

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN
LENGAN ROBOT 3 DOF (*DEGREE OF FREEDOM*)
PADA MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI
DI SMK NEGERI 2 WONOSARI**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

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



Disusun Oleh :
Ibnu Hartopo
NIM. 13502244002

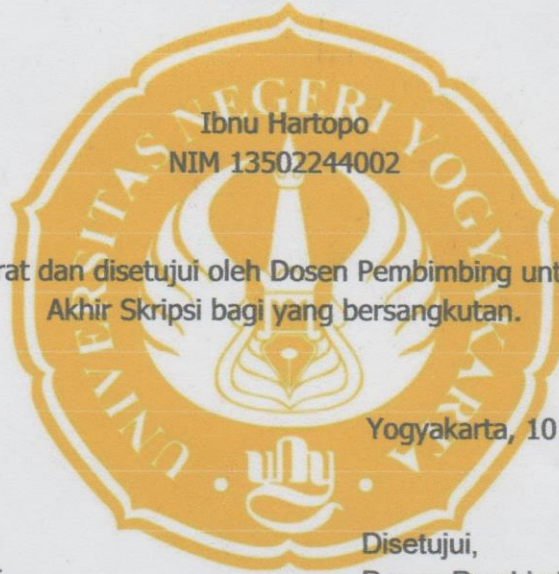
**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN
LENGAN ROBOT 3 DOF (*DEGREE OF FREEDOM*)
PADA MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI
DI SMK NEGERI 2 WONOSARI**

Disusun oleh:



Ibnu Hartopo
NIM 13502244002

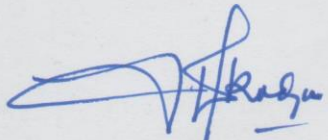
Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan Ujian Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta, 10 Januari 2018

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika


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

Disetujui,
Dosen Pembimbing,


Dr. Eko Marpanaji, M.T.
NIP. 19670608 199303 1 001

SURAT PERNYATAAN

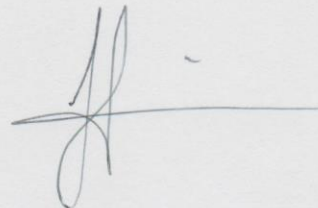
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ibnu Hartopo
NIM : 13502244002
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF
(*Degree Of Freedom*) Pada Mata Pelajaran Perekayasaan
Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri
Di SMK Negeri 2 Wonosari

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, 10 Januari 2018

Yang menyatakan,



Ibnu Hartopo

NIM. 13502244002

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN
LENGAN ROBOT 3 DOF (*DEGREE OF FREEDOM*)
PADA MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI
DI SMK NEGERI 2 WONOSARI**

Disusun oleh:
Ibnu Hartopo
NIM.13502244002

Telah dipertahankan di depan Tim Pengji Tugas Akhir Skripsi Program Studi Pendidikan
Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
pada tanggal 10 Januari 2018

Nama/Jabatan	TIM PENGUJI Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Eko Marpanaji, M.T. Ketua Penguji/Pembimbing		10/01 2018
Muhammad Munir, M.Pd. Sekretaris		10/01 2018
Muslikhin, M.Pd. Penguji		10/01 2018

Yogyakarta, 10 Januari 2018
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,


Dr. Widarto, M.Pd.
NIP. 19631230 198812 1 001 

MOTTO

Aku hanyalah seorang insan yang ingin menjadi oase bagi sesama.

(Ibnu H)

Barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada di jalan Allah hingga ia pulang.

(HR. Turmudzi)

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai

(dari sesuatu urusan), tetaplah berkerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya

kepada Tuhanmulah engkau berharap.

(Al-Quran, Surat Al- Insyirah Ayat 6-8)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini dipersembahkan kepada:

- Ibu Suminah dan Bapak Suharjono yang tersayang, terimakasih atas doa, nasehat dan dukungannya.
- Endo Prasetyo kakak ku dan Putri Sari Wahyuningsih adek ku yang selalu mendukung dan memberi semangat.
- Valle Fahruri Martha dan Valcao Fahruri Augastha keponakan ku yang selalu memberi semangat.
- Akbar Aliyavi yang telah menjadi patner terbaik dalam mengerjakan skripsi.
- Agus, Erry, Ina, Lina, Uswa, Wibi, Danjul, Nurul, Dimas yang selalu memberikan masukan dan tak pernah bosan memberikan semangat.
- Teman-teman Pendidikan Teknik Elektronika A 2013 yang telah menjadi keluarga kecilku dan menemani belajar selama ini.
- Dan seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi ini.

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN
LENGAN ROBOT 3 DOF (*DEGREE OF FREEDOM*)
PADA MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI
DI SMK NEGERI 2 WONOSARI**

Oleh:
Ibnu Hartopo
NIM. 13502244002

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan pengembangan dan menguji tingkat kelayakan Lengan Robot 3 DOF (*Degree of Freedom*) sebagai media pembelajaran pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan mengadopsi metode ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate*) menurut Robert Maribe Branch dengan tahapan: (1) *Analyze*; (2) *Design*; (3) *Develop*; (4) *Implement*; dan (5) *Evaluate*. Pengumpulan data meliputi pengujian, pengamatan, dan kuisisioner (angket). Obyek penelitian ini adalah media pembelajaran Lengan Robot 3 DOF pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol. Media pembelajaran ini divalidasi oleh ahli materi dan ahli media, serta 32 siswa kelas XI Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Wonosari sebagai subyek uji coba pemakaian. Adapun teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis deskriptif kuantitatif.

Hasil penelitian ini berupa sebuah Media pembelajaran Lengan Robot 3 DOF pada pembelajaran pemrograman mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul panduan. Hasil validasi isi materi pengembangan media pembelajaran Lengan Robot 3 DOF oleh ahli materi mendapatkan prosentase sebesar 98,75% dengan kategori sangat layak. Sedangkan hasil validasi konstruk yang dilakukan oleh ahli media mendapatkan prosentase sebesar 90,89% dengan kategori sangat layak. Kemudian hasil uji coba pemakaian oleh siswa mendapatkan prosentase sebesar 81,95% dengan kategori sangat layak. Sehingga Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF dapat dikategorikan sangat layak sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari.

Kata Kunci: Lengan Robot, Perekayasaan Sistem Kontrol, Teknik Elektronika Industri.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusunan Tugas Akhir Skripsi untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan dengan judul "Pengembangan Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF (*Degree Of Freedom*) Pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di SMK Negeri 2 Wonosari" dapat terselesaikan sesuai dengan harapan. Tugas Akhir Skripsi ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama oleh pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Dr. Eko Marpanaji, M.T. selaku Pembimbing sekaligus Ketua Penguji yang telah memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap TAS ini.
2. Dr. Fatchul Arifin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika sekaligus Validator instrumen penelitian TAS yang memberikan saran/masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
3. Muslikhin, M.Pd. selaku Penguji Utama sekaligus Validator instrumen penelitian TAS yang memberikan saran/masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
4. Muhammad Munir, M.Pd. selaku Sekertaris sekaligus Validator instrumen penelitian TAS yang memberikan saran/masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
5. Dessy Irmawati, M.T. selaku Validator ahli materi penelitian TAS yang memberikan saran/masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
6. Bkti Wulandari, M.Pd. selaku Validator ahli media penelitian TAS yang memberikan saran/masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
7. Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang memberikan persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi.

8. Para dosen dan staf Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan pra proposal sampai dengan selesainya TAS ini.
9. Drs. Rochmad Basuki, SH., M.T. selaku Kepala SMK Negeri 2 Woosari yang telah memberi ijin dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
10. Para guru dan staf SMK Negeri 2 Wonosari yang telah memberi bantuan memperlancar pengambilan data selama proses penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
11. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Yogyakarta, 10 Januari 2018

Penulis,

Ibnu Hartopo

NIM. 13502244002

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Spesifikasi Produk	6
G. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8

A.	Kajian Teori	8
1.	Pembelajaran	8
2.	Media Pembelajaran di SMK.....	9
3.	Pengembangan Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF (<i>Degree of Freedom</i>)	19
4.	Metode Pengembangan ADDIE	35
B.	Hasil Penelitian Yang Relevan.....	42
C.	Kerangka Pikir.....	44
D.	Pertanyaan Penelitian	46
BAB III METODE PENELITIAN.....		47
A.	Model Pengembangan	47
B.	Prosedur Pengembangan	47
1.	<i>Analyze</i> (Menganalisa).....	47
2.	<i>Design</i> (Desain)	48
3.	<i>Develop</i> (Mengembangkan)	48
4.	<i>Implement</i> (Implementasi)	49
5.	<i>Evaluate</i> (Evaluasi)	49
C.	Sumber Data	50
1.	Sumber Data	50
2.	Tempat dan Waktu Penelitian	50
3.	Objek dan Subjek Penelitian	50

D.	Metode dan Alat Pengumpulan Data	51
1.	Teknik Pengumpulan Data	51
2.	Instrumen Penelitian	51
3.	Validitas dan Reliabilitas Instrumen	53
E.	Teknik Analisis Data	55
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		57
A.	Deskripsi Data Uji Coba	57
1.	Prosedur Pengembangan	57
B.	Analisis Data Penelitian	67
1.	Data hasil Uji kelayakan Produk	67
2.	Data Uji Pemakaian Siswa	74
C.	Kajian Produk	78
1.	Lengan Robot 3 DOF	78
D.	Pembahasan Hasil Penelitian	79
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		81
A.	Simpulan	81
B.	Keterbatasan Produk	82
C.	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN		86

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Silabus mata pelajaran perekrayaan sistem kontrol	19
Tabel 2. Tabel SKKNI Teknik Elektronika Industri	21
Tabel 3. Analisis kebutuhan media pembelajaran.....	23
Tabel 4. Fungsi Konfigurasi Pin LCD 20x4	31
Tabel 5. Langkah-langkah pengembangan media pembelajaran.....	40
Tabel 6. Kisi-kisi instrumen ahli materi.....	52
Tabel 7. Kisi-kisi instrumen ahli media	52
Tabel 8. Kisi-kisi instrumen responden.....	53
Tabel 9. Tabel interpretasi nilai r	55
Tabel 10. Aturan pemberian skor Butir Instrumen.....	55
Tabel 11. Pedoman konversi nilai	56
Tabel 12. Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran.....	58
Tabel 13. Data Hasil Uji Validasi Materi.....	68
Tabel 14. Prosentase Hasil Uji Ahli Materi	69
Tabel 15. Data Hasil Uji Validasi Media	71
Tabel 16. Prosentase Hasil Uji Ahli Materi	72
Tabel 17. Revisi Produk.....	73
Tabel 18. Data hasil uji validitas butir 1	75
Tabel 19. Hasil perhitungan validitas butir instrumen	76

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Lengan Robot.....	24
Gambar 2. Konfigurasi Pin Atmega 16	27
Gambar 3. Servo Hitec HS-422.....	28
Gambar 4. Motor Servo	29
Gambar 5. Sinyal kendali motor servo	29
Gambar 6. Struktur Internal, bentuk dan simbol potensio.....	30
Gambar 7. Konfigurasi Pin LCD 20x4 karakter	31
Gambar 8. Blok Diagram Catu Daya	32
Gambar 9. Power Supply Switching 5V 5A.....	33
Gambar 10. Pengembangan ADDIE	36
Gambar 11. Kerangka Pikir	45
Gambar 12. Blok Rangkaian Lengan Robot 3 DOF.....	59
Gambar 13. Desain Lengan robot 3 DOF.....	60
Gambar 14. Blok <i>Input</i> dan <i>Downloader</i>	61
Gambar 15. <i>Downloader</i>	62
Gambar 16. Sistem Minimum ATmega16.....	62
Gambar 17. Lengan Robot 3 DOF.....	63
Gambar 18. Box Lengan Robot 3 DOF	64
Gambar 19. CodeVision AVR	65
Gambar 20. Khazama.....	65
Gambar 21. Modul Lengan Robot 3 DOF	66
Gambar 22. Diagram Batang Prosentase Kualitas Materi dan Kualitas Instruksional Dari Ahli Materi	70

Gambar 23. Diagram Batang Prosentase Kualitas Materi dan Kualitas Instruksional Dari Ahli Materi	72
Gambar 24. Prosentase Kelayakan Tiap Aspek.....	78
Gambar 25. Hasil akhir media pembelajaran lengan robot 3 DOF.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik UNY	87
Lampiran 2. Surat Ijin Penelitian Fakultas Teknik UNY	89
Lampiran 3. Surat Ijin DISDIKPORA DIY.....	90
Lampiran 4. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian.....	91
Lampiran 5. Lembar Observasi Guru dan Siswa SMK Negeri 2 Wonosari	92
Lampiran 6. Surat Permohonan Validator Instrumen Penelitian 1	95
Lampiran 7. Surat Permohonan Validator Instrumen Penelitian 2	96
Lampiran 8. Surat Pernyataan Validasi Instrumen Penelitian 1	97
Lampiran 9. Surat Pernyataan Validasi Instrumen Penelitian 2	98
Lampiran 10. Hasil Validasi Instrumen Penelitian 1	99
Lampiran 11. Hasil Validasi Instrumen Penelitian 2	100
Lampiran 12. Surat Permohonan Ahli Materi 1	101
Lampiran 13. Surat Permohonan Ahli Materi 2	102
Lampiran 14. Surat Permohonan Ahli Media 1.....	103
Lampiran 15. Surat Permohonan Ahli Media 2.....	104
Lampiran 16. Lembar Evaluasi Oleh Ahli Materi 1	105
Lampiran 17. Lembar Evaluasi Oleh Ahli Materi 2	109
Lampiran 18. Lembar Evaluasi Oleh Ahli Media 1.....	113
Lampiran 19. Lembar Evaluasi Media Oleh Ahli Media 2	117
Lampiran 20. Lembar Uji Fungsionalitas	121
Lampiran 21. Lembar Evaluasi Media Oleh Ahli Siswa	122
Lampiran 22. Hasil Uji Validitas Butir Instrumen	126
Lampiran 23. Tabel Nilai r Product Moment	127

Lampiran 24. Hasil Uji Reabilitas Instrumen.....	128
Lampiran 25. Hasil Uji Pemakaian Oleh Siswa	129
Lampiran 26. Dokumentasi	130
Lampiran 27. Skema Rangkaian	131
Lampiran 28. Rangkaian Sismin Lengan Robot 3 DOF	132

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi robot pada abad ke-21 sangatlah pesat di berbagai sektor. Pesatnya perkembangan robot disebabkan adanya sifat manusia yang selalu ingin berkreasi dan tidak pernah puas (Suprpto dan Suyitno, 2009: 2). Pertumbuhan beragam industri melalui otomasi kontrol robotika akan menciptakan lingkungan yang mendukung dan mendorong ketenagakerjaan. Pendidikan berperan penting dalam kemajuan industri di bidang penyediaan sumber daya manusia yang berkualitas. Salah satu kerjasama antara industri dan pendidikan dalam mencapai tujuan tersebut adalah dengan menyelenggarakan program *link and match* antara sekolah dan industri.

Sekolah Menengah Kejuruan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 66 Tahun 2010 sebagai salah satu bentuk satuan pendidikan kejuruan pada jenjang menengah sebagai lanjutan dari SMP, MTs, atau bentuk lain yang sederajat atau lanjutan dari hasil belajar yang diakui sama atau setara SMP atau MTs. Pendidikan menengah kejuruan mempunyai tugas untuk mencetak lulusannya agar dapat memasuki lapangan kerja sesuai dengan kompetensi keahliannya. Selain itu SMK bekerjasama dengan industri dan masyarakat sehingga dapat bersinergi agar menghasilkan lulusan yang kompeten baik dari segi kognitif, psikomotor, dan afektif. Dalam pasal 7 pada PP Nomor 29 tahun 1990 SMK menyelenggarakan program-program pendidikan yang disesuaikan dengan jenis-jenis lapangan kerja. Program-program pendidikan tersebut

disesuaikan dengan perkembangan lapangan kerja. Salah satu jurusan untuk mendukung dunia industri otomasi pabrik adalah Jurusan Teknik Elektronika Industri.

SMK Negeri 2 Wonosari adalah salah satu sekolah menengah kejuruan yang menyelenggarakan pendidikan dengan program keahlian Teknik Elektronika Industri di Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. SMK N 2 Wonosari telah menjadi salah satu SMK negeri di Daerah Gunung Kidul yang menggunakan kurikulum 2013 sebagai pedoman pelaksanaan. Salah satu mata pelajaran yang diajarkan dalam kompetensi Teknik Elektronika Industri adalah Perekayasaan Sistem Kontrol. Pemilihan variabel Perekayasaan Sistem Kontrol diidasi oleh pentingnya pemograman mikrokontroler.

Salah satu cakupan materi pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol berupa pemograman mikrokontroler. Namun dalam penyampaian materi pemograman mikrokontroler belum ada media pembelajaran dan modul yang dapat membantu guru dalam menjelaskan materi yang diajarkan. Dengan adanya media pembelajaran dan modul yang tepat siswa diharapkan mampu memahami materi yang diajarkan. Akan tetapi, dalam kenyataannya pembelajaran di beberapa sekolah-sekolah kejuruan masih terkendala pada media pembelajaran dan modul pendampingnya. Keadaan ini mengakibatkan penyampaian materi pembelajaran tidak maksimal.

Salah satu isi dalam Standar Kompetensi Kerja Indonesia (SKKNI) Teknik Elektronika Industri menyebutkan bahwa kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri harus mampu memprogram peralatan sistem otomasi elektronik yang Berkaitan dengan I/O berbantuan mikroprocessor dan

mikrokontroller. Hal ini selaras dengan silabus KD. 4 pada mata pelajaran perancangan sistem kontrol yaitu memahami arsitektur mikroprosesor, prinsip kerja, fungsi setiap blok mikroprosesor dan mengidentifikasi jenis/kategori program/software yang sesuai dari beberapa jenis mikrokontroler yang sering digunakan. Indikator yang diambil yaitu melakukan percobaan dan eksperimen pemrograman pada mikrokontroler untuk kontrol sederhana serta menerapkan pemrograman pada mikrokontroler peralatan kontrol yang sesuai kebutuhan industri. Dengan strategi pembelajaran yang menggabungkan silabus dengan SKKNI, guru harus memberikan pembelajaran yang interaktif dan produktif guna tercapainya tujuan pembelajaran di SMK.

Hasil observasi dan wawancara peneliti terhadap guru pembelajaran produktif pada Jurusan Teknik Elektronika Industri di SMKN 2 Wonosari, bapak Edi Noviyanto, S.Pd. diperoleh data media pembelajaran perancangan sistem kontrol di SMKN 2 Wonosari yang sudah ada masih belum optimal, dikarenakan mata pelajaran perancangan sistem kontrol merupakan mata pelajaran baru. Hal tersebut berdampak pada kurangnya tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran perancangan sistem kontrol secara keseluruhan. Berdasarkan hasil observasi tersebut menunjukkan beberapa kompetensi dasar pada silabus khususnya pemrograman mikrokontroler hanya diajarkan secara teoritis tanpa ada pengamatan langsung.

Media pembelajaran lengan robot merupakan implementasi dari mata pelajaran perancangan sistem kontrol khususnya pemrograman mikrokontroler. Media pembelajaran ini dikembangkan dengan mengaplikasikan pemrograman mikrokontroler menggunakan CodeVisionAVR untuk menggerakkan lengan robot

3 DOF (*Degree of Freedom*). Pengembangan media pembelajaran ini menggunakan Atmega 16 sebagai pemroses utama, potensiometer sebagai sensor masukan, dan catu daya sebagai sumber tegangan serta beberapa komponen pendukung lainnya. Pengembangan media pembelajaran mengacu pada silabus dan kompetensi dasar pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol di SMK N 2 Wonosari serta SKKNI Teknik Elektronika Industri.

Berdasarkan permasalahan diatas maka peneliti bermaksud mengembangkan sebuah media pembelajaran pemograman mikrokontroler dengan judul "Pengembangan Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF (*Degree of Freedom*) pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMKN 2 Wonosari". Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat di identifikasikan masalah sebagai berikut :

1. Tidak ada media pembelajaran pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol untuk siswa program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari.
2. Tidak ada modul pembelajaran sebagai penunjang pembelajaran perekayasaan sistem kontrol untuk siswa program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari.
3. Belum ada pengembangan media pembelajaran yang sesuai antara silabus perekayasaan sistem kontrol dan SKKNI program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari.

