

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *INVERSE* KINEMATIK
DENGAN *CNC DRAWING* ROBOT PADA MATA KULIAH ROBOTIKA**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

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



Oleh :

Ridho Prasakti

NIM 15502241029

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2020

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *INVERSE* KINEMATIK DENAGAN *CNC DRAWING* ROBOT PADA MATA KULIAH ROBOTIKA

Oleh :

Ridho Prasakti

NIM. 15502241029

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dunia intustri semakin maju dan membutuhkan media pembelajaran yang mampu mengikuti perkembangan yang ada. Penggunaan mesin CNC dan penerapan ilmu kinematika merupakan salah satu teknologi yang sering digunakan sehingga dibutuhkan media pembelajaran yang mempelajari hal tersebut. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk: (1) rancang bangun media pembelajaran *inverse* kinematik dengan *CNC drawing* robot pada mata kuliah Robotika, (2) mengetahui unjuk kerja media pembelajaran *inverse* kinematik dengan *CNC drawing* robot pada mata kuliah, (3) mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran *inverse* kinematik dengan *CNC drawing* robot pada mata kuliah Robotika.

Metode yang digunakan dalam penelitian menggunakan RnD (*Research and Development*) dengan prosedur pengembangan model ADDIE. Model pengembangan ADDIE yang dilaksanakan yaitu *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*. Objek dalam penelitian ini adalah media praktikum CNC Drawing Robot dan jobsheet praktikum sebagai media pembelajaran mata kuliah Robotika. Subjek penelitian adalah mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik UNY. Teknik pengumpulan data yang digunakan dengan kuisisioner. Instrumen yang digunakan dalam bentuk angket dengan teknik analisis deskriptif kualitatif.

Hasil penelitian ini adalah (1) Media pembelajaran *inverse* kinematik dengan *CNC drawing* robot pada mata kuliah Robotika terdiri dari bagian mekanik penggerak, bagian elektronik dan *box packaging*. Media pembelajaran dilengkapi dengan *jobsheet* praktikum yang telah disesuaikan materinya. (2) Tingkat kelayakan media pembelajaran *inverse* kinematik dengan *CNC drawing* robot berdasarkan hasil uji validasi media sebesar 98% dengan kategori sangat layak digunakan, dan hasil uji validasi materi memperoleh hasil sebesar 91% dengan kategori sangat layak. Sedangkan untuk hasil ujicoba pemakaian oleh responden mahasiswa diperoleh sebesar 86% dan dikategorikan sangat layak untuk digunakan. Dengan hasil tersebut maka Media Pembelajaran *Inverse* Kinematik dengan *CNC Drawing* Robot dapat dikategorikan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Robotika di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika.

Kata kunci : *CNC Drawing* Robot, media pembelajaran, mata kuliah Robotika

DEVELOPMENT OF INVERSE KINEMATIC LEARNING MEDIA WITH CNC DRAWING ROBOTS IN ROBOTIC COURSE

By :

Ridho Prasakti

NIM. 15502241029

ABSTRACT

The development of technology in the industrial world is getting more advanced and requires learning media that able to keep abreast of existing developments. The use of CNC machines and th application of kinematics is a technology that often used so that learning media are needed to learn these things. So this study aims to: (1) design of inverse kinematic learning media with CNC drawing robot in Robotics courses, (2) find out the performance of inverse kinematic learning media with CNC drawing robot in Robotic course, (3) find out the level of feasibility of inverse kinematic learning media with CNC drawing robots in Robotics courses.

The method used in research uses RnD (Research and Development) with ADDIE model development procedures. The ADDIE development model implemented is Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate. The object of this research is CNC Drawing Robot and practical worksheet as learning media for Robotics courses. The research subjects were students of the Electronic Engineering Education Study Program at the Faculty of Engineering of Yogyakarta State University. Data collection techniques used by questionnaire. The instrument used in the form of a questionnaire with descriptive qualitative analysis techniques.

