

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *INVERSE KINEMATIC*  
MENGUNAKAN *HEXAPOD ROBOT*  
PADA MATA KULIAH ROBOTIKA**

**TUGAS AKHIR SKRIPSI**

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



Disusun Oleh:

Hendi Suprihono

NIM. 15502241008

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**2020**

## LEMBAR PERSETUJUAN


Tugas Akhir Skripsi dengan Judul  
**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *INVERSE KINEMATIC***  
**MENGGUNAKAN *HEXAPOD ROBOT***  
**PADA MATA KULIAH ROBOTIKA**

Disusun Oleh:  
Hendi Suprihono  
NIM. 15502241008


telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan  
Ujian Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan

Yogyakarta, 2 Desember 2019

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Pendidikan Teknik Elektronika

  
**Dr. Ir. Fatchul Arifin, M.T.**  
NIP. 19720508 199802 1 002

Disetujui,  
Dosen Pembimbing

  
**Dr. phil. Mashoedah, S.Pd., M.T.**  
NIP. 19701108 200212 1 003

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir Skripsi

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *INVERSE KINEMATIC*  
MENGUNAKAN *HEXAPOD ROBOT*  
PADA MATA KULIAH ROBOTIKA**



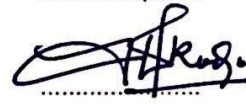
Disusun Oleh:

Hendi Suprihono  
NIM. 15502241008

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi  
Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Pada tanggal, 18 Desember 2019

**TIM PENGUJI**

Nama/ Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Dr. phil. Mashoedah, S.Pd., M.T.</u> Ketua Penguji/ Pembimbing		13/1/2020
<u>Suprpto, S.Pd., M.T., Ph.D.</u> Sekretaris		13/1/2020
<u>Dr. Ir. Drs. Eko Marpanaji, M.T.</u> Penguji		6/1/2020

Yogyakarta, Januari 2020

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



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

NIP. 19640205 198703 1 001

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hendi Suprihono  
NIM : 15502241008  
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika  
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran *Inverse Kinematic*  
Menggunakan *Hexapod Robot* pada Mata Kuliah  
Robotika

menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. 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, 2 Desember 2019

Yang menyatakan,



Hendi Suprihono

NIM. 15502241008

## MOTTO

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka  
mengubah keadaan mereka sendiri.”*

*(Q.S Ar – Ra’d: 11)*

*“Kemauan adalah kunci utama dalam menyelesaikan permasalahan.”*

*(Hendi Suprihono)*

*“Menaklukan diri sendiri merupakan masalah terbesar dalam kehidupan.”*

*(Hendi Suprihono)*

*“Trinity merupakan cita-cita, sedangkan skripsi itu syarat sarjana.”*

*(Hendi Suprihono)*

## **PERSEMBAHAN**

Tugas Akhir Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

- Mursih (ibuku), Suranto (bapakku), Desiyati (kakakku), dan Tata Febriyanto (adikku).
- Tim Robotika Universitas Negeri Yogyakarta, khususnya Tim Gareng Punk divisi Robot Pemadam Api Berkaki.
- Teman-teman seperjuangan Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika angkatan 2015.
- Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

# MEDIA PEMBELAJARAN *INVERSE KINEMATIC* MENGGUNAKAN *HEXAPOD ROBOT* PADA MATA KULIAH ROBOTIKA

Oleh:

Hendi Suprihono

NIM. 15502241008

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mendapatkan desain media pembelajaran *inverse kinematic*, (2) mengetahui unjuk kerja media pembelajaran *inverse kinematic*, dan (3) tingkat kelayakan media pembelajaran *inverse kinematic* menggunakan *hexapod robot* pada mata kuliah Robotika.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan dengan menggunakan model ADDIE, dengan tahapan: (1) *Analyze*, (2) *Design*, (3) *Develop*, (4) *Implement*, dan (5) *Evaluate*. Objek penelitian adalah *hexapod robot* dengan 3 *degree of freedom*. Subjek penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika yang mengambil konsentrasi Elektronika Industri. Metode pengumpulan data menggunakan observasi kelas dan kuisioner dengan skala *likert* 4 pilihan. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif kualitatif.