4. Kurangnya pemahaman siswa dikarenakan penyampaian pembelajaran cenderung teoritis.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka batasan masalahnya pada pengembangan media pembelajaran dan tingkat kelayakan media pembelajaran lengan robot 3 DOF sebagai media pembelajaran mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol kelas XI pada program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari. Aspek yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat kelayakan media pembelajaran yang dibuat adalah aspek kualitas materi, aspek kualitas instruksional, dan aspek kualitas teknis.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi dan batasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan suatu alasan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan media pembelajaran lengan robot 3 DOF pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol kelas XI pada program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMKN 2 Wonosari?
2. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran lengan robot 3 DOF pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol kelas XI pada program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMKN 2 Wonosari?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini mengacu pada masalah yang telah disebutkan di atas yaitu untuk:

1. Mengembangkan media pembelajaran lengan robot 3 DOF pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol kelas XI pada program keahlian Teknik

Elektronika Industri di SMKN 2 Wonosari.

2. Mengetahui tingkat kelayakan Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF pada Mata Pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol kelas XI pada Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMKN 2 Wonosari.

F. Spesifikasi Produk

Lengan Robot 3 DOF merupakan sebuah produk pengembangan media pembelajaran Perencanaan Sistem Kontrol khusus untuk siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Elektronika Industri dalam bentuk lengan robot dengan 3 derajat kebebasan (*Degree of Freedom*). Spesifikasi media pembelajaran lengan robot 3 DOF pada mata pelajaran perencanaan sistem kontrol kelas XI pada Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMKN 2 Wonosari yaitu:

1. Bentuk : Lengan Robot
2. Dimensi : 30x25x40 cm
3. Bahan : Akrilik 3mm
4. Berat : 2 Kg
5. Sumber daya : 220 VAC
6. Power supply : 5 VDC / 5 A dan 5 VDC / 1 A
7. Kendali : Sistem minimum Atmega 16
8. Software : CV AVR
9. Input : Push button, Potensiometer
10. Output : Servo MG90S, Servo HS-422, dan LCD
11. Modul

G. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat, diantaranya sebagai berikut:

1. Secara Teoritis
 - a. Kajian penelitian media pembelajaran lengan robot 3 DOF pada program keahlian teknik elektronika industri dapat dikembangkan
 - b. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan referensi tambahan bagi penelitian selanjutnya yang relevan.
2. Secara Praktis
 - a. Bagi guru mata pelajaran perancangan sistem kontrol, hasil penelitian berupa media pembelajaran lengan robot 3 DOF dapat membantu dalam menyampaikan materi pembelajaran.
 - b. Bagi siswa, hasil penelitian berupa media pembelajaran lengan robot 3 DOF dapat membantu dalam mempelajari pemrograman mikrokontroler pada mata pelajaran perancangan sistem kontrol.
 - c. Bagi peneliti, mendapatkan pengetahuan bagaimana langkah pengembangan media pembelajaran lengan robot 3 DOF pada mata pelajaran perancangan sistem kontrol.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pembelajaran

Arief S. Sadiman dalam Ruhimat (2011) megemukakan bahwa pembelajaran adalah kegiatan belajar siswa melalui usaha–usaha yang terencana dalam manipulasi sumber–sumber belajar agar terjadi proses belajar demi mencapai tujuan yang telah ditentukan. Pembelajaran merupakan proses aktif peserta didik yang mengembangkan potesi dirinya. Peserta didik dilibatkan ke dalam pengalaman yang difasilitasi oleh guru sehingga pelajar mengalir dalam pengalaman melibatkan pikiran, emosi, terjalin dalam kegiatan yang menyenangkan dan menantang serta mendorong prakarsa siswa (Danajaya, 2013). Menurut PP No 19 tahun 2005, proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik.

Merangkum dari pendapat diatas, pembelajaran adalah kegiatan belajar yang diselenggarakan secara terencana demi tercapainya tujuan yang telah ditentukan dan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan guna memotivasi peserta didik untuk mengembangkan kreativitas serta kemandirian sesuai dengan bakat dan minatnya.

2. Media Pembelajaran di SMK

a. Pengertian Media Pembelajaran di SMK

Media dalam bahasa Arab berarti perantara atau pengantar dari pengirim kepada penerima pesan. Gerlach & Ely (1971) menyatakan bahwa media adalah manusia, materi, atau kejadian yang bertujuan untuk membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan, atau sikap (Arsyad, 2011). Menurut Gagne' dan Briggs (1975) media pembelajaran merupakan alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan isi materi pengajaran yang mengandung materi instruksional guna merangsang siswa untuk belajar (Arsyad, 2011). Media pembelajaran adalah alat dan bahan pembelajaran yang digunakan sebagai perantara terjadinya komunikasi sehingga menimbulkan interaksi langsung antara murid dengan sumber ajar (Daryanto, 2013).

Media pembelajaran di SMK dirancang sesuai dengan tujuan pembelajaran sehingga isi materi pokok dapat tersampaikan kepada siswa sesuai dengan kompetensi keahliannya. Media pembelajaran merupakan sarana untuk mempermudah pendidik atau guru dalam menyampaikan materi pelajaran guna merangsang pikiran, perhatian dan motivasi siswa.

Dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran di SMK merupakan alat bantu yang digunakan guru untuk merangsang pikiran, perhatian dan motivasi siswa sehingga siswa dapat memahami materi dengan mudah guna menunjang keberhasilan dan ketercapaian tujuan pembelajaran.

Jenis media pembelajaran di SMK mempengaruhi tingkat penyampaian materi kepada siswa. Wiryawan dan Noorhadi dalam Munir (2014) menyebutkan bahwa jenis media pembelajaran dapat diklasifikasikan menjadi empat macam,

yaitu (1) media visual; (2) media audio; (3) media audio visual; (4) media benda asli dan orang. Menurut Gerlach dan Ely, media dikelompokkan berdasarkan ciri-ciri fisiknya atas delapan kelompok, yaitu benda sebenarnya, presentasi, presentasi grafis, gambar diam, gambar bergerak, rekaman suara, pengajaran terprogram dan simulasi (Daryanto, 2013).

Merangkum dari pernyataan ahli diatas jenis-jenis media pembelajaran di SMK dapat di klasifikasikan sebagai media yang dapat dilihat, media berupa suara, media audio visual, dan media benda asli/orang.

b. Manfaat Media Pembelajaran di SMK

Media pembelajaran berperan penting dalam proses belajar mengajar. Media pembelajaran di SMK digunakan guru untuk menyampaikan bahan ajar kepada siswa agar materi pembelajaran yang sukar dapat dipahami oleh siswa terutama materi pembelajaran yang rumit dan kompleks. Manfaat media pembelajaran untuk guru dan siswa dapat digunakan untuk (1) menampilkan materi kepada peserta didik agar mudah dipahami; (2) memungkinkan peserta didik untuk mempelajari materi dalam berbagai macam cara (membaca teks, melihat rancangan, mendengarkan materi); (3) mempertahankan dan meningkatkan konsentrasi peserta didik; (4) memotivasi siswa dalam mencapai tujuan (Newby, 2011: 16). Menurut Hamalik (1986) dalam Arsyad (2011: 15) fungsi media pembelajaran dalam proses belajar mengajar yaitu dapat membangkitkan keinginan dan minat yang baru, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan belajar serta pengaruh – pengaruh psikologis terhadap siswa. Penggunaan media pembelajaran sangat membantu keefektifan proses pembelajaran dan penyampaian isi pembelajaran sehingga dapat membantu

peserta didik dalam memahami pelajaran dan memudahkan dalam menyerap informasi.

Dapat disimpulkan bahwa manfaat media pembelajaran yaitu (1) membangkitkan motivasi siswa dalam pembelajaran; (2) memperjelas penyampaian pembelajaran kepada siswa; (3) meningkatkan konsentrasi siswa dalam pembelajaran; (4) membuat siswa lebih aktif dan tidak bosan karena metode pembelajaran yang lebih variatif.

c. Kriteria Pemilihan Media Pembelajaran di SMK

Media pembelajaran yang baik adalah media yang sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, kondisi, dan keterbatasan yang ada dengan mempertimbangkan kemampuan dan karakteristik dari media tersebut. Pemilihan media pembelajaran di SMK tidak terlepas dari konteksnya bahwa media merupakan komponen dari sistem instruksional secara keseluruhan. Menurut Arsyad (2011:75) ada empat kriteria yang harus diperhatikan yaitu (1) sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai; (2) tepat untuk mendukung isi pelajaran bersifat fakta, konsep dan prinsip; (3) praktis, luwes dan bertahan; (4) guru terampil menggunakannya; (5) pengelompokkan sasaran; (5) mutu teknis.

Menurut Dick dan Carey (1978) dalam Sadiman, dkk (2011: 86) menyebutkan bahwa ada empat faktor dalam pemilihan media pembelajaran yaitu (1) ketersediaan sumber; (2) ketersediaan dana, tenaga, dan fasilitas; (3) mudah digunakan, kepraktisan, dan ketahanan dari media; (4) faktor efektivitas biaya dalam jangka waktu yang lama.

Merangkum dari pendapat ahli diatas, kriteria pemilihan media pembelajaran meliputi kesesuaian tujuan pembelajaran, ketersediaan dana,

kebutuhan siswa, efektifitas media, dan kemudahan penggunaan sehingga media dapat digunakan secara maksimal dan membantu dalam proses transfer ilmu dalam pembelajaran.

d. Klasifikasi Media Pembelajaran di SMK

1) Media Objek

Pengembangan media objek atau media pembelajaran di SMK bertujuan untuk mencapai hasil yang optimum dari program latihan. Media sesungguhnya atau benda model yang mirip dengan benda aslinya akan memberikan rangsangan kepada siswa dalam mempelajari tugas yang menyangkut keterampilan psikomotorik (Anderson, 1987: 183). Menurut Miarso (2004: 458) media obyek dapat digunakan sebagai alat untuk menyampaikan materi ajar dari guru ke siswa sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemampuan siswa.

Hubungan media pembelajaran dengan tujuan pengajaran dalam proses pembelajaran menurut Anderson (1987: 185-186) yaitu (1) untuk tujuan kognitif, latihan digunakan untuk mengajarkan pengenalan kembali tentang perbedaan akan rangsangan yang relevan; (2) untuk tujuan psikomotor, metode ini digunakan untuk memberikan latihan atau menguji penampilan siswa dalam menangani alat, perlengkapan, dan materi pekerjaan serta digunakan untuk mendemonstrasikan dan mengukur penampilan siswa bila berada dalam lingkungan kerja yang sebenarnya; (3) untuk tujuan afektif, siswa dapat mengembangkan sikap positif terhadap pekerjaan mereka. Sikap tersebut dapat dipupuk secara positif dengan membuat mereka mengenal bahwa keterampilan mereka berkembang bersama dengan berlangsungnya pengajaran. Oleh karena itu, kekhawatiran siswa pada saat menghadapi situasi kerja nyata dapat dikurangi.

Merangkum pendapat ahli dapat disimpulkan bahwa media objek digunakan sebagai alat untuk menyampaikan materi ajar dari guru ke siswa sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemampuan siswa serta dalam pengembangannya harus diselaraskan dengan tujuan pendidikan yang didasarkan pada aspek afektif, kognitif dan psikomotor.

2) Media Cetak (Modul)

Jenis media cetak yang digunakan dalam media pembelajaran lengan robot 3 DOF adalah modul. Istilah modul merupakan buku yang memberikan panduan kepada pembaca agar pembaca memahami dan mendapatkan informasi dari dalam buku tersebut. Modul adalah sebuah buku yang bertujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru (Depdiknas, 2008: 13). Menurut Daryanto (2013: 1) modul dapat membantu sekolah dalam mewujudkan pembelajaran yang berkualitas.

Merangkum dari pernyataan para ahli, modul adalah bentuk bahan ajar yang berfungsi sebagai bahan ajar mandiri yang memberikan panduan terhadap pembaca agar dapat memahami dan mendapatkan informasi. Modul berisi langkah kerja untuk memepermudah siswa dalam melakukan pembelajaran praktikum dalam upaya meningkatkan pemahaman dan pembentukan kemampuan dasar siswa sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar guna mewujudkan pembelajaran yang berkualitas.

Menurut Anderson (1987: 165-167) ada beberapa aturan yang harus diperhatikan dalam menyusun media cetak (modul pembelajaran) yaitu:

- a) Analisis desain dan materi pelajaran yang disesuaikan dengan sasaran, bahasa, usia dan gaya atau kebiasaan baca siswa.

- b) Penggunaan gaya huruf, penataan halaman dan desain halaman yang sesuai.
- c) Cobakanlah konsep media cetak kepada orang yang tidak mengenal pokok masalah yang dibahas, buatlah catatan perbaikan isi dan desainnya.
- d) Hindarkanlah penggunaan kata yang berlebihan, istilah lokal, dan kalimat yang ruwet.
- e) Pertimbangkanlah jenis huruf dan sasaran pembaca.
- f) Hindarkanlah pemakaian huruf besar pada kalimat yang panjang untuk memberi penekanan.
- g) Gunakanlah sketsa, foto, atau grafik untuk memperjelas dan menghemat waktu baca.
- h) Gunakanlah bahan asli untuk penggandaan.
- i) Apabila menggunakan flipchart, easel, sheet, atau wall charts, batasi jumlah informasi yang ditampilkan.
- j) Jangan terlalu banyak memberi tekanan dengan menggunakan berbagai gaya huruf.

Aturan dalam penyusunan modul diatas digunakan sebagai landasan penyusunan modul lengan robot 3 DOF guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas belajar dalam kelas. Modul harus disusun sedetail mungkin agar dapat menyampaikan tujuan penggunaan media pembelajaran sehingga tidak menimbulkan keraguan dalam penggunaan media pembelajaran.

e. Evaluasi Media Pembelajaran di SMK

Evaluasi dalam pengembangan media pembelajaran dilakukan setelah media selesai dibuat guna menentukan sampai sejauh mana pencapaian tujuan-

tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Proses penilaian (evaluasi) perlu dilakukan sebelum media pembelajaran dipakai secara luas.

Menurut Arsyad (2011: 174) tujuan evaluasi media pembelajaran adalah (1) menentukan keefektifan media pembelajaran; (2) menentukan apakah media pembelajaran dapat diperbaiki atau ditingkatkan; (3) memilih media pembelajaran yang sesuai untuk dipergunakan dalam proses belajar mengajar di kelas; (3) menentukan ketersesuaian isi pelajaran dengan media pembelajaran; (4) mengetahui apakah media pembelajaran itu benar-benar memberi sumbangan terhadap hasil belajar seperti yang dinyatakan; (5) mengetahui sikap peserta didik terhadap media pembelajaran.

Evaluasi media pembelajaran menurut Sadiman (2011: 182) di bagi menjadi dua macam yaitu evaluasi formatif dan evaluasi sumatif. Evaluasi formatif merupakan sebuah teknik evaluasi untuk mengetahui tingkat efektivitas dan efisiensi media dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Ada beberapa tahapan dalam evaluasi formatif yaitu evaluasi satu lawan satu (*one to one*), evaluasi kelompok kecil (*small group evaluation*), dan evaluasi lapangan (*field evaluation*).

1) Evaluasi satu lawan satu (*one to one*)

Evaluasi satu lawan satu di laksanakan dengan memilih dua siswa atau lebih yang dapat mewakili populasi target dari media yang dibuat. Pemilihan dua orang siswa dilakukan dengan mengambil satu siswa yang memiliki tingkat kemampuan sedikit dibawah rata-rata dan satu siswa yang memiliki tingkat kemampuan diatas rata-rata.

2) Evaluasi kelompok kecil (*small group evaluation*)

Evaluasi kelompok kecil dilaksanakan dengan memilih 10 sampai 20 siswa yang mewakili populasi. Siswa yang dipilih hendaknya mewakili karakteristik populasi yaitu dari tingkat kepandaian, jenis kelamin, usia dan latar belakang.

3) Evaluasi lapangan (*Field evaluation*)

Evaluasi lapangan merupakan tahap akhir dari evaluasi formatif yang dilaksanakan dengan mengujicobakan media pembelajaran kepada 30 siswa dengan berbagai karakteristik (tingkat kepandaian, kelas, latar belakang, jenis kelamin, usia, kemampuan belajar, dan sebagainya).

Evaluasi media pembelajaran juga dapat diartikan sebagai kegiatan untuk menilai efektivitas serta efisiensi sebuah bahan ajar atau media pembelajaran. Penelitian ini menggunakan evaluasi satu lawan satu dan evaluasi lapangan. Evaluasi satu lawan satu di evaluasikan kepada ahli media dan ahli materi yang terdiri dari dosen dan guru, sedangkan evaluasi kelompok diujikan kepada siswa.

Dalam mengevaluasi suatu media pembelajaran harus memperhatikan beberapa kriteria. Menurut Walker dan Hess (1984: 206) dalam Arsyad (2011: 175-176) kriteria mengevaluasi media pembelajaran yang berdasarkan kualitas sebagai berikut:

- (a). Kualitas isi dan tujuan terdiri dari ketepatan, kepentingan, kelengkapan, keseimbangan, minat, perhatian, keadilan, dan kesesuaian dengan situasi siswa.
- (b). Kualitas instruksional yaitu memberikan kesempatan belajar, memberikan bantuan untuk belajar, kualitas memotivasi, fleksibilitas instruksionalnya,

hubungan dengan program pembelajaran lainnya, kualitas tes dan penilainya, dan dapat memberikan dampak bagi guru dan pengajarannya.

- (c). Kualitas teknis terdiri dari keterbacaan, mudah digunakan, kualitas tampilan/tayangan, kualitas pengelolaan dan programnya, dan kualitas pendokumentasiannya.

Sleeman dan Cobun (Rumempuk, 1988: 19-21) mengemukakan beberapa kriteria umum dalam mengevaluasi media pembelajaran yaitu sebagai berikut:

- (a). Tujuan instruksional artinya media pembelajaran dapat menunjang tujuan yang telah ditetapkan.
- (b). Kualitas visual artinya media pembelajaran jelas, tepat, dan disertai penjelasan.
- (c). Program yang terstruktur artinya media pembelajaran diharapkan sejalan dengan program yang telah disusun.
- (d). Kesesuaian dengan kehendak siswa artinya media pembelajaran relevan dengan apa yang diterima dan dikehendaki siswa.
- (e). Ketepatan waktu artinya media pembelajaran sesuai dengan waktu yang disediakan dalam kegiatan belajar.
- (f). Karakter siswa artinya media pembelajaran sesuai dengan karakter siswa sehingga dapat mencapai hasil belajar yang optimal.
- (g). Nilai praktis artinya media pembelajaran mudah dioperasikan tanpa membutuhkan keterampilan khusus.

Menurut panduan pengembangan bahan ajar (Depdiknas, 2008: 28), komponen evaluasi mencakup:

- (a). Komponen kelayakan isi antara lain kesesuaian dengan SK KD, kesesuaian dengan perkembangan anak, kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar, kebenaran substansi materi pembelajaran, manfaat untuk penambahan wawasan, kesesuaian dengan nilai moral, dan nilai-nilai sosial.
- (b). Komponen Kebahasaan antara lain keterbacaan, kejelasan informasi, kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar, pemanfaatan bahasa secara efektif dan efisien (jelas dan singkat).
- (c). Komponen Penyajian antara lain kejelasan tujuan (indikator) yang ingin dicapai, keruntutan sajian, pemberian motivasi, daya tarik, interaksi (pemberian stimulus dan respond), kelengkapan informasi.
- (d). Komponen Kegrafikan antara lain penggunaan font; jenis dan ukuran, lay out atau tata letak, ilustrasi, gambar, foto, dan desain tampilan.

Pertimbangan penggunaan unsur-unsur visual dalam merancang media pembelajaran meliputi pengaturan tampilan, keseimbangan, warna, keterbacaan, dan menarik (Smaldino, dkk 2011: 78).

Merangkum pendapat ahli, maka kriteria yang digunakan dalam evaluasi media pembelajaran yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (a). Kualitas materi terdiri dari ketersesuaian dengan silabus, ketersesuaian materi, keruntutan materi, kejelasan materi, kelengkapan media cetak, dan ketersesuaian dengan situasi siswa.
- (b). Kualitas teknis terdiri dari tata letak komponen, warna, ukuran dan bentuk tulisan, keterbacaan dan kemudahan pengoperasian, dan keamanan.