The results of this study are (1) inverse kinematic learning media with CNC drawing robot in the Robotics course consisting of the mechanical drive, electronic parts and box packaging. Learning media is equipped with practical worksheets that have been adapted for the material. (2) The feasibility level of inverse kinematic learning media with CNC drawing robot based on the results of the media validation test was 98% with the category very feasible to use, and the results of the material validation test obtained results of 91% with the very feasible category. As for the results of the trial use by student respondents obtained by 86% and categorized as very feasible to use. With these results, the Inverse Kinematic Learning Media with CNC Drawing Robot can be categorized as very appropriate to be used as a learning media in the Robotics course in the Department of Electronics and Informatics Engineering Education.

Kata kunci : *CNC Drawing Robot, learning media, Robotics courses*

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *INVERSE* KINEMATIK
DENAGAN *CNC DRAWING* ROBOT PADA MATA KULIAH ROBOTIKA**

Disusun Oleh :


Ridho Prasakti
15502241029

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


Yogyakarta, Januari 2020

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika

Disetujui,
Dosen Pembimbing


Dr. phil. Mashoedah, S.Pd., M.T.

NIP. 19701108 200212 1 003


Dr. phil. Mashoedah, S.Pd., M.T.

NIP. 19701108 200212 1 003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ridho Prasakti

NIM : 15502241029

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika

Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran *Inverse* Kinematik
dengan *CNC Drawing* Robot pada Mata Kuliah Robotika

Menyatakan bahwa tugas akhir skripsi ini benar-benar karya saya sendiri sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat orang lain yang ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 13 Desember 2019

Yang Menyatakan



Ridho Prasakti

NIM. 15502241029

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *INVERSE* KINEMATIK DENGAN *CNC DRAWING* ROBOT PADA MATA KULIAH ROBOTIKA



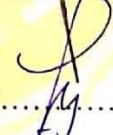
Disusun Oleh :

Ridho Prasakti

15502241029

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


TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Dr. phil. Mashoedah, S.Pd., M.T.</u> Ketua Penguji/Pembimbing		27/01/2020
<u>Dr. Ir. Fatchul Arifin, M.T.</u> Sekretaris		27/01/2020
<u>Dr. Ir. Drs. Masduki Zakarijah, M.T.</u> Penguji		23/01/2020

Yogyakarta, Januari 2020

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,


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

NIP. 19640205 198703 1 001

HALAMAN MOTTO

*“Man Jadda Wajada - Barangsiapa bersungguh-sungguh pasti akan
mendapatkan hasil”*

“Janganlah melakukan kesalahan yang sama untuk yang kedua kalinya”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah dengan rasa syukur kepada Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya Tugas Akhir Skripsi ini telah selesai. Skripsi saya ini saya persembahkan kepada:

1. Ibu, Bapak, Adik, Kakek, Nenek saya dan keluarga besar yang telah memberikan doa, mendukung, menghibur dan memotivasi saya, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi.
2. Teman kontrakan Lely V No 177 (Alan Hadinata, , M Alfian Azmi, Gifary Anta Pradana, Dwiki Gunawan, Rizky Oki Tomi, Luthfi Virgiansyah) yang telah memberi bantuan dan bersama serumah.
3. Mas Oby Zamisyak, Mbak Eva, Ahmad Wafi N. W. dan Ikhsan Syarifudin yang telah membantu dan memberikan motivasi di PT. Anami Berdikari Indonesia.
4. Teman-teman saya kelas A elektronika 2015 yang telah menemani perjuangan selama kuliah di FT UNY.
5. Dosen-dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika yang telah membagikan ilmunya kepada para mahasiswa.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir Skripsi dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran Inverse Kinematik dengan CNC Drawing Robot pada Mata Kuliah Robotika” dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Selesaiannya TAS ini tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Sehubungan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. phil. Mashoedah, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing dan Validator instrumen Tugas Akhir Skripsi yang telah memberikan saran, masukan, dorongan, serta perbaikan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi.
2. Bapak Dr. Ir. Fatchul Arifin, M.T. dan Bapak Arya Sony, S.T., M.Eng. selaku Validator ahli media penelitian Tugas Akhir Skripsi yang telah memberikan saran dan masukan sehingga pembuatan media pembelajaran dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang diharapkan.
3. Bapak Dr. Ir. Drs. Masduki Zakarijah, M.T. dan Bapak Muhammad Izzuddin M, S.Pd.T, M.Cs. selaku Validator ahli materi penelitian Tugas Akhir Skripsi yang telah memberikan saran dan masukan sehingga pembuatan media pembelajaran dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang diharapkan.
4. Bapak Prof. Herman Dwi Surjono, Drs.,M.Sc.,M.T.,Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberi persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi.
5. Teman-teman Pendidikan Teknik Elektronika angkatan 2015 kelas A dan Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika & Informatika angkatan 2015 yang menjadi teman seperjuangan dalam menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi.