Hasil dari penelitian dan pengembangan diperoleh: (1) desain media pembelajaran *inverse kinematic* menggunakan *hexapod robot*, (2) unjuk kerja melalui pengujian *black box*, media pembelajaran *inverse kinematic* menggunakan *hexapod robot* secara fungsional perangkat dapat berfungsi dengan baik dan mendapatkan hasil 100%. Setiap kaki robot dapat bergerak terhadap sumbu *x*, *y*, dan *z* dengan persentase *error* rata-rata *x* sebesar 7,4%, *y* sebesar 11,67%, dan *z* sebesar 7,87% serta menghasilkan 14 jenis pergerakan *hexapod robot*, (3) tingkat kelayakan media pembelajaran berdasarkan penilaian ahli materi memperoleh skor rerata 79,5 dari skor maksimal 84 dengan persentase 94,64% (sangat layak), skor media memperoleh skor rerata 88,5 dari skor maksimal 92 dengan persentase 96,2% (sangat layak), dan pengguna memperoleh skor rerata 77,8 dari skor maksimal 96 dengan persentase 80,99% (layak). Sehingga, media pembelajaran *inverse kinematic* menggunakan *hexapod robot* termasuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan pada mata kuliah Robotika.

**Kata kunci:** media pembelajaran, *inverse kinematic*, *hexapod robot*, robotika

## ***DEVELOPMENT OF INVERSE KINEMATIC LEARNING MEDIA USING HEXAPOD ROBOT IN ROBOTICS***

By:  
Hendi Suprihono  
NIM. 15502241008

### ***ABSTRACT***

*This study aims to (1) get a inverse kinematic learning media design, (2) find out inverse kinematic learning media performance, (3) find out feasibility level of inverse kinematic learning media using hexapod robot in robotics.*

*This type of research is research and development using the ADDIE model, with stages: (1) Analyze, (2) Design, (3) Develop, (4) Implement, and (5) Evaluate. The object of research is hexapod robot with 3 degree of freedom. The subjects of research are students of Electronic Engineering Education Study Program who took the concentration of Industrial Electronics. Methods of data collection using classroom observation and questionnaires with likert scale 4 options. The data analysis technique used a descriptive qualitative analysis.*

*The result of this research and development shows: (1) inverse kinematic learning media design using hexapod robot, (2) the performance through black box testing, inverse kinematic learning media using hexapod robot functionally the device can function properly and get result 100%. Each robot's feet can move towards the x, y and z axes with an average error percentage x of 7,4%, y of 11,67% and z of 7,87% and produces 14 types of hexapod robot movement, (3) feasibility level of learning media based on the assessment of material expert obtained average score of 79,5 from the maximum score 84 with a percentage of 94,46% (very feasible), media expert obtained average score of 88,5 from the maximum score 92 with a percentage of 96,2% (very feasible), and users obtained average score of 77,8 from the maximum score 96 with a percentage of 80,99% (feasible). So, the inverse kinematic learning media using hexapod robot is included in very feasible category for use in robotics.*

***Keywords:*** *learning media, inverse kinematic, hexapod robot, robotics*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusunan Tugas Akhir Skripsi dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran *Inverse Kinematic* Menggunakan *Hexapod Robot* pada Mata Kuliah Robotika” sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan dapat tersusun sesuai dengan harapan. Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan beberapa pihak. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. phil. Mashoedah, S.Pd., M.T. selaku Dosen Pembimbing TAS sekaligus Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika yang senantiasa memberikan semangat dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.
2. Suprpto, S.Pd., M.T., Ph.D. dan Muhammad Izzuddin M, S.Pd.T., M.Cs. selaku ahli materi yang memberikan saran dan komentar pada pengembangan media.
3. Dr. Ir. Fatchul Arifin, M.T. dan Arya Sony, S.T., M.Eng. selaku ahli media yang memberikan saran dan komentar pada pengembangan media.
4. Seluruh tim penguji yang telah memberikan beberapa koreksi, kritik, saran secara komprehensif pada Tugas Akhir Skripsi.
5. Prof. Drs. Herman Dwi Surjono, M.Sc., MT., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang memberikan persetujuan penelitian Tugas Akhir Skripsi.
6. Para dosen dan staff Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir Skripsi.