(c). Kualitas instruksional terdiri dari merangsang kegiatan belajar siswa dan mempermudah proses pembelajaran

3. Pengembangan Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF (*Degree of Freedom*)

a. Mata Pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol

Mata pelajaran perencanaan sistem kontrol merupakan variabel yang menentukan dalam penelitian dan pengembangan ini. Dalam mata pelajaran perencanaan sistem kontrol siswa akan diberi pengetahuan tentang macam, karakteristik, cara kerja dan contoh pengaplikasian dari beberapa mikrokontroler serta bagaimana cara pemrograman mikrokontroler. Berdasarkan silabus mata pelajaran perencanaan sistem kontrol yang di buat Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dalam pelaksanaannya terdapat beberapa kompetensi dasar, yaitu:

Tabel 1. Silabus mata pelajaran perencanaan sistem kontrol

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pembelajaran
<p>3.4. Memahami arsitektur mikroprosesor dan prinsip kerja, fungsi setiap blok mikroprosesor.</p> <p>4.4. Menidentifikasi jenis/kategori program/software yang sesuai dari beberapa jenis mikrokontroler yang sering digunakan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Memahami arsitektur mikroprosesor dan prinsip kerja, fungsi setiap blok mikroprosesor. • Menentukan jenis/kategori program/software yang sesuai dari beberapa jenis mikrokontroler. • Melakukan percobaan dan eksperimen pemrograman pada 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengenalan (membandingkan mikroprosesor vs. mikrokontroler) • Arsitektur Mikrokontroler (89C51/52; dan/atau 68HC11; 68HC12; atau ATMEGA 8535; dll). • Fungsi masing-masing blok Mikrokontroler (memori, clock CPU, register, timer, counter, I/O, dll.) • Instruksi , Flow chart Pemrograman pada Mikrokontroler (dengan

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pembelajaran
	mikrokontroler untuk kontrol sederhana. <ul style="list-style-type: none"> • Menerapkan pemrograman pada mikrokontroler peralatan control yang sesuai kebutuhan industri. 	bahasa mesin, C/C++, atau Visual Basic, AVR studio, dan/ down loader ATMEGA dll). <ul style="list-style-type: none"> • Simulasi dan Pemrograman untuk masing-masing blok dan berbagai instruksi Mikrokontroler (operasi aritmathik, logika, baca/tulis, panggil, loncat, interupsi, Input/output, tunda/delay, timer, counter,PWM, komparator, dan komunikasi serial) dengan menggunakan software pendukung simulatordan bahasa pemrograman (C/C++/ Visual Basic, AVR studio, Code Vision AVR Evaluation, dan/down loader ATMEGA)

(Sumber: Silabus mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol kurikulum 2013)

Perancangan pengembangan media pembelajaran lengan robot 3 DOF disesuaikan dengan tujuan, rencana pembelajaran dan materi yang digunakan di sekolah. Materi pembelajaran yang akan disajikan menggunakan media pembelajaran lengan robot 3 DOF dibatasi pada materi pokok bahasan pemrograman mikrokontroler menggunakan CV AVR dan Atmega 16.

b. Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri

Salah satu pilihan kompetensi keahlian di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) adalah Teknik Elektronika Industri. Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri mendidik siswa agar mempunyai kemampuan/keterampilan pada bidang

sistem kontrol dan *maintenance* peralatan industri berbasis kontrol elektronik dan mikroprosesor. Kompetensi tersebut meliputi pengetahuan dan keterampilan elektronika umum, mikrokontroller, mikroprocessor, pneumatic, PLC, dan programming berbasis komputer yang erat kaitannya dengan proses produksi di Industri.

Penelitian pengembangan media pembelajaran ini mengacu pada Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) bidang keahlian Teknik Elektronika Industri. SKKNI digunakan sebagai acuan program produktif sehingga harus ada relasi dengan kurikulum agar dapat menghasilkan peserta didik yang memiliki keterampilan yang kompeten sesuai kompetensi keahliannya. Berikut tabel SKKNI Teknik Elektronika Industri.

Tabel 2. Tabel SKKNI Teknik Elektronika Industri

Level Kualifikasi	Kode Kompetensi	Unit Kompetensi	Level Sertifikat	Jenjang Pendidikan
C	OE.KKK.001.A.	Melaksanakan keselamatan dan kesehatan kerja.	Pelaksana Muda Elektronika Industri	SMK Tingkat I
	ELKA-MR.UM.001.A	Menguasai Teori Dasar Elektronika		
	ELKA-MR.UM.004.A	Menguasai Dasar Elektronika Digital dan Komputer		
	OE.UKUR.003.A.	Mengukur besaran listrik menggunakan alat ukur analog dan digital.		
	OE.PBE.005.A	Mengerjakan dasar-dasar pekerjaan bengkel elektronika.		
	ELKA-MR.UM.003.A	Menguasai Elektronika Dasar Terapan		SMK Tingkat II

Level Kualifikasi	Kode Kompetensi	Unit Kompetensi	Level Sertifikat	Jenjang Pendidikan
	OE.KOM.002.A	Merakit dan Mengoperasikan Komputer Menggunakan Sistem Operasi DOS dan Windows.	Pelaksana Madya Elektronika Industri	
	OE.GAMB.004.A	Menggambar Teknik Elektronika Menggunakan Komputer.		
	ELIND 1	Memprogram Peralatan Sistem Otomasi Elektronik yang Berkaitan dengan I/O berbantuan : Mikroprosesor dan Mikrokontroler		
	ELIND 2	Memprogram Peralatan Sistem Otomasi Elektronik yang Berkaitan dengan I/O berbantuan : PLC, Komputer, dan Pneumatic	Pelaksana Utama Elektronika Industri	
	OE.PEM.018.A	Merencanakan Pemeliharaan Peralatan Elektronik Sistem Otomasi Elektronika.		
	OE.RKT.012.A	Merakit Peralatan dan Perangkat Elektronik Sistem Otomasi Elektronika		

c. Lengan Robot 3 DOF (*Degree of Freedom*)

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 didapatkan hasil berupa analisis kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan media sesuai dengan hubungan antara silabus dan SKKNI. Berikut adalah Tabel hasil analisis kebutuhan media pembelajaran.

Tabel 3. Analisis kebutuhan media pembelajaran

No.	Kompetensi Dasar (Silabus)	Standar Kompetensi (SKKNI)	Keterangan Rencana Pengembangan
1.	<p>Kompetensi Dasar</p> <p>3.4.Memahami arsitektur mikroprosesor dan prinsip kerja, fungsi setiap blok mikroprosesor.</p>		Merancang Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF pada mata pelajaran Perakayasaan Sistem Kontrol kelas XI kompetensi keahlian teknik elektronika industri di SMK Negeri 2 Wonosari
2.	4.4.Menidentifikasi jenis/kategori program/software yang sesuai dari beberapa jenis mikrokontroler yang sering digunakan	Memprogram Peralatan Sistem Otomasi Elektronik yang Berkaitan	Mendesain media pembelajaran dalam bentuk rangkaian elektronika
3.	<p>Indikator</p> <ul style="list-style-type: none"> Melakukan percobaan dan eksperimen pemrograman pada mikrokontroler untuk kontrol sederhana. 	dengan I/O berbantuan : Mikroprocessor dan Mikrokontroller	Mendesain modul penggunaan media pembelajaran Lengan Robot 3 DOF
4.	<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan pemrograman pada mikrokontroler peralatan control yang sesuai kebutuhan industri. 		Merancang sistem kerja pemrograman untuk masing-masing blok dan berbagai instruksi Mikrokontroler (operasi aritmathik, logika, baca/tulis, panggil, loncat, Input/output, tunda/delay, timer, counter,dan PWM).

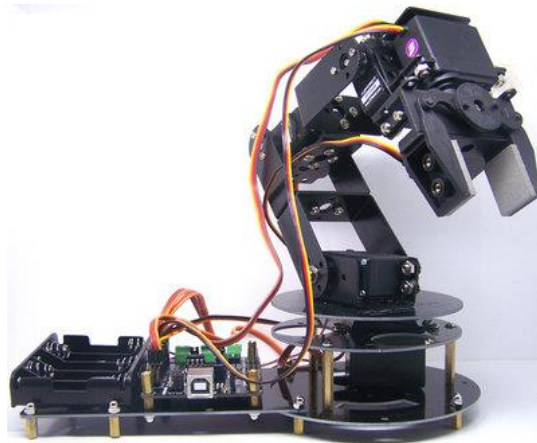
Dari hasil analisis kebutuhan media pembelajaran pada tabel 3, maka dapat disimpulkan bahwa pengembangan media pembelajaran pada mata pelajaran perakayasaan sistem kontrol sangat penting untuk kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari. Media Pembelajaran yang

akan dikembangkan yaitu Lengan Robot 3 DOF (*Degree of Freedom*). Pengembangan media pembelajaran meliputi dua aspek yaitu media obyek (*hardware*) dan modul.

1) Lengan Robot

Perkembangan teknologi robot sangatlah pesat di berbagai sektor. Kata robot berasal dari bahasa Ceko *robot*, yang berarti bekerja. *USA Robotic Industries Association* (RIA) mendefinisikan robot sebagai sebuah manipulator multi fungsi terprogram yang didesain untuk memindahkan material, peralatan dan peralatan khusus melalui suatu variabel gerakan terprogram untuk melaksanakan suatu tugas bervariasi (Suprpto dan Suyitno, 2009: 4).

Lengan robot sering disebut juga robot manipulator. Robot manipulator merupakan gabungan dari beberapa segmen dan *joint* yang secara umum dibagi menjadi 3 bagian yaitu *arm*, *wrist*, dan *gripper* (Budiharto, 2014: 17).



Gambar 1. Lengan Robot

(Sumber : <https://www.intorobotics.com/>)

Robotic arm manipulator adalah sebuah mekanisme pergerakan yang tersusun dari beberapa bagian secara seri yang terhubung dengan sebuah poros

yang bergerak melingkar maupun bergeser yang memiliki derajat kebebasan DOF (*Degree of Freedom*).

Degree of Freedom atau derajat kebebasan dalam konteks mekanika, didefinisikan sebagai mode di mana perangkat mekanik atau sistem bisa bergerak dengan jumlah derajat kebebasan sama dengan jumlah total perpindahan aspek gerak (Rouse, 2009: 1). Lengan robot yang memiliki 3 derajat kebebasan (3 DOF) maka dia dapat bergerak keatas-bawah, ke kiri-kanan, dan ke depan-belakang (Budiharto, 2014: 18).

Merangkum dari pendapat ahli, lengan robot adalah robot manipulator yang tersusun dari beberapa segmen dan joint (*arm, wrist, dan gripper*) yang terhubung dengan sebuah poros yang bergerak melingkar maupun bergeser dan memiliki derajat kebebasan DOF (*Degree of Freedom*).

2) Perangkat keras lengan robot 3 DOF

(a) Mikrokontroler AT Mega 16

Mikrokontroler merupakan komponen elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik guna menekan efektifitas dan efisiensi biaya (Sumardi, 2013: 1). Mikrokontroler merupakan suatu *chip* yang dapat diprogram untuk melakukan fungsi kendali pada suatu alat. *Chip* ini memiliki memori di dalam tubuh yang digunakan untuk menyimpan program yang diidikan melalui PC menggunakan *port* serial/paralel (Budiharto, 2014: 13). Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (*chip*). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan *Read-Only Memory* (ROM), *Read-Write Memory* (RAM), beberapa port masukan maupun keluaran, dan beberapa

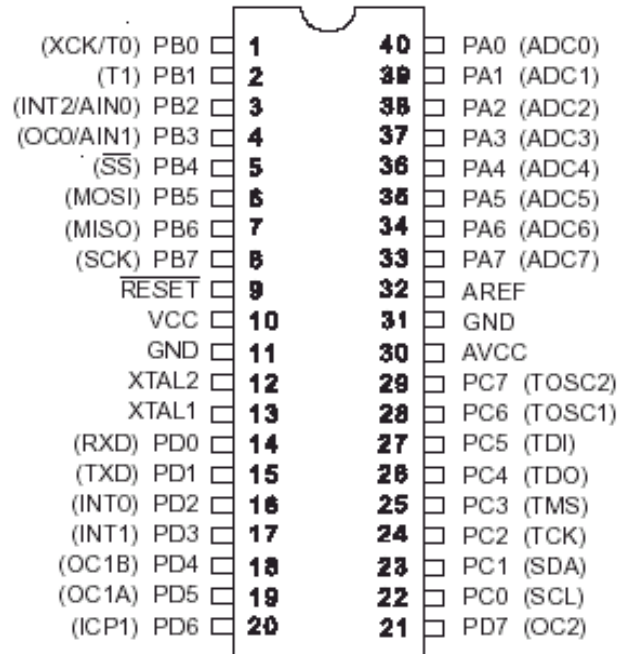
peripheral seperti pencacah/pewaktu, *Analog to Digital converter* (ADC), *Digital to Analog Converter* (DAC) dan serial komunikasi (Andrianto,2008: 69).

Merangkum dari pendapat para ahli, mikrokontroler adalah *chip* yang dapat diprogram untuk proses kontrol operasi yang kompleks yang berisikan *Read-Only Memory* (ROM), *Read-Write Memory* (RAM), beberapa port masukan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, *Analog to Digital converter* (ADC), *Digital to Analog Converter* (DAC) dan serial komunikasi.

Arsitektur Atmega 16 menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, sehingga pengaksesan program data dapat dilakukan bersamaan. Mikrokontroler Atmega 16 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a) Mikrokontroler AVR 8 bit dengan kemampuan tinggi dan daya yang rendah.
- b) Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 Mhz.
- c) Memiliki kapasitas *flash* memori 1 Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1 Kbyte.
- d) Saluran I/O 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C* dan *Port D*.
- e) CPU yang terdiri dari 32 buah *register*.
- f) Unit interupsi internal dan eksternal.
- g) *Port* USART sebagai komunikasi serial.
- h) Fitur *Peripheral* (Tiga buah *timer/counter* dengan kemampuan perbandingan, *Real time counter* dengan osilator tersendiri, empat kanal PWM dengan antarmuka analog, 8 kanal 10 bit ADC, *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*, *Programmable Serial USART*, antarmuka SPI, *Watchdog timer* dengan osilator internal, dan *On-chip analog comparator*.

Konfigurasi pin mikrokontroler Atmega 16 dengan kemasan 40 pin PDIP (*Plastic Dual In-line Package*) dapat dilihat di gambar 3.



Gambar 2. Konfigurasi Pin Atmega 16

(Sumber: Andrianto,2008:69)

(b) Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor yang mampu bekerja dua arah dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) pada bagian pin kontrolnya (Sigit, 2007: 63).

Motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanen dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut

menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan.

Motor servo dibedakan menjadi 2, yaitu *continuous* servo motor dan standar servo motor. Pada *continuous* servo motor, motor servo dapat berputar penuh 360° sehingga memungkinkan untuk bergerak rotasi sedangkan pada servo motor tipe standar hanya mampu berputar 180 derajat (Budiharto, 2014: 82). Motor servo standar sering dipakai pada sistim robotika misalnya untuk membuat *Robot Arm* (Lengan Robot) sedangkan motor servo *continous* sering dipakai untuk mobil robot.

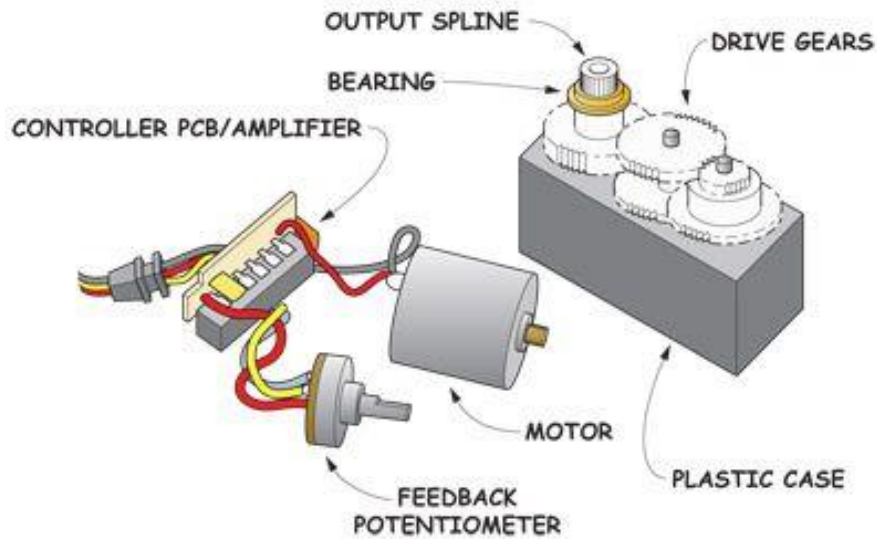


Gambar 3. Servo Hitec HS-422

(Sumber : <http://hitecrd.com/>)

Motor servo menggunakan sistem umpan balik tertutup (*close loop*) dengan posisi dari motor akan di kembalikan ke rangkaian kontrol yang ada didalam motor servo. Motor servo terdiri dari motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensio terhubung dengan *gear* dan motor DC. Ketika motor DC diberi sinyal oleh rangkaian pengontrol maka motor tersebut akan bergerak dan menggerakkan potensiometer dan otomatis akan mengubah nilai

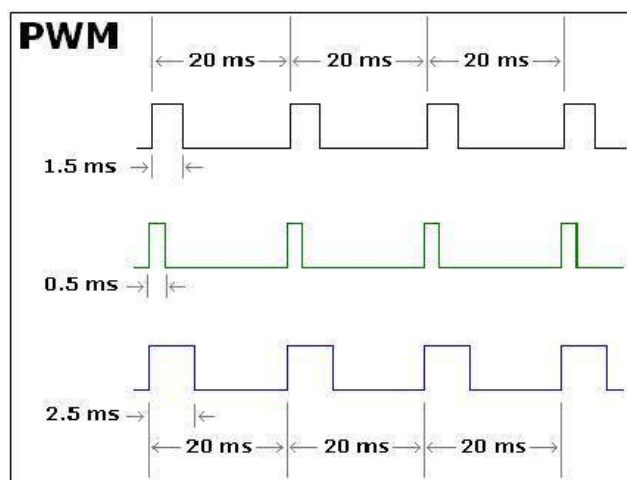
resistansinya. Rangkaian pengontrol akan mengamati perubahan nilai resistansi potensio, ketika nilai resistansi berada apada nilai yang diinginkan maka motor akan berhenti pada posisi yang diinginkan.



Gambar 4. Motor Servo

(Sumber: www.modelflying.co.uk)

Teknik pengendalian motor servo menggunakan PWM dengan memanfaatkan lebar pulsa. Gambar 5 merupakan pengkondisian sinyal pada motor servo.



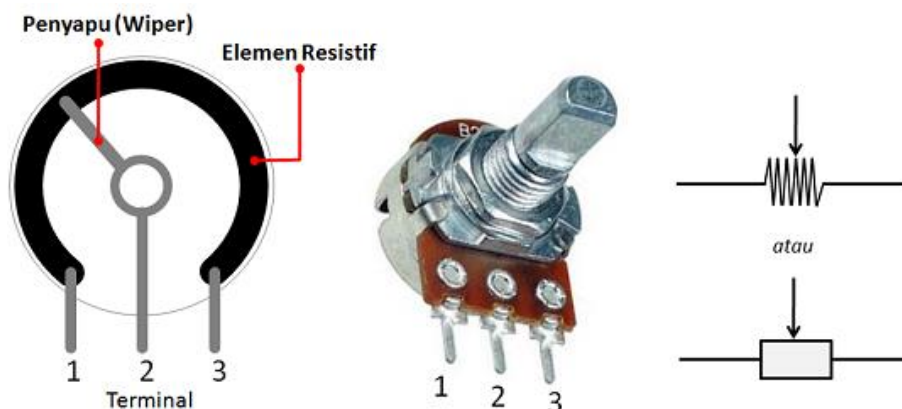
Gambar 5. Sinyal kendali motor servo

Prinsip utama dalam pengendalian servo adalah pemberian nilai PWM pada kontrolnya, perubahan *duty cycle* akan menentukan perubahan posisi dari motor servo (Budiharto, 2014: 81-82).

(c) Potensiometer

Potensiometer adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai pengatur arus listrik yang dapat diubah variabelnya dengan cara memutar knob (Daryanto, 2011: 13).

Resistor variabel (Potensiometer) adalah resistor yang nilai resistansinya dapat diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan suatu rangkaian elektronik (Suyadhi, 2010: 21). Potensiometer merupakan resistor yang dapat diubah nilai variabel resistansinya.