6. Semua pihak yang terlibat, secara langsung atau tidak langsung yang tidak dapat disebutkan disini satu persatu atas bantuan dan perhatian selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

Pada akhirnya, semoga segala bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak di atas akan menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapat balasan dari Allah SWT, dan Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkan.

Yogyakarta, Desember 2019

Penulis,

Ridho Prasakti

NIM. 15502241029

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
SURAT PERNYATAAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
A. Kajian Teori	8
1. Media Pembelajaran	8
2. Computer Numerical Control (CNC)	13
3. GRBL	14
4. <i>Drawing Robot</i>	16
5. Kinematika CNC Drawing Robot	17
6. <i>Actuator CNC Drawing Robot</i>	24
7. <i>Limit Switch</i>	36

8. Mata Kuliah Robotika	37
B. Penelitian yang Relevan	38
C. Kerangka Berfikir.....	39
D. Pertanyaan Penelitian	41
BAB III METODE PENELITIAN	42
A. Model Pengembangan	42
B. Prosedur Pengembangan	42
1. <i>Analyze</i>	43
2. <i>Design</i>	43
3. <i>Develop</i>	44
4. <i>Implement</i>	44
5. <i>Evaluate</i>	44
C. Desain Uji Coba Produk	44
1. Desain Uji Coba	44
2. Subjek Penelitian	45
D. Teknik dan Instrumen Pengumpul Data.....	45
1. Teknik Pengumpulan Data	45
2. Instrumen Penelitian	46
1. Pengujian Validitas dan Reliabilitas Instrumen	49
E. Teknik Analisis Data.....	52
1. Data Kualitatif	52
2. Data Kuantitatif	52
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	55
A. Hasil Pengembangan Produk	55
1. <i>Analyze</i>	55
2. <i>Design</i>	57
3. <i>Develop</i>	63
4. <i>Implement</i>	96
5. <i>Evaluate</i>	101
B. Pembahasan Hasil Penelitian	101
C. Keterbatasan Penelitian dan Produk.....	104

BAB V SIMPULAN DAN SARAN	106
A. Simpulan tentang Produk	106
B. Saran Pemanfaatan Produk	107
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut	107
DAFTAR PUSATAKA	109