7. Semua pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah memberikan bantuan dan kerjasamanya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi.

Dengan terselesaikannya Tugas Akhir Skripsi ini, semoga segala bantuan yang telah diberikan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini mampu memberikan informasi ataupun pengetahuan yang bermanfaat bagi pembaca ataupun pihak lain yang membutuhkan. Penulis mohon maaf apabila dalam penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini terdapat kesalahan dalam penulisan atau yang lainnya. Kritik dan saran yang membangun akan sangat berguna bagi penulis.

Yogyakarta, 2 Desember 2019

Penulis,



Hendi Suprihono

NIM. 15502241008

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
MOTTO .....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Pengembangan .....	4
F. Manfaat Pengembangan .....	5
G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan .....	5
BAB II.....	7
KAJIAN PUSTAKA.....	7
A. Kajian Teori .....	7
1. Media Pembelajaran.....	7
2. Kinematika Robot.....	12
3. Robot <i>Hexapod</i> .....	17
4. STM32 Nucleo-L432KC .....	18
5. <i>Servo Squencer Controller 32 (SSC-32)</i> .....	18
6. Servo.....	20

7. Mata Kuliah Robotika .....	21
B. Hasil Penelitian yang Relevan .....	22
C. Kerangka Pikir .....	24
BAB III .....	26
METODE PENELITIAN.....	26
A. Model Pengembangan.....	26
B. Prosedur Pengembangan .....	26
1. <i>Analyze</i> (Analisis).....	27
2. <i>Design</i> (Desain).....	27
3. <i>Develop</i> (Pengembangan).....	28
4. <i>Implement</i> (Implementasi).....	28
5. <i>Evaluate</i> (Evaluasi) .....	28
C. Tempat dan Waktu Penelitian .....	29
D. Objek Penelitian.....	29
E. Subjek Penelitian.....	29
F. Metode dan Alat Pengumpulan Data .....	29
1. Metode Pengumpulan Data .....	29
2. Alat Pengumpulan Data.....	30
3. Validitas dan Reliabilitas Instrumen .....	33
G. Teknik Analisis Data.....	34
BAB IV .....	37
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	37
A. Deskripsi Data Uji Coba .....	37
1. Hasil Analisis .....	37
2. Hasil Desain .....	40
3. Hasil Pengembangan .....	41
4. Hasil Implementasi.....	64
5. Hasil Evaluasi.....	65
B. Analisis Data .....	67
C. Kajian Produk .....	77
D. Pembahasan Hasil Penelitian .....	79

BAB V.....	82
SIMPULAN DAN SARAN .....	82
A. Simpulan .....	82
B. Keterbatasan Produk .....	83
C. Pengembangan Produk Lebih Lanjut.....	83
D. Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA .....	85
LAMPIRAN.....	87

