaatan Produk.....	113
C. Pengembangan Produk Lebih Lanjut .....	114
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>115</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>118</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. ATmega 16.....	13
Gambar 2. <i>Push Button</i> .....	17
Gambar 3. LED .....	18
Gambar 4. <i>Seven Segment</i> .....	18
Gambar 5. LCD .....	19
Gambar 6. <i>Dot Matrix</i> .....	20
Gambar 7. Motor DC .....	21
Gambar 8. Sensor LM35 .....	22
Gambar 9. Kerangka Berfikir.....	30
Gambar 10. Konsep Penelitian dan Pengembangan ADDIE.....	33
Gambar 11. <i>Main Board</i> Mikrokontroler.....	53
Gambar 12. Desain <i>Layout Board</i> Sistem Minimum ATmega 16 .....	54
Gambar 13. Desain Rangkaian Skematik Penyearah.....	54
Gambar 14. Desain <i>Layout Board</i> Penyearah .....	54
Gambar 15. Desain Skematik Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	55
Gambar 16. Desain Skematik Rangkaian <i>Push Button</i> .....	56
Gambar 17. Desain <i>Layout Board Push Button</i> .....	56
Gambar 18. Desain Skematik Rangkaian LM35.....	57
Gambar 19. Desain <i>Layout Board Push Button</i> .....	57
Gambar 20. Desain Skematik Rangkaian LED.....	57
Gambar 21. Desain <i>Layout Board LED</i> .....	58
Gambar 22. Desain Skematik Rangkaian <i>Seven Segment</i> .....	58
Gambar 23. Desain <i>Layout Board Seven Segment</i> .....	58
Gambar 24. Desain Skematik Rangkaian LCD.....	59
Gambar 25. Desain <i>Layout Board LCD</i> .....	59
Gambar 26. Desain Skematik Rangkaian <i>Dot Matrix</i> .....	60
Gambar 27. Desain <i>Layout Board Dot Matrix</i> .....	60
Gambar 28. Desain Skematik Rangkaian Motor DC .....	61
Gambar 29. Desain <i>Layout Board</i> Motor DC .....	61
Gambar 30. Desain Skematik Rangkaian <i>Traffic Light</i> .....	62
Gambar 31. Desain <i>Layout Board Traffic Light</i> .....	62
Gambar 32. Desain Desain Tutup Kotak <i>Trainer</i> .....	63

Gambar 33. Desain Papan Peletakan <i>Input/Output</i> Mikrokontroler .....	63
Gambar 34. Desain Alas Kotak <i>Trainer</i> .....	64
Gambar 35. Hasil Realisasi <i>Trainer</i> Papan Peletakan <i>Input/Output</i> .....	65
Gambar 36. Hasil Tutup <i>Trainer</i> .....	65
Gambar 37. <i>Push Button</i> Ketika Tombol OFF Ditekan.....	70
Gambar 38. <i>Push Button</i> Ketika Tombol ON Ditekan .....	70
Gambar 39. <i>Source Code</i> Program <i>Push Button</i> .....	71
Gambar 40. LM35 Dengan <i>Output</i> LCD .....	72
Gambar 41. <i>Source Code</i> Program LM35.....	72
Gambar 42. Kondisi LED Menyala .....	73
Gambar 43. <i>Source Code</i> Program Menyalakan LED.....	74
Gambar 44. Kondisi <i>Seven Segment</i> Menyala .....	75
Gambar 45. <i>Source Code</i> Program Penampil Angka <i>Seven Segment</i> .....	75
Gambar 46. Menampilkan Tulisan Pada LCD .....	76
Gambar 47. <i>Source Code</i> Program LCD Penampil Tulisan .....	77
Gambar 48. <i>Dot Matrix</i> Ketika Menyala .....	78
Gambar 49. <i>Source Code</i> Program <i>Dot Matrix</i> .....	78
Gambar 50. Motor Saat Berputar .....	79
Gambar 51. Motor Saat Berhenti .....	80
Gambar 52. <i>Source Code</i> Program Pengubah Arah Putar Motor DC.....	80
Gambar 53. <i>Traffic Light</i> Ketika Menyala.....	81
Gambar 54. <i>Source Code</i> Program LED.....	81
Gambar 55. Tampilan Daftar Isi <i>Jobsheet</i> Sebelum Revisi .....	83
Gambar 56. Tampilan Daftar Isi <i>Jobsheet</i> Sesudah Revisi .....	83
Gambar 57. Langkah Kerja <i>Jobsheet</i> Motor DC Sebelum Revisi .....	84
Gambar 58. Langkah Kerja <i>Jobsheet</i> Motor DC Sesudah Revisi .....	85
Gambar 59. <i>Board</i> PCB <i>Dot Matrix</i> Sebelum Revisi .....	86
Gambar 60. <i>Board</i> PCB <i>Dot Matrix</i> Sesudah Revisi .....	87
Gambar 61. Desain Rangkaian <i>Power Supply</i> Sebelum Revisi .....	88
Gambar 62. Desain Rangkaian <i>Power Supply</i> Sesudah Revisi.....	88
Gambar 63. Grafik Hasil Validasi Ahli Materi .....	92
Gambar 64. Grafik Hasil Validasi Ahli Media .....	96
Gambar 65. Grafik Hasil Validasi Pengguna.....	100