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. G-Code Dasar pada Grbl.....	15
Tabel 2. Kontrol <i>full-step</i> pada motor stepper	27
Tabel 3. Kontrol <i>half-step</i> pada motor stepper.....	27
Tabel 4. Resolusi <i>Micro-Stepping</i> Driver Stepper A4988	29
Tabel 5. Fitur Arduino UNO	31
Tabel 6. Kisi-kisi Instrumen Ahli Materi	47
Tabel 7. Kisi-kisi Instrumen Ahli Media	47
Tabel 8. Kisi-kisi Instrumen Responden (Mahasiswa)	48
Tabel 9. Interpretasi tingkat keadaan koefisien.....	51
Tabel 10. Kriteria Penilaian	52
Tabel 11. Kriteria Skor Penilaian.....	53
Tabel 12. Kategori Presentase Kelayakan.....	54
Tabel 13. Analisis silabus	56
Tabel 14. Micro-Stepping Driver Stepper A4988.....	69
Tabel 15. G-Code Dasar pada Grbl.....	75
Tabel 16. Hasil pengujian power supply	79
Tabel 17. Tabel Pengujian Input Tombol	80
Tabel 18. Tabel Pengujian Limit Switch.....	81
Tabel 19. Tabel Pengujian Motor Servo	82
Tabel 20. Tabel Pengujian Driver Motor Stepper Pin Enable	82
Tabel 21. Tabel Pengujian Putaran Motor Stepper	83
Tabel 22. Tabel Pengujian Penggerak Y-Axis	84
Tabel 23. Tabel Pengujian Penggerak X-Axis.....	85
Tabel 24. Tabel Pengujian Penggerak Z-Axis	86
Tabel 25. Data Hasil Validasi Ahli Materi.....	87
Tabel 26. (Lanjutan) Data Hasil Validasi Ahli Materi.....	88
Tabel 27. Persentases Hasil Validasi Materi.....	88
Tabel 28. Saran Ahli Materi 1	89
Tabel 29. Saran Ahli Materi 2.....	89
Tabel 30. Data hasil validasi ahli media	90
Tabel 31. (Lanjutan) Data hasil validasi ahli media	91
Tabel 32. Persentase Hasil Validasi Media.....	91
Tabel 33. Saran Ahli Media	92
Tabel 34. Saran Ahli Media	92
Tabel 35. Hasil revisi ahli materi	93
Tabel 36. (Lanjutan) Hasil revisi ahli materi	94
Tabel 37. Hasil revisi ahli media.....	95
Tabel 38. Hasil Uji Validitas Instrumen butir 1	96

Tabel 39. Hasil Analisis Item Instrumen	98
Tabel 40. Persentase Hasil Responden (Mahasiswa).....	99
Tabel 41. Persentase Aspek Penilaian Responden (Mahasiswa)	100

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. CNC 2A (two axis).....	14
Gambar 2. CNC 3A (three axis).....	14
Gambar 3. Logo GRBL.....	15
Gambar 4. Posisi vektor dari titik dalam koordinat Kartesius	17
Gambar 5. Penggerak pada Sistem Koordinat Kartesius	18
Gambar 6. Skema penggambaran dari <i>forward</i> dan <i>inverse kinematics</i>	18
Gambar 7. Penggambaran Sendi pada Lengan Robot 2 DOF.....	19
Gambar 8. Translasi Segitiga	20
Gambar 9. Gambaran Sendi Robot Kartesian	21
Gambar 10. Gambaran Sendi Robot Kartesian (<i>side view</i>).....	22
Gambar 11. Gambaran Sendi Robot Kartesian (<i>top view</i>).....	23
Gambar 12. Motor Servo Tower Pro SG90	24
Gambar 13. Sinyal Kendali Motor Servo.....	24
Gambar 14. Motor Stepper Nema 17	25
Gambar 15. Struktur Motor Stepper	26
Gambar 16. Driver Motor Stepper A4988	29
Gambar 17. Arduino UNO.....	31
Gambar 18. <i>Timing Pulley</i>	33
Gambar 19. <i>Timing Belt</i>	33
Gambar 20. Ukuran Pulley GT2-20T.....	34
Gambar 21. Ukuran Belt Pitch 2mm.....	34
Gambar 22. Konfigurasi Belt dan Pulley	35
Gambar 23. Simbol dan Bentuk <i>Limit Switch</i>	37
Gambar 24. Konstruksi dan Simbol <i>Limit Switch</i>	37
Gambar 25. Kerangka Pikir.....	40
Gambar 26. Prosedur pengembangan model ADDIE	43
Gambar 27. Model mesin <i>CNC cartesian</i>	57
Gambar 28. Blok Diagram Blok Elektronik	58
Gambar 29. Desain Blok Mekanik Penggerak.....	59
Gambar 30. Rangkaian Blok <i>Power Supply</i>	60
Gambar 31. Desain <i>Box Packaging</i>	61
Gambar 32. Desain Sticker Logo	62
Gambar 33. Desain <i>Cover Jobsheet</i>	62
Gambar 34. Bagian Blok Mekanik Penggerak.....	63
Gambar 35. Bagian-bagian Blok Elektronik.....	66
Gambar 36. Konektor Power PLN.....	67
Gambar 37. Blok Power Switch.....	67
Gambar 38. Blok Motor Stepper.....	68