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi Produk.....	6
Tabel 2. Format Paket Data Servo (Lynxmotion, 2015).....	20
Tabel 3. Kompetensi yang Dikembangkan pada Silabus Mata Kuliah Robotika	21
Tabel 4. Kisi-kisi <i>Black Box Testing</i> .....	31
Tabel 5. Kisi-kisi Instrumen Kelayakan Materi Pembelajaran untuk Ahli Materi .....	31
Tabel 6. Kisi-kisi Instrumen Kelayakan Media Pembelajaran untuk Ahli Media	32
Tabel 7. Kisi-kisi Instrumen Penilaian untuk Pengguna.....	32
Tabel 8. Tingkat Koefisien (Arikunto, 2013).....	34
Tabel 9. Kriteria Pembobotan Skor.....	35
Tabel 10. Interval Skor Kelayakan Media .....	36
Tabel 11. Interval Nilai Kelayakan Media dalam Bentuk Persentase.....	36
Tabel 12. Hasil Observasi .....	38
Tabel 13. Matrikulasi Pengelolaan Proyek .....	39
Tabel 14. Daftar Komponen yang Dibutuhkan .....	41
Tabel 15. Revisi Media, Modul, <i>Jobsheet</i> dan Instrumen Penelitian.....	54
Tabel 16. Hasil Penilaian Pengujian <i>Black Box</i> .....	54
Tabel 17. Pengujian Sumber Tegangan pada Blok Sistem .....	55
Tabel 18. Pengujian Sumber Tegangan pada Blok Servo.....	55
Tabel 19. Hasil Kalibrasi Servo .....	56
Tabel 20. Pengujian Pengaruh Nilai X (nilai X awal = 55mm).....	57
Tabel 21. Pengujian Pengaruh Nilai Y (nilai Y awal = 65mm).....	57
Tabel 22. Pengujian Pengaruh Nilai Z (nilai Z awal = 0mm).....	57
Tabel 23. Pengujian Pengaruh Nilai X (nilai X awal = 55mm).....	57
Tabel 24. Pengujian Pengaruh Nilai Y (nilai Y awal = 65mm).....	58
Tabel 25. Pengujian Pengaruh Nilai Z (nilai Z awal = 0mm).....	58
Tabel 26. Pengujian Pengaruh Nilai X (nilai X awal = 55mm).....	58
Tabel 27. Pengujian Pengaruh Nilai Y (nilai Y awal = 65mm).....	58
Tabel 28. Pengujian Pengaruh Nilai Z (nilai Z awal = 0mm).....	58
Tabel 29. Pengujian Pengaruh Nilai X (nilai X awal = 55mm).....	59
Tabel 30. Pengujian Pengaruh Nilai Y (nilai Y awal = 65mm).....	59
Tabel 31. Pengujian Pengaruh Nilai Z (nilai Z awal = 0mm).....	59
Tabel 32. Pengujian Pengaruh Nilai X (nilai X awal = 55mm).....	59
Tabel 33. Pengujian Pengaruh Nilai Y (nilai Y awal = 65mm).....	59
Tabel 34. Pengujian Pengaruh Nilai Z (nilai Z awal = 0mm).....	60
Tabel 35. Pengujian Pengaruh Nilai X (nilai X awal = 55mm).....	60
Tabel 36. Pengujian Pengaruh Nilai Y (nilai Y awal = 65mm).....	60
Tabel 37. Pengujian Pengaruh Nilai Z (nilai Z awal = 0mm).....	60