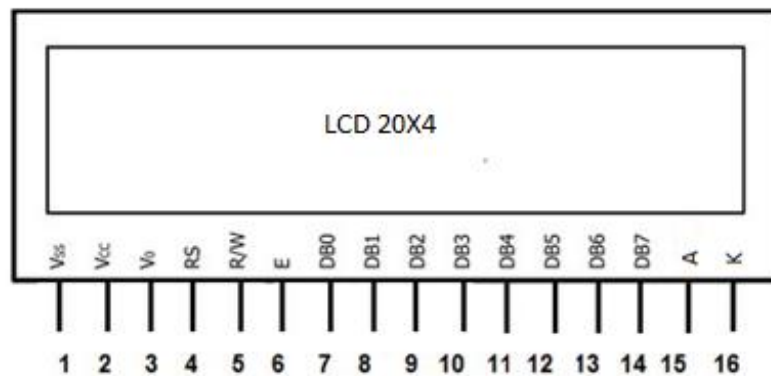
Gambar 6. Struktur Internal, bentuk dan simbol potensio

(Sumber: <http://teknikelektronika.com>)

(d) LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai media penampil suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Modul LCD terdiri pin data, kontrol, catu daya, dan pengatur kontras tampilan (Andrianto, 2008: 69). LCD dipergunakan untuk menampilkan pesan atau informasi kepada

penggunaan untuk menampilkan menu *input* untuk perubahan *setting* (Adi,2010: 155). Konfigurasi pin LCD yang dipakai dalam menampilkan suatu data dari mikrokontroler berukuran 20x4 karakter. Konfigurasi pin LCD 20x4 karakter sama dengan konfigurasi pin LCD 16x2 karakter seperti gambar 7 berikut:



Gambar 7. Konfigurasi Pin LCD 20x4 karakter

Fungsi pin – pin pada LCD 20X4 ditunjukkan tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Fungsi Konfigurasi Pin LCD 20x4

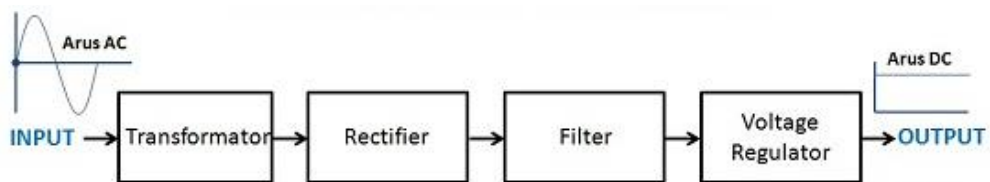
Pin No	Name	Function	Description
1	Vss	Power	GND
2	Vdd	Power	+ 5 V
3	Vo	Contras Adj.	(-2) 0 -5 V
4	RS	Command	Register Select
5	R/W	Command	Read / Write
6	E	Command	Enable (Strobe)
7	D0	I/O	Data
8	D1	I/O	Data
9	D2	I/O	Data
10	D3	I/O	Data
11	D4	I/O	Data
12	D5	I/O	Data

Pin No	Name	Function	Description
13	D6	<i>I/O</i>	Data
14	D7	<i>I/O</i>	Data
15	A		+5 V
16	K		GND

(e) Catu Daya

Catu daya merupakan sumber tenaga yang dibutuhkan tenaga yang dibutuhkan oleh robot yang dapat berupa energi listrik, energi tekanan cair/hidrolik, atau energi tekanan udara/pneumatis (Suyadhi, 2010: 8). Catu daya melalui tiga tahapan yaitu; (1) proses penyearahan arus, (2) proses penyaringan tegangan, (3) proses penstabilan tegangan (Suyadhi, 2010: 95).

Adaptor adalah perangkat elektronika yang berfungsi menurunkan dan mengubah tegangan AC (Alternating Current) menjadi DC (Direct Current) yang dapat digunakan sebagai sumber tenaga peralatan elektronika. Sebuah catu daya adaptor yang baik memiliki bagian-bagian seperti pada blok diagram Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Blok Diagram Catu Daya

(Sumber: <http://teknikelektronika.com>)

Keterangan :

a. Transformator *step down* (Penurun Tegangan)

Transformator berfungsi untuk menurunkan tegangan AC 110/220V menjadi tegangan AC yang diperlukan (5V, 9V, 12, 24V, dll).

b. *Rectifier* (Penyearah)

Rectifier berfungsi sebagai penyearah arus dari arus bolak-balik/AC menjadi arus searah/DC. Bagian ini terdiri dari silikon, germanium, selenium atau cuprox.

c. *Filter* (Penyaring)

Filter berfungsi sebagai penyaring arus DC yang masih berdenyut menjadi rata. Komponen yang digunakan yaitu gabungan dari elektrolit dengan resistor atau induktor.

d. *Voltage Regulator* (Pengatur Tegangan)

Voltage regulator berfungsi sebagai pengatur kestabilan arus yang mengalir ke rangkaian elektronika. Komponen yang digunakan merupakan gabungan dari transistor, resistor, dan kapasitor maupun sebuah paket IC seperti regulator LM 7805.

Catu daya pada lengan robot ini menggunakan sumber listrik AC 220 volt dengan output 5 volt dan arus maksimal 5A.



Gambar 9. Power Supply Switching 5V 5A

(Sumber: www.circuitspecialists.eu/)

3) Perangkat lunak lengan robot 3 DOF

CodeVisionAVR adalah sebuah *compiler* C yang telah dilengkapi dengan fasilitas *Integrated Development Environment* (IDE) dan didesain agar dapat menghasilkan kode program secara otomatis untuk mikrokontroler Atmel AVR. CodeVisionAVR dapat menghasilkan kode program secara otomatis melalui fasilitas *CodeWizardAVR Automatic Program Generator*. Dengan adanya fasilitas ini maka penulisan program dapat dilakukan dengan cepat dan lebih efisien. Seluruh kode dapat diimplementasikan dengan fungsi sebagai berikut:

- 1) Identifikasi sumber reset
- 2) Mengatur akses memori eksternal
- 3) Inisialisasi port *input/output*
- 4) Inisialisasi interupsi eksternal
- 5) Inisialisasi *timer/counter* dan *watchdog timer*
- 6) Inisialisasi USART dan interupsi *buffer* untuk komunikasi serial
- 7) Inisialisasi komparator analog dan ADC
- 8) Inisialisasi *interface* SPI dan *two wire interface* (TWI)
- 9) Inisialisasi *interface* CAN
- 10) Inisialisasi I2C Bus, sensor suhu LM75, thermometer/thermostat DS1621, dan real time clock PCF8563, PCF8583, DS1302, DS1307
- 11) Inisialisasi 1 wire bus dan sensor suhu DS1820/DS18S20
- 12) Inisialisasi modul LCD

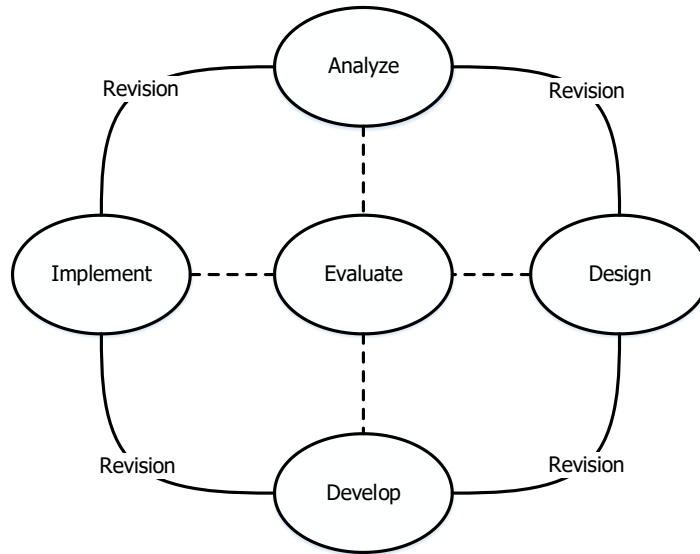
Menurut Agus Bejo (2008: 122), kelebihan yang dimiliki CodeVisionAVR dibanding dengan kompilasi-kompilasi yang lain adalah:

- 1) Menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*).

- 2) Fasilitas lengkap (mengedit program, mengkompile program, mendownload program) dengan tampilan yang mudah dimengerti.
- 3) Fasilitas CodeWizardAVR yang mampu membangkitkan kode program secara otomatis.
- 4) Fasilitas mendownload program langsung dari CodeVisionAVR menggunakan *hardware* khusus (Atmel STK500, Kanda system STK200+/300, dan *hardware* lainnya yang telah didefinisikan oleh CodeVisionAVR.
- 5) Fasilitas debugger yang dapat menggunakan software compiler lain untuk mengecek kode assemblernya.
- 6) Memiliki terminal komunikasi serial yang terintegrasi dalam CodeVisionAVR sehingga dapat mengecek program yang telah dibuat khususnya yang berkaitan dengan fasilitas komunikasi serial UART.

4. Metode Pengembangan ADDIE

Prosedur pengembangan media pembelajaran mengadopsi metode ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate*) menurut Robert Maribe Branch (2009: 3). Metode pengembangan ADDIE adalah konsep pengembangan produk pembelajaran berbasis kinerja (*performance-based learning*). Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini seperti gambar 10.



Gambar 10. Pengembangan ADDIE

(Sumber: Robert Maribe Branch (2009: 3))

Langkah-langkah pengembangan media pembelajaran menggunakan metode pengembangan ADDIE sebagai berikut:

a. *Analyze* (Menganalisa)

Pelaksanaan analisis kebutuhan, identifikasi produk, merumuskan tujuan dan mengidentifikasi masalah merupakan beberapa tahapan analisis ADDIE. Pada tahap analisis, pengembang mengidentifikasi kesenjangan performa pendidik dalam proses pembelajaran. Selain itu pengembang mempertimbangkan karakteristik, kesenjangan pengetahuan, kesenjangan keterampilan, dan perilaku dengan hasil yang diinginkan. Langkah-langkah dalam tahapan analisis yaitu:

- 1) Mengidentifikasi kesenjangan performa peserta didik dalam pembelajaran.

Menganalisis performa (kognitif, afektif, dan psikomotor) peserta didik dalam proses pembelajaran. Mengidentifikasi masalah dalam pembelajaran mata pelajaran perekayasa sistem kontrol.

- 2) Menganalisis kompetensi dasar.

Menganalisis kompetensi dasar mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol.

3) Mengidentifikasi kebutuhan peserta didik.

Mengidentifikasi kebutuhan peserta didik dan sumber belajar yang ada seperti fasilitas penunjang pembelajaran.

4) Menentukan media pembelajaran yang tepat.

Menentukan media pembelajaran yang tepat untuk mengatasi masalah yang ada.

b. *Design* (Desain)

Media pembelajaran dan metode pengujian yang tepat diperlukan langkah verifikasi. Langkah verifikasi yang harus ditempuh dalam mendesain media pembelajaran yaitu:

1) Menyusun kebutuhan yang diperlukan untuk membuat media pembelajaran.

Menyiapkan alat dan bahan yang di perlukan dalam pengembangan media pembelajaran baik dari segi *hardware* maupun *software*.

2) Menyusun desain media pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Membuat desain media pembelajaran yang sesuai dengan standar media pembelajaran yang baik.

3) Membuat kisi-kisi instrumen.

Kisi-kisi instrumen yang akan digunakan untuk mengevaluasi media pembelajaran terdiri dari:

a) Kisi-kisi instrumen Ahli Materi

(1) Aspek kualitas materi

(a) Kesesuaian dengan silabus

- (b) Kesesuaian materi
 - (c) Keruntutan materi
 - (d) Kejelasan materi
 - (e) Kelengkapan media cetak
 - (f) Kesesuaian dengan situasi siswa
- (2) Aspek kualitas instruksional
- (a) Memperjelas penyampaian pesan
 - (b) Membantu proses pembelajaran
- b) Kisi-kisi Ahli Media
- (1) Aspek kualitas teknis
- (a) Tata letak komponen
 - (b) Warna
 - (c) Ukuran dan bentuk tulisan
 - (d) Keterbacaan
 - (e) Kemudahan pengoperasian
 - (f) Keamanan
- (2) Aspek kualitas instruksional
- (a) Merangsang motivasi belajar siswa
 - (b) Mempermudah proses pembelajaran
- c) Kisi-kisi instrumen responden (siswa)
- (1) Aspek kualitas teknis
- (a) Tata letak komponen
 - (b) Warna
 - (c) Ukuran dan bentuk tulisan

- (d) Keterbacaan
 - (e) Kemudahan pengoperasian
 - (f) keamanan
- (2) Aspek kualitas materi
- (a) Kejelasan materi
 - (b) Kelengkapan media cetak (Modul)
 - (c) Kesesuaian dengan situasi siswa
- (3) Aspek kualitas instruksional
- (a) Merangsang motivasi belajar siswa
 - (b) Mempermudah proses pembelajaran
- 4) Menghitung biaya yang dibutuhkan dalam pengembangan media pembelajaran.

c. *Develop* (Mengembangkan)

Pada tahap *develop* (mengembangkan) pengembang menghasilkan dan memvalidasi media pembelajaran yang dibuat. Tahap ini merupakan tahapan produksi media pembelajaran sesuai dengan desain yang telah di tentukan di tahapan sebelumnya. Pengembang membuat dan menghasilkan media pembelajaran, membuat modul pembelajaran, melakukan pengujian alat kepada ahli media dan ahli materi serta melakukan revisi jika terdapat kekurangan atau penambahan fitur dari ahli materi dan ahli media. Pengujian *hardware* dilakukan dengan pengecekan hasil kerja dari komponen yang ada dalam media pembelajaran. Uji *functionability* di ujikan pada tahap *develop* guna mengetahui fungsi dari media pembelajaran berjalan dengan baik atau tidak.

d. *Implement* (Implementasi)

Pengembang menyiapkan dan mengujicobakan media pembelajaran kepada peserta didik. Dalam tahap ini dilakukan pengukuran tingkat kelayakan media pembelajaran dengan aspek penilaian meliputi aspek edukatif (materi), teknis dan instruksional. Uji kelayakan melibatkan siswa dalam penilaian kelayakan media pembelajaran.

e. *Evaluate* (Evaluasi)

Tahap evaluasi adalah tahapan terakhir dari pengembangan ADDIE yaitu untuk mengukur kualitas dari media pembelajaran serta ketercapaian pengembangan media pembelajaran dilihat dari tujuan awal pembuatan media pembelajaran. Tahap evaluasi dijadikan sebagai sarana analisis produk tentang ketersesuaian dengan kebutuhan pembelajaran serta memperbaiki kekurangan produk. Hasil akhir produk penelitian dan pengembangan dapat implementasikan oleh guru di kelas jika telah dinyatakan layak.

Tabel 5. Langkah-langkah pengembangan media pembelajaran

Konsep	Prosedur
1. <i>Analyze</i> : Mengidentifikasi Kesenjangan Performa Pendidik Dan Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol	a. Mengidentifikasi kesenjangan performa pendidik dalam proses pembelajaran b. Menganalisis kompetensi dasar mata pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol dan SKKNI Teknik Elektronika Industri c. Menganalisis performa (kognitif, afektif, psikomotorik) peserta didik dalam proses pembelajaran

Konsep	Prosedur
	<ul style="list-style-type: none"> d. Mengidentifikasi kebutuhan peserta didik dan sumber belajar yang ada seperti fasilitas penunjang pembelajaran e. Menentukan media pembelajaran yang tepat untuk mengatasi masalah yang ada f. Menyusun rencana penelitian dan media pembelajaran yang tepat.
<p>2. <i>Design</i> :</p> <p>Verifikasi produk dan metode pengujian yang tepat</p>	<ul style="list-style-type: none"> a. Menyusun kebutuhan yang diperlukan untuk membuat media pembelajaran. b. Menyusun desain media pembelajaran yang tepat sesuai dengan tujuan pembelajaran c. Membuat kisi-kisi instrumen penelitian d. Menghitung biaya yang dibutuhkan di dalam pengembangan media pembelajaran.
<p>3. <i>Develop</i>:</p> <p>Menghasilkan dan memvalidasi media pembelajaran</p>	<ul style="list-style-type: none"> a. Membuat dan menghasilkan media pembelajaran. b. Membuat modul media pembelajaran untuk peserta didik c. Melakukan revisi formatif d. Melakukan pengujian alat (<i>functionability test</i>)

Konsep	Prosedur
<p>4. <i>Implement:</i> Menyiapkan dan mengimplementasikan media pembelajaran kepada pendidik dan peserta didik.</p>	<p>a. Menyiapkan performa pendidik dalam proses pembelajaran b. Menyiapkan peserta didik.</p>
<p>5. <i>Evaluate:</i> Melakukan perbaikan terakhir sesuai saran data yang didapat.</p>	<p>a. Melakukan evaluasi. b. Melakukan analisis produk tentang ketersesuaian dengan kebutuhan pembelajaran. c. Memperbaiki kekurangan produk.</p>

Sumber: Melalui Robert Maribe Branch(2009:3).

B. Hasil Penelitian Yang Relevan

Adapun beberapa hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian oleh Tri Hartono dengan judul "Pengembangan robot lengan lentur sebagai media pembelajaran pada kompetensi dasar pemahaman prinsip dasar sistem kontrol di SMKN 2 Pengasih". Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan (*research and development*). Model pengembangan produk mengadaptasi model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Lee & Owens (2004). Hasil penelitian ini adalah: (1) berupa produk robot lengan lentur yang tepat digunakan dalam mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol; (2) Kelayakan robot lengan lentur dinilai berdasarkan penilaian oleh ahli media diperoleh skor **66,50** dari **80,00** atau termasuk dalam kategori "**sangat layak**", dan penilaian ahli materi

diperoleh skor **71,50** dari **76,00** atau termasuk dalam kategori "**sangat layak**"; (3) sedangkan dari respon penilaian 6 siswa diketahui bahwa **83%** siswa pada uji coba kelompok kecil menyatakan produk dalam kategori "**layak**", dan penilaian 32 siswa **66%** siswa pada uji coba lapangan menyatakan produk termasuk dalam kategori "**layak**".

2. Penelitian oleh Ahmad Habibullah dengan judul " Pengembangan media pembelajaran lengan robot pemindah barang untuk mata pelajaran teknik perancangan sistem kontrol program keahlian teknik elektronika industri di SMKN 2 Pengasih". Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengembangkan media trainer lengan robot sebagai media pembelajaran dan (2) Mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran trainer lengan robot sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol di Jurusan Elektronika Industri SMKN 2 Pengasih, Kulon Progo. Hasil penelitian ini adalah: (1) berupa produk trainer lengan robot pemindah barang yang tepat digunakan dalam mata pelajaran perencanaan sistem kontrol; (2) Kelayakan media trainer lengan robot pemindah barang berdasarkan penilaian ahli media, ahli materi, peer viewer, uji coba kelompok kecil, dan uji coba lapangan. Penilaian oleh ahli media yang ditinjau dari tiga aspek (aspek *correctness*, aspek *reliability*, dan Aspek *usability*) memperoleh skor total rerata sebesar **87** dengan kategori "Sangat Baik". Penilaian oleh ahli materi yang ditinjau dari dua aspek (aspek kualitas materi dan Aspek kemanfaatan) memperoleh skor total rerata sebesar **70,5** dengan kategori "Baik". Penilaian oleh peer viewer yang ditinjau dari tiga aspek (aspek *correctness*, aspek *reliability*, dan Aspek *usability*) memperoleh skor total rerata sebesar **84,8**

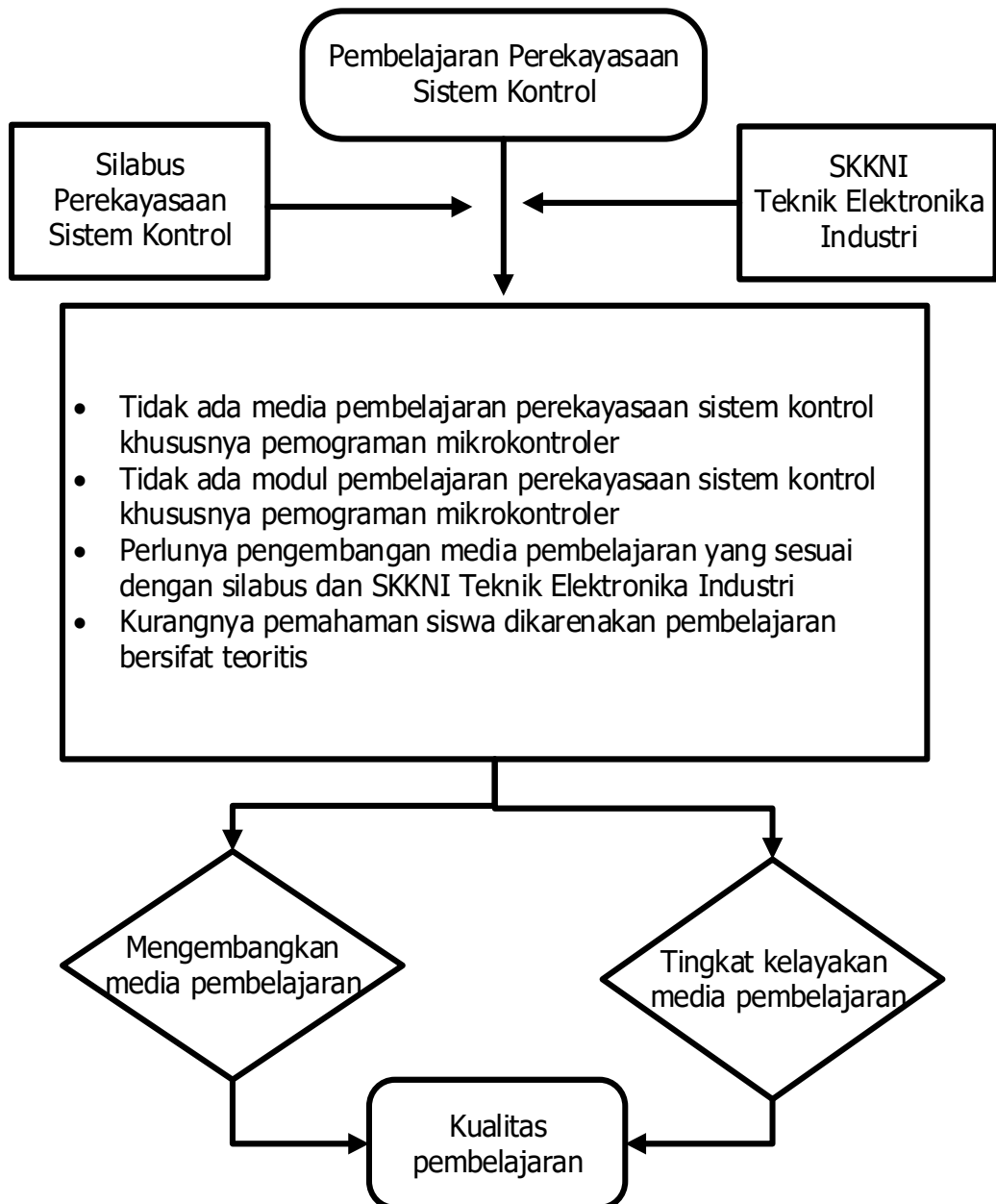
dengan kategori "Sangat Baik". Skor total jumlah rerata pada uji coba kelompok kecil adalah **76,7** dengan kategori "**Baik**" dan skor total jumlah rerata uji coba lapangan (kelompok besar) adalah **83,0** dengan kategori "**Sangat Baik**". Dari hasil uji coba tersebut maka media yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran.