Gambar 39. Blok Driver Motor Stepper	68
Gambar 40. Blok Project Board	69
Gambar 41. Blok Motor Servo.....	70
Gambar 42. Blok Limit Switch	70
Gambar 43. Blok Arduino UNO	71
Gambar 44. Blok Input Tombol.....	71
Gambar 45. Skema Rangkaian Blok Input Tombol.....	72
Gambar 46. Media <i>CNC Drawing Robot</i> (Bentuk Koper)	73
Gambar 47. Media <i>CNC Drawing Robot</i> posisi Berdiri	73
Gambar 48. Media <i>CNC Drawing Robot</i> Alas tanpa tutup (Tampak Atas)	73
Gambar 49. Arduino IDE.....	74
Gambar 50. Logo GRBL.....	75
Gambar 51. Logo LaserGRBL.....	76
Gambar 52. GUI LaserGRBL	77
Gambar 53. <i>Jobsheet CNC Drawing Robot</i>	78
Gambar 54. Done Uploading Arduino IDE	79
Gambar 55. Pengujian program AnalogReadSerial	80
Gambar 56. Diagram Persentase Ahli Materi	89
Gambar 57. Diagram Persentase Ahli Media.....	92
Gambar 58. Diagram Persentase Responden (Mahasiswa).....	100
Gambar 59. Diagram Evaluasi Persentase Kelayakan	101

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Keputusan Dosen Pembimbing TAS	114
Lampiran 2. Surat Ijin Penelitian Fakultas Teknik UNY.....	116
Lampiran 3. Lembar Observasi Kebutuhan Media Pembelajaran	117
Lampiran 4. Surat Permohonan Validasi Instrumen Penelitian	118
Lampiran 5. Hasil Validasi Instrumen Penelitian	119
Lampiran 6. Surat Permohonan Ahli Materi 1	120
Lampiran 7. Lembar Evaluasi Ahli Materi 1	121
Lampiran 8. Surat Permohonan Ahli Materi 2.....	125
Lampiran 9. Lembar Evaluasi Ahli Materi 2	126
Lampiran 10. Surat Permohonan Ahli Media 1	130
Lampiran 11. Lembar Evaluasi Ahli Media 1.....	131
Lampiran 12. Surat Permohonan Ahli Media 2	135
Lampiran 13. Lembar Evaluasi Ahli Media 2.....	136
Lampiran 14. Lembar Evaluasi Responden (Mahasiswa)	140
Lampiran 15. Hasil Uji Validitas Instrumen Penelitian	144
Lampiran 16. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Penelitian	145
Lampiran 17. Tabel Nilai <i>r Product Moment</i>	146
Lampiran 18. Silabus Mata Kuliah Robotika.....	147
Lampiran 19. Dokumentasi Penelitian	150
Lampiran 20. Desain Blok Mekanik	151
Lampiran 21. Desain Blok Elektronik	152
Lampiran 22. Skema Rangkaian Kendali dengan GRBL	153
Lampiran 23. Desain Box Packaging.....	154
Lampiran 24. Listing Program Arduino IDE	155
Lampiran 25. Spesifikasi Alat.....	162
Lampiran 26. Data Sheet Driver Motor Stepper A4988	163