Tabel 38. Hasil Pengujian Keseluruhan Kaki .....	61
Tabel 39. Lokasi Koordinat Lokal pada Posisi Awal 0° .....	62
Tabel 40. Lokasi Koordinat Lokal pada Posisi Awal 15° .....	62
Tabel 41. Lokasi Koordinat Lokal pada Posisi Awal 30° .....	63
Tabel 42. Rerata <i>Error</i> Setiap Kaki pada Sumbu <i>X</i> , <i>Y</i> , dan <i>Z</i> .....	63
Tabel 43. Hasil Pergerakan Robot .....	64
Tabel 44. Hasil Uji Ahli Materi .....	66
Tabel 45. Hasil Uji Ahli Media.....	66
Tabel 46. Hasil Uji Pengguna .....	66
Tabel 47. Kriteria Tingkat Kelayakan Materi pada Aspek Isi dan Tujuan .....	67
Tabel 48. Kelayakan Materi pada Aspek Isi dan Tujuan .....	67
Tabel 49. Kriteria Tingkat Kelayakan Materi pada Aspek Pembelajaran/Instruksional .....	68
Tabel 50. Kelayakan Materi pada Aspek Pembelajaran/Instruksional .....	68
Tabel 51. Kriteria Tingkat Kelayakan Materi pada Aspek Teknis .....	69
Tabel 52. Kelayakan Materi pada Aspek Teknis .....	69
Tabel 53. Kriteria Tingkat Kelayakan Materi pada Keseluruhan Aspek .....	69
Tabel 54. Kelayakan Materi pada Keseluruhan Aspek.....	70
Tabel 55. Kriteria Tingkat Kelayakan Media pada Aspek Isi dan Tujuan.....	70
Tabel 56. Kelayakan Media pada Aspek Isi dan Tujuan .....	71
Tabel 57. Kriteria Tingkat Kelayakan Media pada Aspek Pembelajaran/Instruksional .....	71
Tabel 58. Kelayakan Media pada Aspek Pembelajaran/Instruksional.....	71
Tabel 59. Kriteria Tingkat Kelayakan Media pada Aspek Teknis.....	72
Tabel 60. Kelayakan Media pada Aspek Teknis.....	72
Tabel 61. Kriteria Tingkat Kelayakan Media pada Seluruh Aspek .....	73
Tabel 62. Kelayakan Media pada Seluruh Aspek .....	73
Tabel 63. Hasil Uji Validitas Instrumen Butir Nomor 1 .....	74
Tabel 64. Hasil Uji Validitas Instrumen .....	75
Tabel 65. Kriteria Tingkat Kelayakan Media Pembelajaran oleh Pengguna .....	76
Tabel 66. Kelayakan Media Pembelajaran oleh Pengguna.....	77

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerucut Pengalaman Dale dalam (Arsyad, 2011, p. 11).....	8
Gambar 2. Transformasi Kinematika (Pitowarno, 2006).....	12
Gambar 3. Representasi Sendi pada Lengan Robot 2 DOF (Asrofi, Sumardi, & Setiyono, 2015) .....	14
Gambar 4. Rotasi Terhadap Sumbu X, Y, dan Z .....	16
Gambar 5. Robot Berkaki Enam (Lynxmotion, 2015).....	17
Gambar 6. <i>Board</i> STM32 Nucleo-L432KC (STMicroelectronics, 2018) .....	18
Gambar 7. <i>Board Servo Squencer Controller 32</i> (Lynxmotion, 2015) .....	19
Gambar 8. Diagram PWM Sebuah Servo (Pinckney, 2006).....	20
Gambar 9. Kerangka Pikir.....	24
Gambar 10. Konsep ADDIE (Branch, 2009).....	26
Gambar 11. Tahapan ADDIE (Branch, 2009) .....	27
Gambar 12. Kurva Distribusi Penilaian dengan 4 Kriteria .....	36
Gambar 13. Konstruksi Kaki Serangga (Roennau, Kerscher, & Dillmann, 2010) .....	43
Gambar 14. Konstruksi Kaki Robot.....	43
Gambar 15. Blok <i>Diagram</i> Robot <i>Hexapod</i> .....	43
Gambar 16. Skema Rangkaian <i>Regulator 5VDC</i> .....	44
Gambar 17. Realisasi Rangkaian <i>Regulator 5VDC</i> .....	44
Gambar 18. Skema Rangkaian <i>Push Button</i> .....	45
Gambar 19. Realisasi Rangkaian <i>Push Button</i> .....	45
Gambar 20. Skema Rangkaian <i>Shield</i> STM32 Nucleo-L432KC.....	45
Gambar 21. Realisasi Rangkaian <i>Shield</i> STM32 Nucleo-L432KC .....	45
Gambar 22. Skema Instalasi Sumber Tegangan dan Komunikasi .....	46
Gambar 23. Desain Bagian Atas <i>Box</i> Sistem .....	46
Gambar 24. Desain Bagian Bawah <i>Box</i> Sistem .....	46
Gambar 25. Desain Bagian Samping <i>Box</i> Sistem .....	46
Gambar 26. Desain Bagian <i>Voltmeter</i> .....	46
Gambar 27. Desain Sasis Atas Robot <i>Hexapod</i> .....	47
Gambar 28. Desain Sasis Bawah Robot <i>Hexapod</i> .....	47
Gambar 29. Desain <i>Bracket</i> Atas Servo.....	47
Gambar 30. Desain <i>Bracket</i> Bawah Servo.....	47
Gambar 31. Desain Poros Servo <i>Femur</i> .....	47
Gambar 32. Desain Poros Servo <i>Tibia</i> .....	47
Gambar 33. Desain Lengan <i>Femur</i> Depan.....	48
Gambar 34. Desain Lengan <i>Femur</i> Belakang .....	48
Gambar 35. Desain Lengan <i>Tibia</i> .....	48
Gambar 36. Tampak Depan .....	48