C. Kerangka Pikir

Perekayasaan sistem kontrol merupakan mata pelajaran yang belum lama diselenggarakan oleh jurusan teknik elektronika industri di SMKN 2 Wonosari. Hal ini menyebabkan kurangnya media pembelajaran yang dapat menunjang proses pembelajaran. Keterbatasan media pembelajaran dan modul pembelajaran pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol mengakibatkan tujuan pembelajaran terhambat. Pengembangan media pembelajaran di sekolah menengah kejuruan/ sederajat merupakan kriteria minimum sarana dan prasarana pendidikan yang dianjurkan sesuai dengan instruksi Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No.40 Tahun 2008. Implementasi media pembelajaran di SMK dalam kenyataannya terdapat beberapa kendala diantaranya: (1) Mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol merupakan mata pelajaran baru; (2) Tidak ada media pembelajaran pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol; (3) Tidak ada modul pembelajaran sebagai penunjang pembelajaran perekayasaan sistem kontrol; (4) Belum ada pengembangan media pembelajaran yang sesuai antara silabus perekayasaan sistem kontrol dan SKKNI kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri; dan (5) pembelajaran masih bersifat teoritis.

Masalah tersebut menjadi landasan dalam pengembangan media pembelajaran lengan robot 3 DOF (*Degree of Freedom*) guna meningkatkan

kualitas pembelajaran pada mata pelajaran perancangan sistem kontrol. Uji kelayakan dilakukan agar media pembelajaran sesuai dengan tujuan pemecahan masalah. Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat menunjang keberhasilan belajar siswa pada mata pelajaran perancangan sistem kontrol. Adapun kerangka pikir dapat dilihat dalam bagan pada gambar 11.



Gambar 11. Kerangka Pikir

D. Pertanyaan Penelitian

Adapun pertanyaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana realisasi pengembangan media pembelajaran lengan robot 3 DOF (*Degree Of Freedom*) pada mata pelajaran perancangan sistem kontrol kelas XI pada program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK N 2 Wonosari?
2. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran lengan robot 3 DOF (*Degree Of Freedom*) sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran perancangan sistem kontrol pada program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK N 2 Wonosari dari aspek ahli materi?
3. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran lengan robot 3 DOF (*Degree Of Freedom*) sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran perancangan sistem kontrol pada program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK N 2 Wonosari dari aspek ahli media?
4. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran lengan robot 3 DOF (*Degree Of Freedom*) sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran perancangan sistem kontrol pada program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK N 2 Wonosari dari aspek pengguna?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan atau *Research and Development*. Menurut Borg and Gall (1988) yang dikutip oleh Sugiono (2011: 4) menyatakan bahwa: "Penelitian pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan produk-produk yang digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran serta memvalidasi kelayakan produk pembelajaran".

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan media pembelajaran mengadopsi metode ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate*) menurut Robert Maribe Branch (2009:3). Metode pengembangan ADDIE adalah konsep pengembangan produk pembelajaran berbasis kinerja (*performance-based learning*). Adapun langkah-langkah dalam penelitian sebagai berikut :

1. Analyze (Menganalisa)

Tahap *analyze* berupa pra perencanaan yaitu ide awal tentang produk yang akan dikembangkan serta mengidentifikasi produk yang sesuai dengan sasaran peserta didik, tujuan belajar, isi/ materi, lingkungan belajar dan strategi penyampaian dalam pembelajaran. Untuk mendapatkan data tentang kebutuhan media pembelajaran maka dilakukan observasi pada saat pembelajaran dan wawancara kepada guru pengampu mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol di SMKN 2 Wonosari.

2. Design (Desain)

Pada tahap desain pengembang memverifikasi media pembelajaran dan metode pengujian yang tepat. Langkah yang harus ditempuh dalam mendesain media pembelajaran yaitu:

- a. Menyusun kebutuhan yang diperlukan untuk membuat media pembelajaran.
- b. Menyusun desain media pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan tujuan pembelajaran.
- c. Membuat kisi-kisi instrumen.

3. Develop (Mengembangkan)

Pada tahap pengembangan mulai dibuat produk (*hardware* dan Modul) berdasarkan desain yang telah di buat pada tahap sebelumnya. Pembuatan media pembelajaran mengacu pada kompetensi dasar pemograman mikrokontroler dengan pengkhususan pada kontrol servo di SMKN 2 Wonosari yang di dalamnya mencakup perencanaan desain modul dan tampilan *hardware*. Desain modul pembelajaran berisikan materi pemograman mikrokontroler yang disesuaikan dengan pokok bahasan materi di kompetensi dasar mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol di SMKN 2 Wonosari. Uji *functionability* di ujikan pada tahap *develop* guna mengetahui fungsi dari media pembelajaran berjalan dengan baik atau tidak.

a) Hardware Lengan Robot 3 DOF

Media pembelajaran yang dibuat oleh peneliti nantinya akan berupa media lengan robot yang mengkhususkan dalam pemograman mikrokontroler dengan implementasi lengan robot 3 DOF (*Degree Of Freedom*). Untuk rangkaian nantinya akan disusun sedemikian rupa didalam box.

b) Modul Pembelajaran

Pada modul pembelajaran berisi materi serta langkah kerja yang akan digunakan oleh siswa sebagai panduan dalam melaksanakan praktikum. Modul pembelajaran terdiri dari tujuan belajar, teori singkat, alat dan bahan yang akan digunakan, keselamatan dan kesehatan kerja, langkah kerja, serta beberapa bahan diskusi.

Uji kelayakan dilakukan oleh ahli materi dan media. Uji kelayakan ini dilakukan untuk mendapatkan penilaian, tanggapan, saran dan masukan dari produk yang telah dibuat.

4. *Implement* (Implementasi)

Tahap *implement* merupakan tahap penerapan produk yang telah dibuat kedalam pembelajaran atau lingkungan yang nyata. Dalam tahap ini dilakukan pengukuran tingkat kelayakan media pembelajaran dengan aspek penilaian meliputi aspek materi, teknis dan instruksional.

Uji kelayakan melibatkan siswa dalam penilaian kelayakan produk pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol dengan pokok bahasan pemograman mikrokontroler di SMKN 2 Wonosari.

5. *Evaluate* (Evaluasi)

Proses terakhir dalam model ADDIE adalah tahap evaluasi yaitu pengukuran dari segi ketercapaian pengembangan produk serta melihat tujuan awal dari pengembangan produk. Tahap evaluasi dijadikan sebagai sarana analisis produk tentang ketersesuaian dengan kebutuhan pembelajaran serta memperbaiki kekurangan produk. Hasil akhir produk penelitian dan pengembangan dapat diimplementasikan oleh guru di kelas jika telah dinyatakan layak.

C. Sumber Data

1. Sumber Data

Sumber data pada penelitian ini merupakan data primer. Data primer diperoleh dari hasil penelitian kelayakan media pembelajaran lengan robot 3 DOF oleh ahli materi, media, dan siswa.

2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Program Keahlian Elektronika Industri, SMK Negeri 2 Wonosari yang beralamat di Jalan Agus Salim, Ledoksari, Kepek, Wonosari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Waktu penelitian dilaksanakan bulan november 2017

3. Objek dan Subjek Penelitian

Dalam penelitian ini objek yang akan diteliti adalah Media Pembelajaran Lengan robot robot 3 DOF. Subyek penelitian menurut Arikunto (2009: 109) merupakan orang yang dapat merespon, memberikan informasi tentang data penelitian. Data penelitian diambil dengan menggunakan angket, dengan subjek evaluasi dalam penelitian pengembangan ini pada dasarnya terdiri dari :

- a) Para ahli yang dibutuhkan sebagai evaluator ahli (*Expert Judgement*) pada tahap *review* yang terdiri dari ahli materi dan ahli media. Sebagai ahli media dan ahli materi adalah Dosen berkompeten di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan guru berkompeten di Program Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Wonosari.
- b) Siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Wonosari sebagai reviewer pengguna media yang digunakan untuk mengambil data kelayakan media.

D. Metode dan Alat Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini teknik pengumpulan data yang digunakan adalah kuesioner (angket). Kuesioner adalah daftar pertanyaan yang di distribusikan untuk diisi dan dikembalikan atau dapat juga dijawab dibawah pengawasan peneliti untuk mendapatkan sampel (Nasution,2012: 128). Angket digunakan untuk validasi ahli dan uji coba lapangan. Responden yang dilibatkan dalam pengambilan data adalah dosen ahli materi sekaligus ahli media pembelajaran dan pengguna atau siswa. Penyusunan butir-butir angket sebagai alat ukur didasarkan pada kisi-kisi angket. Responden mengisi pertanyaan yang ada di dalam kuesioner.

2. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat yang dapat digunakan dalam pengukuran terhadap fenomena sosial maupun alam (Sugiyono, 2011: 147). Instrumen penelitian dapat berupa angket, tes, skala bertingkat, pedoman wawancara, pedoman observasi, dan *check-list* (Arikunto, 2010: 219). Dalam penelitian ini menggunakan angket dalam mengumpulkan data. Instrumen dalam penelitian ini terdiri dari instrumen kelayakan media pembelajaran untuk ahli materi, ahli media pembelajaran, dan siswa.

a. Instrumen Uji Kelayakan Ahli Materi

Kelayakan materi dapat dilakukan dengan membandingkan materi pelajaran perekayasaan sistem kontrol dengan isi instrumen. Kisi-kisi instrumen uji kelayakan materi pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Kisi-kisi instrumen ahli materi

Aspek	Indikator	Nomor Butir
Kualitas Materi	Kesesuaian dengan silabus	1, 2
	Kesesuaian materi	3, 4, 5, 6
	Keruntutan materi	7, 8
	Kejelasan materi	9, 10, 11
	Kelengkapan media cetak (modul)	12, 13
	Kesesuaian dengan situasi siswa	14, 15, 16
Kualitas Instruksional	Memperjelas penyampaian pesan	17, 18
	Membantu proses pembelajaran	19, 20, 21

b. Instrumen Uji Kelayakan Ahli Media

Pengujian kelayakan media dilakukan dengan meminta pendapat ahli media pembelajaran. Instrumen ahli media digunakan untuk menguji media pembelajaran yang telah dibuat. Berikut ini kisi-kisinya dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Kisi-kisi instrumen ahli media

Aspek	Indikator	Nomor Butir
Kualitas Teknis	Tata letak komponen	1, 2
	Warna	3, 4
	Ukuran dan bentuk tulisan	5, 6
	Keterbacaan	7, 8, 9
	Kemudahan pengoperasian	10,11, 12
	Keamanan	13, 14
Kualitas Instruksional	Merangsang kegiatan belajar siswa	15, 16
	Mempermudah proses pembelajaran	17, 18

c. Instrumen Responden (Siswa)

Instrumen responden (siswa) digunakan untuk mengukur kelayakan media pembelajaran. Berikut ini kisi-kisinya terlihat pada tabel 8.

Tabel 8. Kisi-kisi instrumen responden

Aspek	Indikator	Nomor Butir
Kualitas Teknis	Tata letak komponen	1, 2
	Warna	3, 4
	Ukuran dan bentuk tulisan	5, 6
	Keterbacaan	7, 8
	Kemudahan pengoperasian	9, 10, 11
	Keamanan	12, 13
Kualitas Materi	Kejelasan materi	14, 15, 16
	Kelengkapan media cetak (modul)	17, 18
	Kesesuaian dengan situasi siswa	19, 20, 21
Kualitas Instruksional	Merangsang kegiatan belajar siswa	22, 23
	Mempermudah proses pembelajaran	24, 25

3. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

a. Uji Validitas Instrumen

Pengujian validitas instrumen dilakukan dua tahap yaitu dengan validitas isi (*content validity*) dan validitas konstruk (*construct validity*). "Pengujian validasi isi, dapat digunakan pendapat dari ahli (*judgment expert*). Menurut Sugiyono (2011: 177), instrumen dikonstruksikan dengan aspek-aspek yang akan diukur yang berlandaskan teori tertentu, maka selanjutnya dikonsultasikan dengan ahli. Pada penelitian ini, para ahli yang menguji instrumen yaitu guru SMK N 2 Wonosari dan Dosen Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY.

Setelah mengkonsultasikan kepada para ahli, untuk mengetahui setiap butir instrumen valid atau tidak dapat diketahui dengan mengkorelasikan skor butir (X) dan skor total (Y). Untuk menganalisis item, korelasi yang digunakan untuk uji hubungan antar sesama data interval adalah korelasi (r) *product moment* dari Pearson. Rumus untuk mencari korelasi *product moment* yang termuat dalam buku Sugiyono (2011: 255) adalah sebagai berikut.

$$r_{xy} = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{\{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2\} \{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2\}}}$$

Keterangan:

n = Banyaknya Pasangan data X dan Y.

$\sum X$ = Total Jumlah dari Variabel X.

$\sum Y$ = Total Jumlah dari Variabel Y.

$\sum X^2$ = Kuadrat dari Total Jumlah Variabel X.

$\sum Y^2$ = Kuadrat dari Total Jumlah Variabel Y.

$\sum XY$ = Hasil Perkalian dari Total Jumlah Variabel X dan Variabel Y.

b. Uji Reliabilitas Instrumen

Uji reliabilitas instrumen dalam penelitian ini menggunakan rumus Alpha.

Rumus Alpha digunakan untuk mencari reliabilitas instrumen yang skornya bukan

0 atau 1. Rumus Alpha yaitu:

$$r_i = \frac{k}{(k-1)} \left\{ 1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right\}$$

(Arikunto, 2010: 196)

Dimana:

r_i = Reliabilitas Instrumen

k = mean kuadrat antara subjek

$\sum \sigma_b^2$ = jumlah varian butir

σ_t^2 = variasi total

Setelah koefisien reliabilitas dikehui, selanjutnya diinterpretasikan menggunakan kategori menurut Arikunto (2010: 276) seperti tabel 9.

Tabel 9. Tabel interpretasi nilai r

Besarnya nilai r	Interpretasi
0,800 - 1,00	Tinggi
0,600 - 0,800	Cukup
0,400 - 0,600	Agak Rendah
0,200 - 0,400	Rendah
0,000 - 0,200	Sangat Rendah

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan dengan metode analisis deskriptif kuantitatif. Data yang dianalisis diperoleh dari angket penilaian oleh ahli materi, ahli media dan responden peserta didik berupa nilai kualitatif. Jawaban responden kemudian diubah menjadi nilai kuantitatif berdasarkan tabel dan aturan pemberian skor pada tabel 10.

Tabel 10. Aturan pemberian skor Butir Instrumen

Penilaian	Keterangan	Skor
SS	Sangat Setuju	5
S	Setuju	4
KS	Kurang Setuju	3
TS	Tidak Setuju	2
STS	Sangat Tidak Setuju	1

Skala pengukuran yang digunakan untuk menentukan kategori kelayakan produk yakni menggunakan skala Likert dengan lima pilihan jawaban. Jawaban dari setiap item instrumen yang menggunakan skala Likert mempunyai gradasi sangat positif dan sangat negatif. Pilihan respon skala lima mempunyai validitas respon yang lebih baik sehingga mampu mengungkap lebih maksimal perbedaan sikap responden (Widoyoko, 2009: 106).

Proses selanjutnya adalah memaparkan mengenai kelayakan produk untuk diimplementasikan pada mata pelajaran perekayasa sistem kontrol di

kelas XI Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Wonosari. Setelah data tersebut diperoleh, selanjutnya untuk melihat bobot masing-masing tanggapan dan menghitung skor reratanya dengan rumus.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

\bar{x} : Skor rata-rata

n : Jumlah Penilai

$\sum x$: Skor total masing-masing

Menentukan nilai keseluruhan aspek setiap pengujian dengan menghitung skor rata-rata seluruh aspek penilaian kemudian diubah sesuai dengan kriteria dalam tabel. Untuk mengetahui tingkat kelayakan berdasarkan penilaian dalam bentuk prosentase menggunakan rumus:

$$\text{persentase kelayakan}(\%) = \frac{\text{skor kenyataan}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Data skor (dalam %) yang diperoleh dari hasil perhitungan kemudian dikonversi menjadi data kualitatif. Pedoman pengubahan interval skor dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Pedoman konversi nilai

Rentang Prosentase nilai	Kategori Kelayakan
80,1% - 100%	Sangat Layak
60,1% - 80%	Layak
40,1% - 60%	Kurang Layak
20,1% - 40%	Tidak Layak
0% - 20%	Sangat Tidak Layak

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Uji Coba

1. Prosedur Pengembangan

Hasil penelitian dilaksanakan berdasarkan prosedur pengembangan media pembelajaran mengadopsi metode ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate*) menurut Robert Maribe Branch. Adapun langkah-langkah dalam penelitian sebagai berikut :

a. *Analyze* (Menganalisa)

Kegiatan yang dilakukan pada tahap *analyze* adalah (1) mengidentifikasi masalah dalam pembelajaran mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol, (2) menganalisis kompetensi dasar, (3) mengidentifikasi kebutuhan siswa, (4) menentukan media pembelajaran yang tepat.

Tahapan mengidentifikasi masalah dalam pembelajaran mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol dilakukan dengan observasi dan wawancara kepada guru pembelajaran produktif. Hasil observasi dan wawancara peneliti terhadap guru pembelajaran produktif pada Jurusan Teknik Elektronika Industri di SMKN 2 Wonosari, bapak Edi Noviyanto, S.Pd. diperoleh data bahwa media pembelajaran perekayasaan sistem kontrol di SMKN 2 Wonosari masih belum optimal, hal ini dikarenakan mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol merupakan mata pelajaran baru. Hal ini berdampak pada kurangnya media pembelajaran terutama pada pokok bahasan pemograman mikrokontroler.