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Konfigurasi Pin ATmega 16 .....	16
Tabel 2. Prosedur-prosedur Menurut Robert Maribe Branch .....	33
Tabel 3. Kisi-kisi untuk Ahli Media .....	42
Tabel 4. Kisi-kisi untuk Ahli Materi .....	42
Tabel 5. Kisi-kisi untuk Pengguna .....	43
Tabel 6. Ketentuan Skor.....	44
Tabel 7. Kriteria dan Kategori Kelayakan .....	45
Tabel 8. Ketentuan Skor dan Kategori Kelayakan.....	45
Tabel 9. Daftar Komponen Pembuatan <i>Trainer</i> Mikrokontroler.....	51
Tabel 10. Hasil Pengukuran Tegangan ATmega 16.....	69
Tabel 11. Hasil Pengukuran Tegangan Push Button.....	71
Tabel 12. Hasil Pengukuran Tegangan LM35 .....	73
Tabel 13. Hasil Pengukuran Tegangan Output LED .....	74
Tabel 14. Hasil Pengukuran Tegangan Output Seven Segment .....	75
Tabel 15. Hasil Pengukuran Tegangan Output LCD .....	77
Tabel 16. Hasil Pengukuran Tegangan Output <i>Dot Matrix</i> .....	79
Tabel 17. Hasil Pengukuran Tegangan Output Motor DC.....	80
Tabel 18. Hasil Pengukuran Tegangan Output Traffic Light .....	82
Tabel 19. Hasil Uji Validasi Ahli Materi .....	89
Tabel 20. Konversi Skor Total Ahli Materi .....	91
Tabel 21. Konversi Skor Aspek Kualitas Isi/Tujuan Ahli Materi.....	91
Tabel 22. Konversi Skor Aspek Kualitas Pembelajaran Ahli Materi .....	91
Tabel 23. Rerata Skor, Persentase dan Kategori Uji Ahli Materi .....	92
Tabel 24. Hasil Uji Validasi Ahli Materi .....	93
Tabel 25. Konversi Skor Total Ahli Media.....	94
Tabel 26. Konversi Skor Aspek Teknis Penggunaan.....	95
Tabel 27. Konversi Skor Aspek Teknis Desain .....	95
Tabel 28. Rerata Skor Persentase dan Kategori Uji Ahli Media.....	95
Tabel 29. Konversi Skor Total .....	97
Tabel 30. Konversi Skor Aspek Teknis Penggunaan.....	97
Tabel 31. Konversi Skor Aspek Tujuan Pembelajaran .....	98
Tabel 32. Konversi Skor Aspek Kualitas Pembelajaran .....	98

Tabel 33. Konversi Skor Aspek Teknis Desain .....	99
Tabel 34. Hasil Uji Validasi Pengguna .....	99
Tabel 35. Hasil Uji Realibilitas .....	100



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Kebutuhan.....	118
Lampiran 2. Kisi-kisi Instrument dan Angket.....	134
Lampiran 3. Validasi Instrumen Penelitian.....	153
Lampiran 4. Instrumen Penelitian .....	158
Lampiran 5. Analisis Data.....	191
Lampiran 6. Produk <i>Trainer</i> Mikrokontroler.....	195
Lampiran 7. Dokumen Surat Izin Penelitian.....	317
Lampiran 8. Uji <i>Black Box Trainer</i> Mikrokontroler.....	323
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian.....	329