Gambar 37. Tampak Belakang.....	48
Gambar 38. Tampak Atas .....	48
Gambar 39. <i>Flowchart</i> Transformasi Gerak .....	49
Gambar 40. <i>Flowchart</i> Posisi Awal Kaki .....	50
Gambar 41. <i>Flowchart</i> Rotasi Kaki .....	50
Gambar 42. <i>Flowchart</i> Transformasi Gerak .....	50
Gambar 43. <i>Flowchart</i> Gerak Setiap Kaki.....	50
Gambar 44. <i>Flowchart Tripod Gait</i> .....	51
Gambar 45. <i>Flowchart</i> Transisi Gerak .....	51
Gambar 46. <i>Flowchart</i> Program Utama.....	51
Gambar 47. <i>Flowchart</i> Program <i>Interrupt</i> .....	51
Gambar 48. Modul .....	53
Gambar 49. <i>Jobsheet</i> .....	53
Gambar 50. Posisi <i>Default</i> untuk Kalibrasi Tampak Atas .....	56
Gambar 51. Posisi <i>Default</i> untuk Kalibrasi Tampak Depan .....	56
Gambar 52. Kaki Robot pada Posisi Awal 0 ° .....	62
Gambar 53. Kaki Robot pada Posisi Awal 15° .....	62
Gambar 54. Kaki Robot pada Posisi Awal 30° .....	63
Gambar 55. Grafik Skor Kelayakan oleh Ahli Materi .....	80
Gambar 56. Grafik Skor Kelayakan oleh Ahli Media.....	81
Gambar 57. Grafik Skor Kelayakan oleh Pengguna .....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Surat Keputusan Dekan
- Lampiran 2. Surat Izin Penelitian
- Lampiran 3. Lembar Observasi Kelas Robotika
- Lampiran 4. Surat Pernyataan Validasi Instrumen
- Lampiran 5. Surat Permohonan Ahli Materi 1
- Lampiran 6. Lembar Penilaian Ahli Materi 1
- Lampiran 7. Surat Pernyataan Validasi Ahli Materi 1
- Lampiran 8. Surat Permohonan Ahli Materi 2
- Lampiran 9. Lembar Penilaian Ahli Materi 2
- Lampiran 10. Surat Pernyataan Validasi Ahli Materi 2
- Lampiran 11. Surat Permohonan Ahli Media 1
- Lampiran 12. Lembar Penilaian Ahli Media 1
- Lampiran 13. Surat Pernyataan Validasi Ahli Media 1
- Lampiran 14. Surat Permohonan Ahli Media 2
- Lampiran 15. Lembar Penilaian Ahli Media 2
- Lampiran 16. Surat Pernyataan Validasi Ahli Media 2
- Lampiran 17. Lembar Penilaian Pengguna
- Lampiran 18. Lembar Unjuk Kerja Media Pembelajaran
- Lampiran 19. Tabel Nilai *r Product Moment*
- Lampiran 20. Hasil Uji Validasi oleh Ahli Materi
- Lampiran 21. Hasil Uji Validasi oleh Ahli Media
- Lampiran 22. Hasil Uji Validitas Butir Instrumen
- Lampiran 23. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen
- Lampiran 24. Hasil Uji Penilaian oleh Pengguna
- Lampiran 25. Dokumentasi