Tahapan analisis kompetensi dasar guna menentukan media pembelajaran yang tepat sesuai dengan kebutuhan siswa dilakukan dengan membandingkan silabus dan SKKNI. Berikut analisis kebutuhan dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran

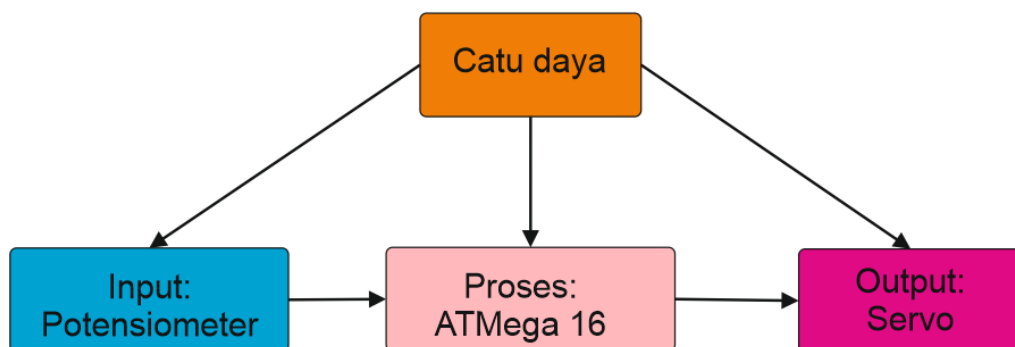
No.	Kompetensi Dasar (Silabus)	Standar Kompetensi (SKKNI)	Keterangan Rencana Pengembangan
1.	<p>Kompetensi Dasar</p> <p>3.4.Memahami arsitektur mikroprosesor dan prinsip kerja, fungsi setiap blok mikroprosesor.</p>		Merancang Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF pada mata pelajaran Perakayasaan Sistem Kontrol kelas XI kompetensi keahlian teknik elektronika industri di SMK Negeri 2 Wonosari
2.	4.4.Menidentifikasi jenis/kategori program/software yang sesuai dari beberapa jenis mikrokontroler yang sering digunakan	Memprogram Peralatan Sistem Otomasi Elektronik yang Berkaitan dengan I/O berbantuan :	Mendesain media pembelajaran dalam bentuk rangkaian elektronik
3.	<p>Indikator</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melakukan percobaan dan eksperimen pemrograman pada mikrokontroler untuk kontrol sederhana. 	Mikroprosesor dan Mikrokontroller	Mendesain modul penggunaan media pembelajaran Lengan Robot 3 DOF
4.	<ul style="list-style-type: none"> • Menerapkan pemrograman pada mikrokontroler peralatan control yang sesuai kebutuhan industri. 		Merancang sistem kerja pemrograman untuk masing-masing blok dan berbagai instruksi Mikrokontroler (operasi aritmathik, logika, baca/tulis, panggil, loncat, Input/output, tunda/delay, timer, counter,dan PWM).

Dari hasil analisis kebutuhan media pembelajaran pada tabel 12, maka dapat disimpulkan bahwa pengembangan media pembelajaran pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol sangat penting untuk kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari. Media Pembelajaran yang akan dikembangkan yaitu Lengan Robot 3 DOF (*Degree of Freedom*). Pengembangan media pembelajaran meliputi dua aspek yaitu media obyek (*hardware*) dan modul.

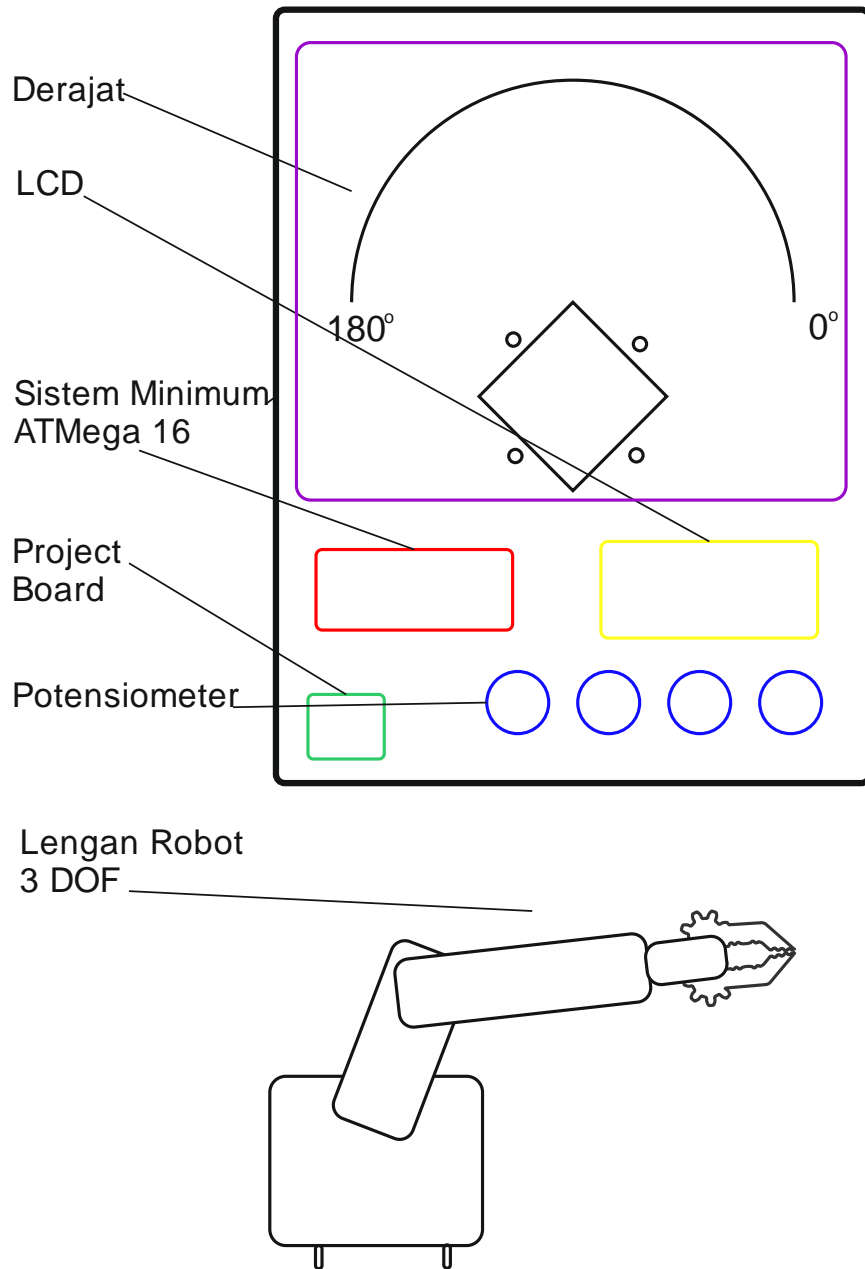
b. Design (Desain)

Pada tahap desain pengembang memverifikasi media pembelajaran dan metode pengujian yang tepat. Langkah yang harus ditempuh dalam mendesain media pembelajaran yaitu (1) menyusun kebutuhan yang diperlukan untuk membuat media pembelajaran; (2) menyusun desain media pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan tujuan pembelajaran; (3) membuat kisi-kisi instrumen.

Pembuatan media pembelajaran Lengan Robot 3 DOF memerlukan identifikasi kebutuhan yang akan digunakan dalam pembuatannya. Adapun hasil desain pengembangan dan blok rangkaian media pembelajaran Lengan Robot 3 DOF dapat dilihat pada gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Blok Rangkaian Lengan Robot 3 DOF



Gambar 13. Desain Lengan robot 3 DOF

Berdasarkan desain awal lengan robot 3 DOF, berikut identifikasi kebutuhan meliputi *hardware* dan *software* (1) mikrokontroler ATmega 16; (2) motor servo; (3) LCD 20x4; (4) potensiometer; (5) gripper; (6) rangka lengan; (7) *projectboard*; (8) catu daya dan (9) aplikasi CV AVR . Langkah pembuatan kisi-kisi instrumen sudah dijelaskan pada Bab II.

c. *Develop* (Mengembangkan)

Tahap pengembangan merupakan tahapan pembuatan produk (*hardware* dan Modul) berdasarkan desain yang telah di buat pada tahap sebelumnya. Hasil realisasi rancangan hardware yang digunakan dalam pembelajaran Perencanaan Sistem Kontrol merupakan sebuah tiruan gerak lengan manusia dengan 3 derajat kebebasan memiliki ukuran 30x25x40 cm. Lengan Robot 3 DOF dipilih agar siswa dapat mengamati secara langsung implementasi dari pengendalian motor servo. Motor servo merupakan salah satu outputan yang mendukung beberapa materi pemograman mikrokontroler yang ada di silabus dan SKKNI. Perancangan media pembelajaran Lengan Robot 3 DOF memiliki tujuan agar siswa memiliki wawasan tentang pemograman mikrokontroler sehingga dapat mengendalikan motor servo dalam bentuk lengan robot. Desain modul pembelajaran berisikan materi kontroling servo yang disesuaikan dengan pokok bahasan materi di kompetensi dasar mata pelajaran perencanaan sistem kontrol di SMKN 2 Wonosari.

1) *Hardware* Lengan Robot 3 DOF

a) Blok *Input* dan *Downloader*

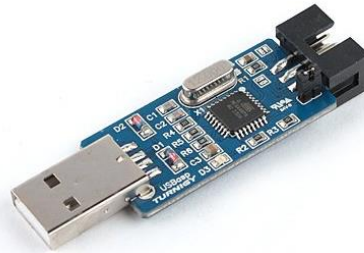
Blok *input* dan *downloader* terdiri dari saklar *ON/OFF*, fuse, inputan 220V, dan USB tipe B.



Gambar 14. Blok *Input* dan *Downloader*

Downloader mikrokontroler merupakan jembatan penghubung antara komputer dengan mikrokontroler. File *.hex yang telah dibuat dari compile file *software* CAVR dimasukkan ke dalam mikrokontroler. *Downloader* yang umum

digunakan untuk memasukkan data dari komputer ke mikrokontroler yaitu USB-ASP, namun ada pula yang tidak memakai USB-ASP yaitu menggunakan *serial paralel port* untuk melakukan *download* programnya. Lengan Robot 3 DOF menggunakan jenis *downloader* USB-ASP.



Gambar 15. *Downloader*

(Sumber: <http://Eko-Rudiawan.com>)

b) Blok Sistem Minimum ATmega 16

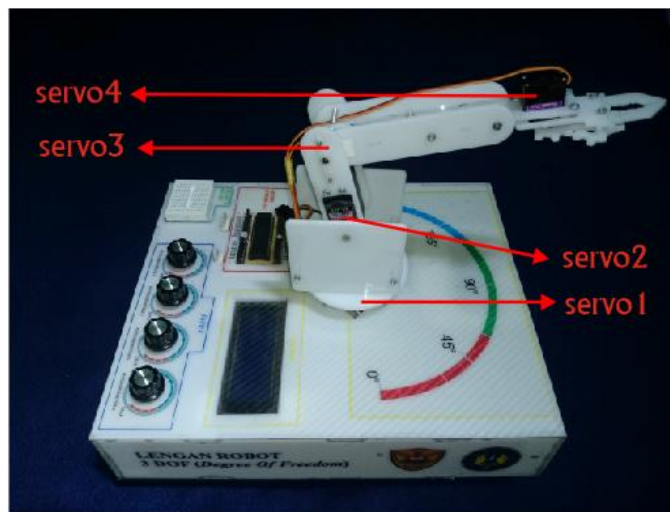
Sistem minimum Atmega 16 adalah sebuah rangkaian paling sederhana dari sebuah mikrokontroler agar IC mikrokontroler tersebut bisa di operasi dan di program. Sistem minimum sering dihubungkan dengan rangkaian lain untuk tujuan tertentu. Ada beberapa yang harus diperhatikan dalam membuat sistem minimum mikrokontroler, yaitu: catu daya, osilator (pembangkit frekuensi) dan rangkaian reset.



Gambar 16. Sistem Minimum ATmega16

c) Blok Lengan Robot 3 DOF

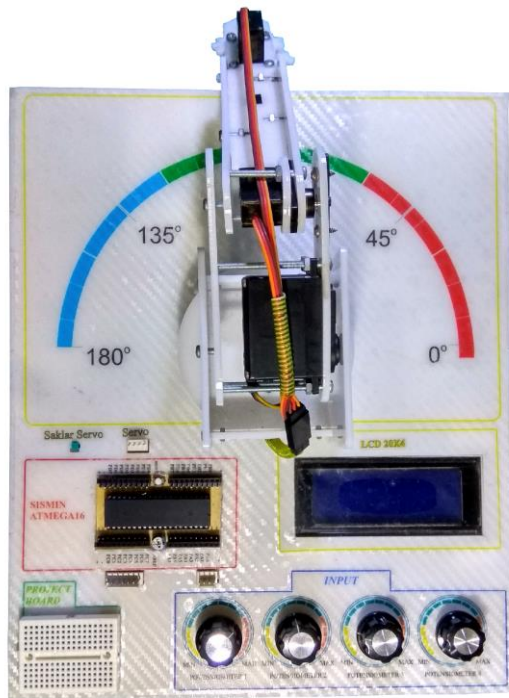
Robotic arm manipulator adalah sebuah mekanisme pergerakan yang tersusun dari beberapa bagian secara seri yang terhubung dengan sebuah poros yang bergerak melingkar maupun bergeser yang memiliki derajat kebebasan DOF (*Degree of Freedom*). Lengan robot 3 DOF pada penelitian ini terbuat dari akrilik dengan empat servo yang mendukung tiga derajat kebebasan dan dilengkapi *gripper*.



Gambar 17. Lengan Robot 3 DOF

d) *Box* Lengan Robot 3 DOF

Box lengan robot terbuat dari akrilik dengan ukuran 30x20x6,5 cm dengan ketebalan 3mm. *Box* dilapisi dengan skotlet jenis karbon pada bagian luarnya. Gambar 18 menunjukkan bentuk dari *box* lengan robot 3 DOF.

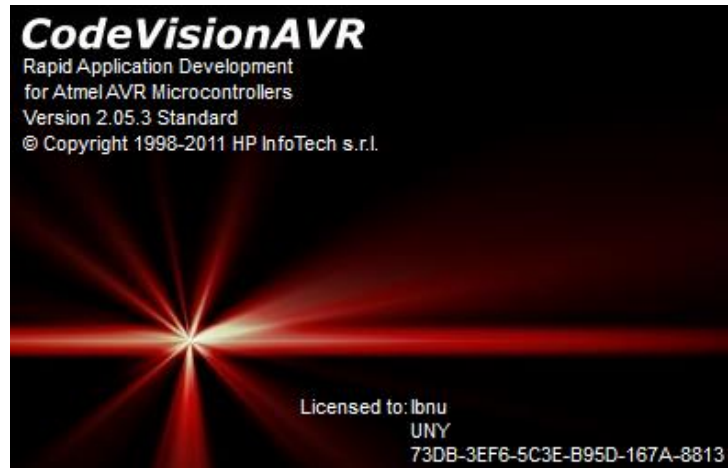


Gambar 18. Box Lengan Robot 3 DOF

2) Software Lengan Robot 3 DOF

a) CodeVision AVR (CVAVR)

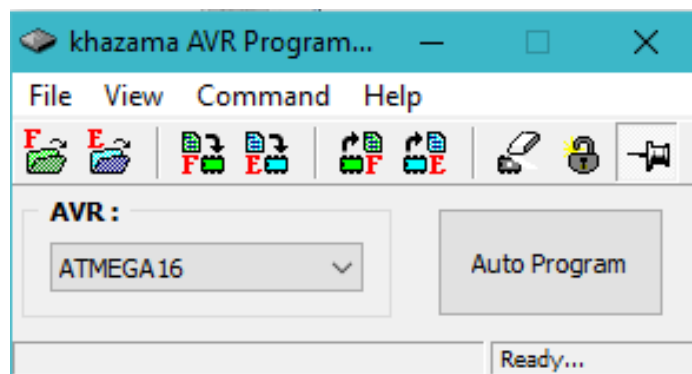
CodeVisionAVR merupakan sebuah *cross-compiler C*, *Integrated Development Environment (IDE)*, dan *Automatic Program Generator* yang didesain untuk mikrokontroler buatan Atmel seri AVR. *Cross-compiler C* mampu menerjemahkan hampir semua perintah dari bahasa ANSI C, sejauh yang diijinkan oleh arsitektur dari AVR, dengan tambahan beberapa fitur untuk mengambil kelebihan khusus dari arsitektur AVR dan kebutuhan pada sistem embedded.



Gambar 19. CodeVision AVR

b) Khazama

Khazama AVR Programmer atau sering disebut khazama merupakan *software* yang digunakan untuk mengunduh program yang telah dibuat dari CVAVR, Bascom AVR, AVR Studio, dll untuk ditransfer pada rangkaian elektronik yang menggunakan mikrokontroler. Khazama dapat digunakan pada sistem operasi *Windows XP, Windows Vista, Windows 7* sampai *windows 10*. Data yang diunduh berbentuk file Hex.



Gambar 20. Khazama

3) Modul Pembelajaran

Pada modul pembelajaran berisi materi serta langkah kerja yang akan digunakan oleh siswa sebagai panduan dalam menggunakan media pembelajaran Lengan Robot 3 DOF. Modul pembelajaran terdiri tujuh bagian meliputi (1) pendahuluan; (2) lengan robot 3 DOF; (3) pemrograman input/output; (4) pemrograman ADC dan LCD; (5) pemrograman motor servo dengan delay; (6) pemrograman servo dengan timer; dan (7) pemrograman lengan robot 3 DOF. Gambar 21 menunjukkan bentuk modul.



Gambar 21. Modul Lengan Robot 3 DOF

d. **Implement (Implementasi)**

Tahap *implement* merupakan tahap penerapan produk yang telah dibuat kedalam pembelajaran atau lingkungan yang nyata. Dalam tahap ini dilakukan pengukuran tingkat kelayakan media pembelajaran dengan aspek penilaian meliputi aspek materi, teknis dan instruksional.

Produk akan divalidasi oleh dua ahli media dan ahli materi yang merupakan dosen jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika

Universitas Negeri Yogyakarta. Sedangkan satu ahli media dan ahli materi lainnya merupakan guru dari program keahlian Teknik Elektronika Industri SMK N 2 Wonosari. Uji kelayakan melibatkan siswa dalam penilaian kelayakan produk pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol dengan pokok bahasan pemograman mikrokontroler di SMKN 2 Wonosari.

e. *Evaluate* (Evaluasi)

Proses terakhir dalam model ADDIE adalah tahap evaluasi yaitu pengukuran dari segi ketercapaian pengembangan produk serta melihat tujuan awal dari pengembangan produk. Tahap evaluasi dijadikan sebagai sarana analisis produk tentang ketersesuaian dengan kebutuhan pembelajaran serta memperbaiki kekurangan produk. Hasil akhir produk penelitian dan pengembangan dapat diimplementasikan oleh guru di kelas jika telah dinyatakan layak.

B. Analisis Data Penelitian

Data hasil penelitian pengembangan media pembelajaran lengan robot 3 DOF berupa data kuantitatif. Instrumen penelitian berupa angket untuk mendapatkan penilaian dari ahli dan responden (siswa).

1. Data hasil Uji kelayakan Produk

Uji kelayakan produk meliputi uji validasi isi (*content validity*) oleh ahli materi dan uji validasi konstruk (*construct validity*) oleh ahli media. Ahli materi merupakan seorang yang memahami materi pembelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol. Sedangkan ahli media merupakan seseorang yang ahli dalam media pembelajaran. Dalam penelitian ini ahli materi dan ahli media yang menguji adalah Dosen Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika Universitas Negeri

Yogyakarta serta Guru Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Wonosari Yogyakarta.

a. Data Hasil Uji Validasi Isi (*Content Validity*)

Hasil uji validasi isi berupa tanggapan ahli materi terhadap materi pembelajaran sesuai dengan angket. Aspek penilaian yang ditinjau berupa kualitas materi dan kualitas instruksional. Data penilaian ahli materi disajikan dalam tabel 13.

Tabel 13. Data Hasil Uji Validasi Materi

No	Apek Penilaian	Nomor Butir	Skor Maks	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor
1	Kualitas Materi	1	5	5	5	5
		2	5	5	5	5
		3	5	5	5	5
		4	5	5	5	5
		5	5	5	5	5
		6	5	4	5	4,5
		7	5	5	5	5
		8	5	5	5	5
		9	5	5	4	4,5
		10	5	5	5	5
		11	5	5	5	5
		12	5	5	5	5
		13	5	5	5	5
		14	5	4	4	4
		15	5	5	5	5
		16	5	5	5	5
Jumlah			80	78	78	78
2	Kualitas Instruksional	17	5	5	5	5
		18	5	5	5	5
		19	5	5	5	5
		20	5	5	5	5
		21	5	5	5	5
Jumlah			25	25	25	25

Perhitungan kelayakan media pembelajaran dapat dilihat dari hasil uji validitas isi (*content validity*). Perhitungan prosentase adalah sebagai berikut:

a) Mencari Rerata skor

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{78}{16} = 4,88$$

b) Mencari Prosentase

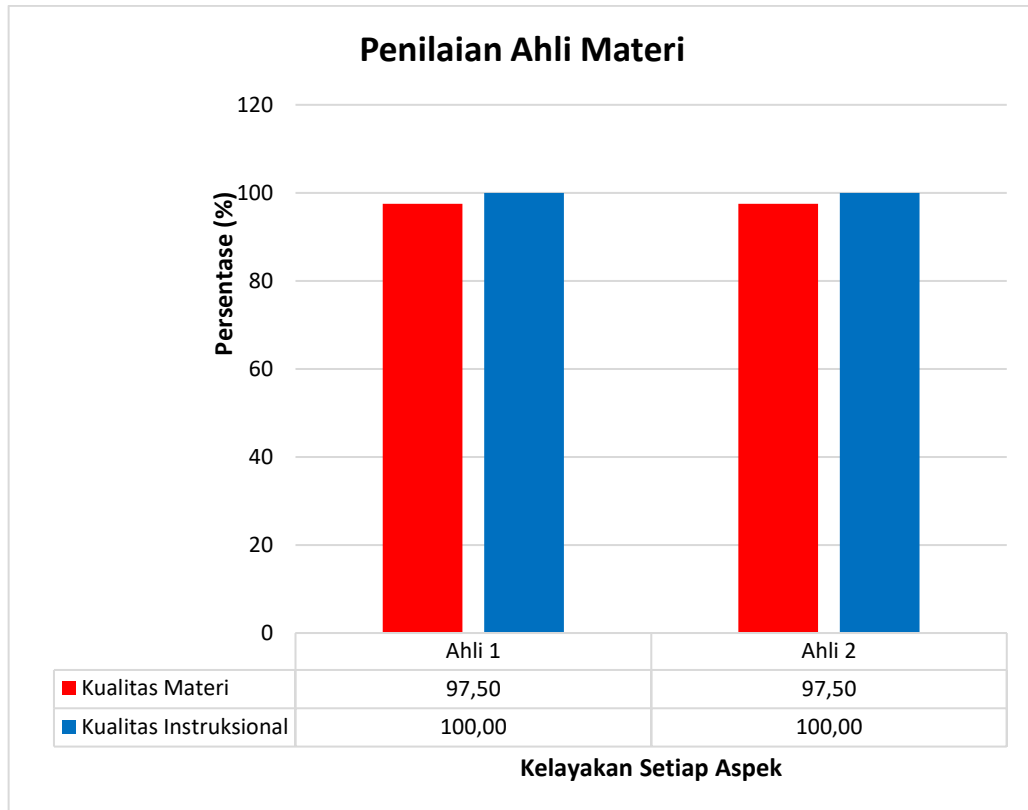
$$\text{persentase kelayakan}(\%) = \frac{\text{skor kenyataan}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

$$\text{persentase kelayakan}(\%) = \frac{78}{80} \times 100\% = 97,5 \%$$

Tabel 14. Prosentase Hasil Uji Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Σ Hasil Skor	Σ Skor Maks	Prosentase (%)
Ahli 1					
1	Kualitas Materi	4,88	78	80	97,50
2	Kualitas Instruksional	5	25	25	100,00
Prosentase Rerata Ahli 1					98,75
Ahli 2					
1	Kualitas Materi	4,88	78	80	97,50
2	Kualitas Instruksional	5	25	25	100,00
Prosentase Rerata Ahli 2					98,75

Berdasarkan tabel 14 maka prosentase kelayakan media pembelajaran lengan robot 3 DOF dari ahli materi ditinjau dari kualitas materi dan kualitas instruksional dapat dilihat dalam diagram batang pada gambar 22.



Gambar 22. Diagram Batang Prosentase Kualitas Materi dan Kualitas Instruksional Dari Ahli Materi

Berdasarkan gambar 22 diperoleh data kelayakan aspek kualitas materi dan kualitas instruksional dari dua ahli materi. Dilihat dari aspek kualitas materi diperoleh data 97,50% dan 97,50%. Sehingga rata-rata kualitas materi adalah 97,50%. Sedangkan aspek instruksional diperoleh data 100% dan 100%. Sehingga rata-rata kualitas instruksional adalah 100%.

Penilaian ahli materi dari kedua aspek diatas diperoleh data 98,75%. Dari perolehan nilai total yang didapat dari ahli materi, maka media lengan robot 3 DOF dapat dikategorikan **sangat layak** untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol di SMK Negeri 2 Wonosari.

b. Data Hasil Uji Validasi Konstrak (*Construct Validity*)

Hasil uji validasi kosntrak berupa tanggapan ahli media terhadap media pembelajaran lengan robot 3 DOF sesuai dengan angket untuk validasi media pembelajaran. Aspek penilaian yang ditinjau berupa kualitas teknis dan kualitas instruksional. Data penilaian ahli materi disajikan dalam tabel 15.

Tabel 15. Data Hasil Uji Validasi Media

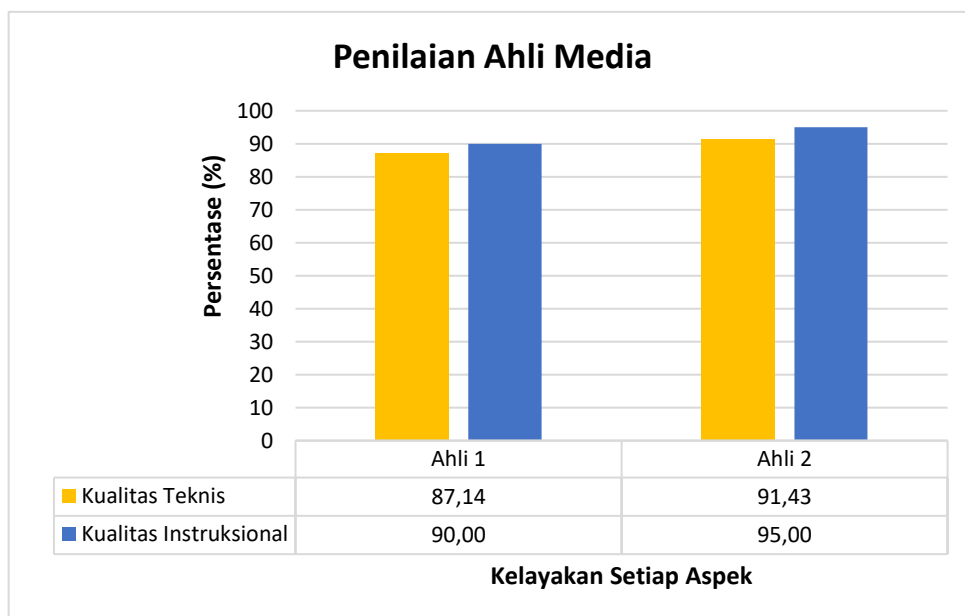
No	Apek Penilaian	Nomor Butir	Skor Maks	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor
1	Kualitas Teknis	1	5	4	5	4,5
		2	5	4	5	4,5
		3	5	4	4	4
		4	5	4	4	4
		5	5	5	4	4,5
		6	5	5	4	4,5
		7	5	5	5	5
		8	5	4	4	4
		9	5	4	5	4,5
		10	5	5	4	4,5
		11	5	4	5	4,5
		12	5	4	5	4,5
		13	5	5	5	5
		14	5	4	5	4,5
Jumlah			70	61	64	62,5
3	Kualitas Instruksional	15	5	4	4	4
		16	5	5	5	5
		17	5	4	5	4,5
		18	5	5	5	5
Jumlah			20	18	19	18,5

Perhitungan kelayakan media pembelajaran dapat dilihat dari hasil uji validitas konstrak (*construct validity*). Dengan cara perhitungan yang sama seperti pada validasi isi, prosentase perolehan data ahli media dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Prosentase Hasil Uji Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Σ Hasil Skor	Σ Skor Maks	Prosentase (%)
Ahli 1					
1	Kualitas Teknis	4,36	61	70	87,14
2	Kualitas Instruksional	4,50	18	20	90,00
Prosentase Rerata Ahli 1					88,57
Ahli 2					
1	Kualitas Teknis	4,57	64	70	91,43
2	Kualitas Instruksional	4,75	19	20	95,00
Prosentase Rerata Ahli 2					93,21

Berdasarkan tabel 16 maka prosentase kelayakan media pembelajaran lengan robot 3 DOF dari ahli materi ditinjau dari kualitas materi dan kualitas instruksional dapat dilihat dalam diagram batang pada gambar 23.



Gambar 23. Diagram Batang Prosentase Kualitas Materi dan Kualitas Instruksional Dari Ahli Materi

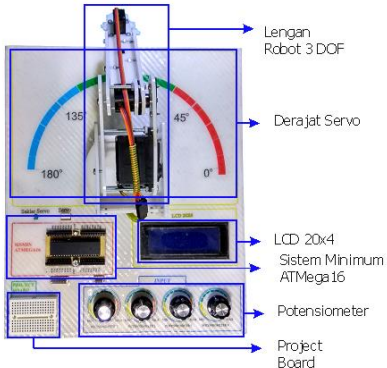
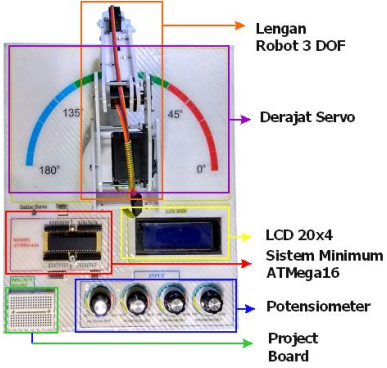
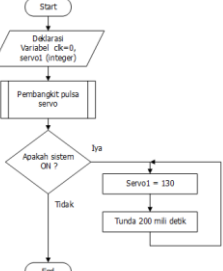
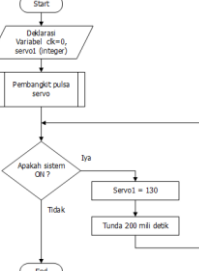
Berdasarkan gambar 23 diperoleh data kelayakan aspek kualitas teknis dan kualitas instruksional dari dua ahli media. Dilihat dari aspek kualitas teknis diperoleh data 87,14% dan 91,43%. Sehingga rata-rata kualitas teknis adalah 89,29%. Sedangkan aspek instruksional diperoleh data 90,00% dan 95,00%. Sehingga rata-rata kualitas instruksional adalah 92,50%

Penilaian ahli media dari kedua aspek diatas diperoleh data 90,89%. Dari perolehan nilai total yang didapat dari ahli media, maka media lengan robot 3 DOF dapat dikategorikan **sangat layak** untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol di SMK Negeri 2 Wonosari.

c. Revisi Produk

Berdasarkan hasil validasi media dari ahli, media pembelajaran lengan robot 3 DOF terdapat revisi. Berikut hasil revisi terdapat pada tabel 17.

Tabel 17. Revisi Produk

Revisi	Hasil Revisi	Keterangan
		<p>Ahli media 1: "Warna blok diagram di modul di bedakan"</p>
		<p>Ahli Materi 1: "Memperbaiki Flowchart"</p>

		<p>Ahli media 2: "Perlu ditambahkan petunjuk derajat"</p>
		<p>Ahli Media 2: "Perlu ditambahkan tulisan/identifi kasi motor"</p>

2. Data Uji Pemakaian Siswa

Uji pemakaian dilakukan oleh siswa kelas XI dan XII program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari. Pengujian butir instrumen dilakukan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk menilai media secara keseluruhan. Kegiatan yang dilakukan adalah melakukan percobaan sesuai petunjuk yang ada dalam modul media pembelajaran lengan robot 3 DOF.

a. Uji Validitas Instrumen

Instrumen yang telah divalidasi oleh ahli (*judgement expert*), selanjutnya dilakukan uji validitas per butir pertanyaannya. Hal ini untuk mengetahui valid tidaknya setiap butir instrumen sebelum digunakan pada ujicoba pemakaian. Instrumen penelitian ditinjau dari tiga aspek yaitu aspek teknis, aspek materi, dan aspek instruksional. Uji butir instrumen dilaksanakan pada kelas XII EI SMK Negeri 2 Wonosari yang berjumlah 32 siswa. Tabel 17 menunjukkan hasil pengujian butir instrumen.

Tabel 18. Data hasil uji validitas butir 1

Responden	X	Y	XY	X²	Y²
1	4	105	420	16	11025
2	5	109	545	25	11881
3	4	107	428	16	11449
4	4	105	420	16	11025
5	4	108	432	16	11664
6	4	103	412	16	10609
7	4	105	420	16	11025
8	4	108	432	16	11664
9	4	102	408	16	10404
10	4	103	412	16	10609
11	4	107	428	16	11449
12	4	105	420	16	11025
13	3	89	267	9	7921
14	4	103	412	16	10609
15	4	106	424	16	11236
16	4	104	416	16	10816
17	5	106	530	25	11236
18	5	107	535	25	11449
19	4	101	404	16	10201
20	5	107	535	25	11449
21	5	108	540	25	11664
22	4	108	432	16	11664
23	4	104	416	16	10816
24	4	100	400	16	10000
25	4	103	412	16	10609
26	3	93	279	9	8649
27	3	89	267	9	7921
28	4	103	412	16	10609
29	4	108	432	16	11664
30	3	91	273	9	8281
31	4	109	436	16	11881
32	5	113	565	25	12769
Σ	130	3319	13564	538	345273

Dari tabel 17 dapat diambil nilai sebagai berikut:

$$\Sigma X = 130$$

$$\Sigma X^2 = 538$$

$$\Sigma Y = 3319$$

$$\Sigma Y^2 = 345273$$

$$\Sigma XY = 13564$$

$$n = 32$$

Selanjutnya untuk mengetahui valid tidaknya butir 1 dapat diketahui dengan cara mengkorelasikan skor butir (X) dengan skor total (Y). Berikut perhitungannya:

$$r_{xy} = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{\{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2\} \{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{32 \times 13564 - 130 \times 3319}{\sqrt{\{32 \times 538 - (130)^2\} \{32 \times 345273 - (3319)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \mathbf{0,799}$$

Kriteria yang digunakan untuk uji validitas butir instrumen apabila r_{hitung} lebih dari samadengan r_{tabel} , maka butir instrumen dianggap valid. Dari data r_{tabel} dengan taraf signifikasi 5% sebesar 0,349. Dari perhitungan diatas nilai r_{hitung} adalah 0,799 sehingga butir 1 dinyatakan valid karena $0,799 \geq 0,349$. Tabel 18 merupakan hasil perhitungan tiap butir instrumen.

Tabel 19. Hasil perhitungan validitas butir instrumen

Butir	Rhitung	Rtabel	Keterangan	Butir	Rhitung	Rtabel	Keterangan
1	0,799	0,349	Valid	14	0,514	0,349	Valid
2	0,420	0,349	Valid	15	0,372	0,349	Valid
3	0,359	0,349	Valid	16	0,402	0,349	Valid
4	0,493	0,349	Valid	17	0,480	0,349	Valid
5	0,352	0,349	Valid	18	0,467	0,349	Valid
6	0,360	0,349	Valid	19	0,448	0,349	Valid
7	0,390	0,349	Valid	20	0,374	0,349	Valid
8	0,676	0,349	Valid	21	0,776	0,349	Valid
9	0,454	0,349	Valid	22	0,466	0,349	Valid
10	0,535	0,349	Valid	23	0,399	0,349	Valid
11	0,616	0,349	Valid	24	0,389	0,349	Valid
12	0,528	0,349	Valid	25	0,421	0,349	Valid
13	0,430	0,349	Valid				

b. Uji Reabilitas Instrumen

Pengujian reabilitas instrumen dilakukan untuk mengukur hasil data apakah akan sama jika diujikan pada waktu yang berbeda pada objek yang sama.

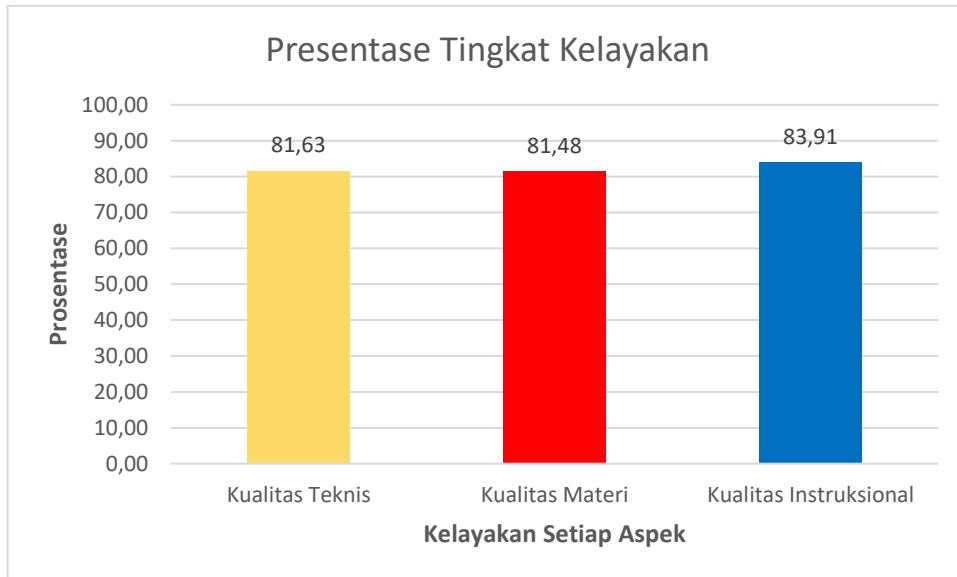
Pengujian reabilitas menggunakan rumus Alpha dengan hasil sebagai berikut:

$$r_i = \frac{k}{(k-1)} \left\{ 1 - \frac{\Sigma \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right\} \rightarrow r_i = \frac{25}{(25-1)} \left\{ 1 - \frac{5,532}{32,2} \right\} \rightarrow r_i = \mathbf{0,863}$$

Hasil perhitungan 0,863 menunjukkan bahwa berdasarkan tabel interpretasi nilai r maka reabilitas instrumen termasuk tinggi sehingga dapat dipercaya ketika digunakan.

c. Hasil Uji Pemakaian Siswa

Kegiatan uji pemakaian dilakukan oleh siswa dengan cara mempraktikkan media pembelajaran lengan robot 3 DOF sesuai dengan modul. Uji pemakaian dilaksanakan pada kelas XI EI SMK Negeri 2 Wonosari yang berjumlah 32 siswa. Penilaian media pembelajaran lengan robot 3 DOF ditinjau dari 3 aspek yaitu aspek kualitas teknis, aspek kualitas materi teknis, dan aspek kualitas instruksional yang dapat dilihat pada lampiran 25. Berdasarkan lampiran tersebut aspek kualitas teknis diperoleh prosentase 81,63 dengan kategori sangat layak, aspek kualitas materi diperoleh prosentase 81,48 dengan kategori sangat layak, dan aspek kualitas instruksional diperoleh prosentase 83,91 dengan kategori sangat layak. Prosentase kelayakan digambarkan dalam diagram batang berikut:



Gambar 24. Prosentase Kelayakan Tiap Aspek

Nilai rata-rata dan prosentase kelayakan ditinjau dari tiap siswa dapat dilihat pada lampiran 25. Berdasarkan lampiran tersebut, diperoleh hasil prosentase uji pemakaian media pembelajaran lengan robot 3 DOF dengan nilai rata-rata 81,95%. Hal ini berarti media pembelajaran lengan robot 3 DOF sangat layak digunakan pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol di SMK Negeri 2 Wonosari.

C. Kajian Produk

Produk akhir dari pengembangan media pembelajaran ini adalah modul pembelajaran dan lengan robot 3 DOF sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol di SMK Negeri 2 Wonosari.

1. Lengan Robot 3 DOF

Lengan robot 3 DOF merupakan media pembelajaran berbentuk lengan yang memiliki tiga derajat kebebasan berbantuan servo sebagai penggerak utamanya. Lengan robot 3 DOF dilengkapi *display* LCD dan potensiometer sebagai

inputan. Hasil akhir produk media pembelajaran lengan robot 3 DOF dapat dilihat pada gambar 25.



Gambar 25. Hasil akhir media pembelajaran lengan robot 3 DOF

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Pembahasan hasil penelitian ditujukan untuk menjawab tujuan penelitian sesuai dengan hasil yang diperoleh.

1. Mengembangkan media pembelajaran lengan robot 3 DOF pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol kelas XI pada program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMKN 2 Wonosari.

Penggunaan media pembelajaran terkait pemograman mikrokontroler pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol masih sangat minim ditambah belum adanya modul pendukung media pembelajaran yang memadai. Pengembangan yang dibuat berupa media pembelajaran lengan robot 3 DOF yang menitikberatkan pada pemograman motor servo dalam bentuk gerak lengan robot dengan tiga derajat kebebasan. Media pembelajaran lengan robot 3 DOF dilengkapi dengan modul yang memiliki beberapa bagian diantaranya (1) pendahuluan; (2) pengenalan *hardware dan software*; (3) pemograman

input/output; (4) pemograman ADC dan LCD; (5) pemograman servo dengan delay; (6) pemograman servo dengan timer; dan (7) pemograman lengan robot 3 DOF.

2. Mengetahui tingkat kelayakan Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF pada Mata Pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol kelas XI pada Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMKN 2 Wonosari.

Uji tingkat kelayakan media pembelajaran dilakukan pada kelas XI EI SMK Negeri 2 Wonosari. Hasil pengujian kelayakan ini media pembelajaran lengan robot 3 DOF mendapatkan prosentase kelayakan sebesar 81,95%. Sehingga tingkat kelayakan media pembelajaran lengan robot 3 DOF berada pada kategori sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran perencanaan sistem kontrol di SMK Negeri 2 Wonosari.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Penelitian Pengembangan (*Research and Development*) media pembelajaran lengan robot 3 DOF pada program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari dapat disimpulkan.

1. Media pembelajaran lengan robot 3 DOF pada mata pelajaran perancangan sistem kontrol dapat dikembangkan dalam lima percobaan pengendalian servo antara lain: (1) pemrograman *input/output*; (2) pemrograman ADC dan LCD; (3) pemrograman servo dengan delay; (4) pemrograman servo dengan timer; dan (5) pemrograman lengan robot 3 DOF.
2. Kelayakan media pembelajaran lengan robot 3 DOF sebagai media pembelajaran perancangan sistem kontrol kelas XI program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari berdasarkan hasil uji validitas isi (*content validity*) oleh ahli materi dan uji validitas konstruk (*construct validity*) yang dilakukan oleh ahli media, serta uji pemakaian oleh siswa kelas XI Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari mendapatkan hasil: (1) uji validitas isi oleh ahli materi dengan hasil 98,75% (sangat layak), (2) uji validitas konstruk oleh ahli media dengan hasil 90,89% (sangat layak), dan uji pemakaian siswa dengan hasil sebesar 81,95% (sangat layak).

B. Keterbatasan Produk

Adapun keterbatasan produk dalam media pembelajaran lengan robot 3 DOF meliputi.

1. Tingkat kesalahan pembacaan motor servo memiliki *range* sebesar ± 5 derajat sehingga menyebabkan penunjukkan derajat kurang teliti.
2. Daya angkat motor servo kurang maksimal sehingga terjadi *tremor* sehingga mengganggu pengamatan.
3. Sering terjadi eror pada aplikasi Khazama jika berjalan pada operasi sistem windows 10.

C. Saran

Saran yang dapat penulis berikan untuk pengembangan lebih lanjut pada media pembelajaran lengan robot 3 DOF.

1. Tingkat ketelitian motor servo dapat diatasi dengan mengganti motor servo yang memiliki tingkat ketelitian yang lebih tinggi.
2. Kurangnya daya angkat motor servo dapat diatasi dengan mengganti motor servo yang memiliki tingkat torsi yang tinggi.
3. Aplikasi Khazama dapat diganti dengan aplikasi *downloader* serupa seperti extreme burner AVR.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, R. (1987). *Selecting and Developing Media for Instruction*. (Y. Miarso, & dkk, Penerj.) Jakarta: Rajawali.
- Andrianto, H. (2008). *Pemograman Mikrokontroler AVR ATmega 16*. Bandung: Informatika.
- Arifin, Z. (2014). *Evaluasi Pembelajaran Prinsip, Teknik, Prosedur*. Bandung: PT. Remaja Posdakarya.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arsyad, A. (2011). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Press.
- Bejo, A. (2008). *C & AVR rahasia kemudahan bahasa C dalam mikrokontroler ATmega8535*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design : The ADDIE Approach*. Athens: Springer.
- Budiharto, W. (2014). *Perancangan dan Pemograman Hasta Karya Robot*. Yogyakarta: Andi.
- Budiharto, W. (2014). *Robotika Modern Teori dan Implementasi*. Yogyakarta: Andi.
- Dananjaya, U. (2013). *Media Pembelajaran aktif*. Bandung: Nuansa Cendekia.
- Daryanto. (2011). *Ketrampilan Kejuruan Teknik Elektronika*. Bandung: CV.YRAMA WIDYA.
- Daryanto. (2013). *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Direktorat Jenderal Menejemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Kemenukham. (2010). *PP Nomor 66 Tahun 2010*. Diakses dari Peraturan.go.id: <http://peraturan.go.id/pp/nomor-66-tahun-2010-11e44c4f499e9d40a776313232303134.html>. pada tanggal 14 Maret 2017, Jam 14.23 WIB.
- Kemenukham. (1990). *PP Nomor 29 Tahun 1990*. Diakses dari Peraturan.go.id. <http://www.peraturan.go.id/pp/nomor-29-tahun-1990-11e44c4eec9e8f40a530313231373338.html> . pada Tanggal 14 Maret 2017, Jam 14.39 WIB.

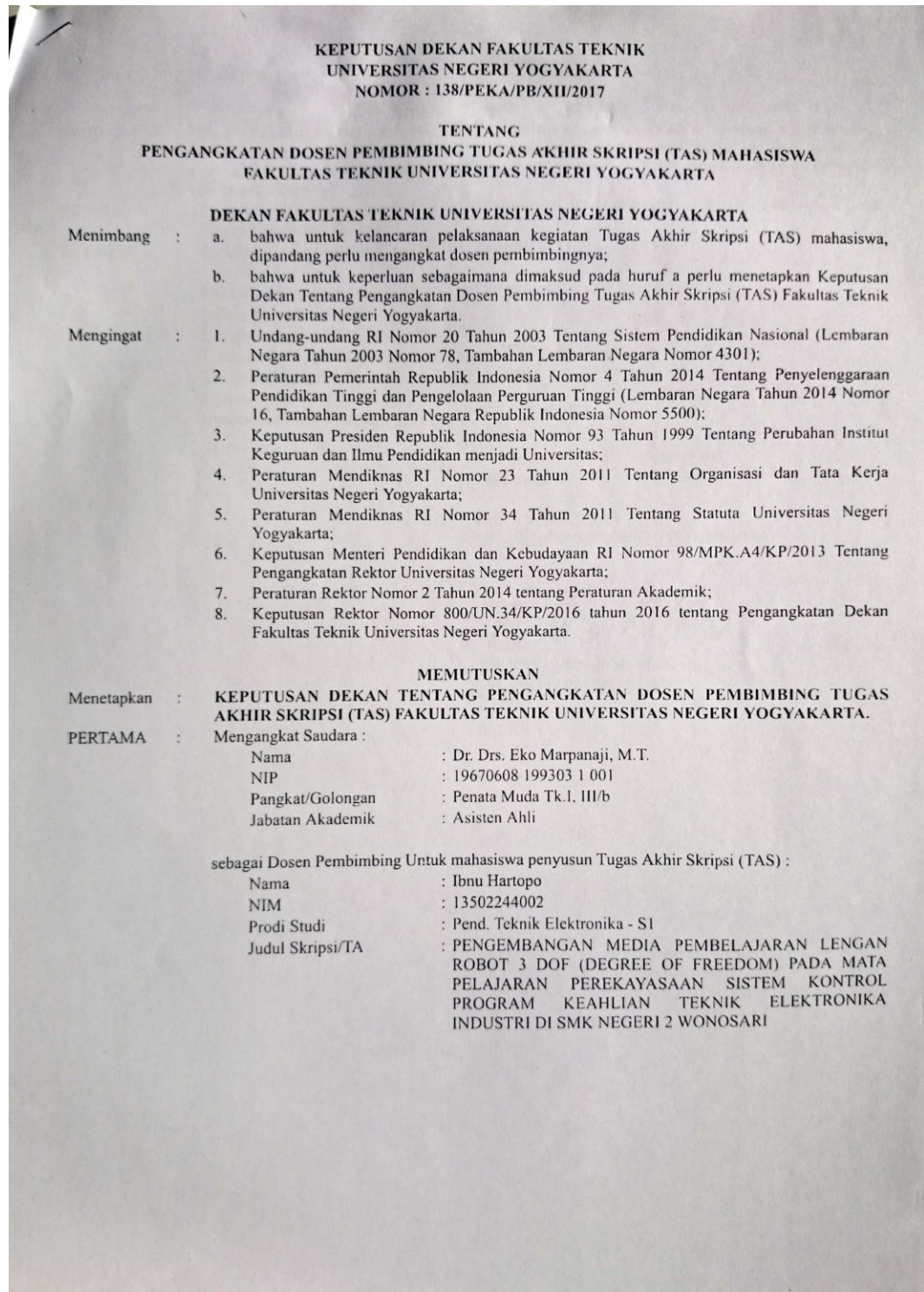
- Munir, M. (2014). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Kompetensi Dasar Register Berbasis Inkuiri Terbimbing. *Journal of technology and vocational education*, 7.
- Nasution. (2012). *Metode Research*. Jakarta: Bumi aksara.
- Newby, T. J. (2011). *Educational Technology for Teaching and Learning*. United State: Pearson.
- Permendikbud. (2013). *Permendikbud No. 70 Tahun 2013*. Diakses dari <https://luk.staff.ugm.ac.id/atur/bsnp/Permendikbud70-2013KD-StrukturKurikulum-SMK-MAK.pdf>. pada tanggal 14 Maret 2017, Jam 15.15 WIB.
- PP. (2005). *PP nomor 19 Tahun 2005*. Diakses dari <http://peraturan.go.id/pp/nomor-19-tahun-2005-11e44c4eb763e8e09edc313231363039.html>. pada tanggal 14 Maret 2017, Jam 15.40 WIB.
- Rouse, M. (2009, july). *Definition Degree of Freedom*. Diakses dari TechTarget: <http://whatis.techtarget.com/definition/degrees-of-freedom>. pada tanggal 17 juli 2017, Jam 14.15 WIB.
- Ruhimat, T., & dkk. (2011). *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Rumempuk, N. D. (1998). *Media Instruksional IPS*. Jakarta: R2LPTK.
- Sadiman, A., & dkk. (2011). *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sigit, R. (2007). *Robotika, Sensor dan Aktuator*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Smaldino, S. E. (2011). *Instructional Technology & Media For Learning (Teknologi Pembelajaran dan Media untuk Belajar)*. Jakarta: Kencana.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Sumardi. (2013). *Mikrokontroler Belajar AVR Mulai dari Nol*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suprpto, S. h. (2009). Aplikasi Robot Penentu Koordinat Pada Perubahan Permukaan Dasar Sungai Sebagai Media Pembelajaran Mata kuliah Hidrolika. *JPTK (Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan)*, 4.
- Suyadhi, T. D. (2010). *Buku Pintar Robotika*. Yogyakarta: Andi.
- Trianto. (2014). *Model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Zakaria, M. (2008). Pelatihan Pemograman Komputer untuk Perangkat Keras Gna Meningkatkan Kompetensi Profesional Guru-Guru SMK dalam Rangka Mendukung Sertifikasi Profesi. *Lembaga Pengabdian pada Masyarakat UNY*, 6.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik UNY



- KEDUA : Dosen Pembimbing sebagaimana dimaksud dalam Diktum PERTAMA bertugas merencanakan, mempersiapkan, melaksanakan, dan bertanggungjawabkan pelaksanaan kegiatan bimbingan terhadap mahasiswa sebagaimana dimaksud dalam Diktum PERTAMA sampai mahasiswa dimaksud dinyatakan lulus.
- KETIGA : Biaya yang diperlukan dengan adanya Keputusan ini dibebankan pada Anggaran DIPA Universitas Negeri Yogyakarta Tahun 2017.
- KEEMPAT : Keputusan ini berlaku sejak tanggal 19 Desember 2017.

SALINAN Keputusan Dekan ini disampaikan kepada :

1. Para Wakil Dekan Fakultas Teknik;
 2. Kepala Bagian Tata Usaha Fakultas Teknik;
 3. Kepala Subbagian Keuangan dan Akuntansi Fakultas Teknik;
 4. Kepala Subbagian Pendidikan Fakultas Teknik;
 5. Mahasiswa yang bersangkutan;
- Universitas Negeri Yogyakarta.

Ditetapkan di : Yogyakarta
Pada tanggal : 19 Desember 2017

DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA.




[Handwritten Signature]
DR. DRS. WIDARTO, M.PD.
NIP. 19631230 198812 1 001

Lampiran 2. Surat Ijin Penelitian Fakultas Teknik UNY

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK Alamat: Karangmalang, Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 568168 psw: 276, 289, 292. (0274) 506734. Fax. (0274) 506734. Website : http://ft.uny.ac.id , email : ft@uny.ac.id , teknik@uny.ac.id	 Certificate No. QGC 00592		
No	: 993/H34/PL/2017	19 Juli 2017		
Lamp	: -			
Hal	: Ijin Penelitian			
Yth.				
1. Kepala Badan Kesbangpol Kabupaten Gunungkidul Provinsi DIY				
2. Kepala Sekolah SMK Negeri 2 Wonosari				
<p>Dalam rangka pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian dengan judul Pengembangan Media Pembelajaran lengan Robot 3 DOF (Degree of Freedom) Pada Mata Pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari, bagi Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:</p>				
No	Nama	No. Mhs.	Program Studi	Lokasi
1.	Ibnu Hartopo	13502244002	Pend. Teknik Elektronika	SMK Negeri 2 Wonosari
Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu				
Nama	: Dr. Eko Marpanaji, MT			
NIP	: 19670608 199303 1 001			
Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai Juli - September 2017				
Demikian permohonan ini, atas bantuan dan kerjasama yang baik selama ini, kami mengucapkan terima kasih.				
 Wakil Dekan I, Moh. Khairudin, Ph.D. NIP. 19790412 200212 1 002				
Tembusan : Ketua Jurusan				

Lampiran 3. Surat Ijin DISDIKPORA DIY


PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA, DAN OLAHRAGA
Jalan Cendana No. 9 Yogyakarta, Telepon (0274) 541322, Fax. 541322
web : www.dikpora.jogjaprovo.go.id, email : dikpora@jogjaprovo.go.id, Kode Pos 55166

Yogyakarta, 3 Oktober 2017

Nomor : 070/13961
Lamp : -
Hal : Rekomendasi Penelitian

Kepada Yth.
Kepala SMK Negeri 2 Wonosari

Dengan hormat, memperhatikan surat dari Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Pemerintah Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta nomor: 074/8347/Kesbangpol/2017 tanggal 29 September 2017 perihal Rekomendasi Penelitian, kami sampaikan bahwa Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga DIY memberikan ijin rekomendasi penelitian kepada:


Nama : Ibnu Hartopo
NIM : 13502244002
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika/ Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
Judul : PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN LENGAN ROBOT 3 DOF (*DEGREE OF FREEDOM*) PADA MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI DI SMK NEGERI 2 WONOSARI
Lokasi : SMK Negeri 2 Wonosari
Waktu : 30 September 2017 s.d 30 Desember 2017
(Perpanjangan I)

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib mentaati ketentuan yang berlaku di lokasi penelitian.
2. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami menyampaikan terimakasih.

a.n Kepala
Kepala Bidang Perencanaan dan Standarisasi


Drs. SURAYA
NIP 19591017-198403 1 005

Tembusan Yth :

1. Kepala Dinas Dikpora DIY
2. Kepala Bidang Dikmenti Dikpora DIY

Lampiran 4. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian

**PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA, DAN OLAHRAGA
SMK NEGERI 2 WONOSARI
Jalan Kyai Haji Agus Salim, Ledoksari, Wonosari, Gunungkidul, 55813
Telepon (0274) 391019, 392454 Facsimile 392454
[Http://www.smkn2wonosari.sch.id](http://www.smkn2wonosari.sch.id) E-mail : stmnegerigk@yahoo.com

SURAT KETERANGAN
No. : 421 / 0953

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Drs. RACHMAD BASUKI, S.H., M.T
NIP : 19620904 198804 1 001
Pangkat/Golongan : Pembina/IV a
Jabatan : Kepala Sekolah
Instansi : SMKN 2 Wonosari

Menerangkan bahwa :

Nama : IBNU HARTOPO
NIM : 13502244002
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta

Telah melaksanakan Penelitian dengan : PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN LENGAN ROBOT 3 DOF (*DEGREE OF FREEDOM*) PADA MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI DI SMKN 2 WONOSARI pada tanggal 27 November s.d 9 Desember 2017.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wonosari, 13 Desember 2017
Kepala Sekolah

Drs. RACHMAD BASUKI, SH. M.T
NIP: 19620904 198804 1 001

Lampiran 5. Lembar Observasi Guru dan Siswa SMK Negeri 2 Wonosari



**DINAS PENDIDIKAN PEMUDA DAN OLAH RAGA
SMK NEGERI 2 WONOSARI**

Jl. KH. Agus Salim, Ledoksari, Kepek, Wonosari, Gunungkidul 55813
| Telepon : 0274-391019 | Fax : 0274-392454 |
Email : info@smkn2wonosari.sch.id / stmnegerigk@yahoo.com

**HASIL OBSERVASI MEDIA PEMBELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL
DI SMK N 2 WONOSARI**

A. Kondisi Media Pembelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol

1. Tidak ada media pembelajaran penunjang pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol.
2. Bahasa yang digunakan adalah bahasa C.
3. Belum adanya media pembelajaran kontroling motor servo.
4. Belum adanya modul pendukung pembelajaran.
5. Pembelajaran cenderung berupa pembelajaran teoritis.

B. Rencana Pengembangan

1. Mengembangkan media pembelajaran berupa lengan robot 3 DOF (*Degree of Freedom*).
2. Menggunakan program CV AVR sebagai software pemograman lengan robot 3 DOF (kontroling servo).
3. Menggunakan bahasa C sebagai bahasa pemograman.
4. Menggunakan modul sebagai panduan pembelajaran.

Gunungkidul, Februari 2017

Mengetahui,
Kaprosdi Teknik Elektronika Industri

Edi Haryono, S.Pd.T

NIP.19760522 200801 1 004

Guru Pengampu

Edy Noviyanto, S.Pd.T

NIP.19811106 201001 1 008



**DINAS PENDIDIKAN PEMUDA DAN OLAAHRAHA
SMK NEGERI 2 WONOSARI**

Jl. KH. Agus Salim, Ledoksari, Kepek, Wonosari, Gunungkidul 55813
| Telepon : 0274-391019 | Fax : 0274-392454 |
Email : info@smkn2wonosari.sch.id / stmnegerigk@yahoo.com

LEMBAR OBSERVASI MEDIA PEMBELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL

DI SMK N 2 WONOSARI

Nama Peneliti : Ibnu Hartopo

Responden : *Eg Nonyamb*

NIM : 13502244002

Jabatan : *Guru El*

Perguruan Tinggi : UNY

Saran/Komentar Media Pembelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol

⊖ PSK merupakan mapel baru sehingga perlu dukungan media pembelajaran untuk efektifitas pembelajaran.

⊖ IC AT Mega 16 (AVR) menjadi jenis IC yang baru untuk SMK sehingga perlu di dukung dengan modul yang sesuai

⊖ Saran : modul di sesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa SMK.

Gunungkidul, 16 Februari 2017

Responden

Eg Nonyamb
(*Eg Nonyamb*)



**DINAS PENDIDIKAN PEMUDA DAN OLAHRAGA
SMK NEGERI 2 WONOSARI**

Jl. KH. Agus Salim, Ledoksari, Kepek, Wonosari, Gunungkidul 55813
| Telepon : 0274-391019 | Fax : 0274-392454 |
Email : info@smkn2wonosari.sch.id / stmnegerigk@yahoo.com

LEMBAR OBSERVASI MEDIA PEMBELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL

DI SMK N 2 WONOSARI

Nama Peneliti : Ibnu Hartopo Responden : Happy Mugi Fitriani
NIM : 13502244002 Jabatan : Fikwi
Perguruan Tinggi : UNY

Saran/Komentar Media Pembelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol

Pada sistem Pembelajaran Perekayasaan sistem kontrol agar di permudah dan media # pembelajaran di buat ~~agar~~ lebih menyenangkan agar tidak mudah bosan dan lebih mudah menangkap materi.

Yogyakarta, Februari 2017

Responden

(...Happy...Mugi...Fitriani...)

Lampiran 6. Surat Permohonan Validator Instrumen Penelitian 1

Hal : Permohonan Validator Instrumen TAS
Lampiran : 1 Bendel


Kepada Yth,
Bapak Muslikhin, M.Pd.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:


Nama : Ibnu Hartopo
NIM : 13502244002
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan robot 3 DOF
(Degree of Freedom) Pada Mata Pelajaran Perencanaan
Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di
SMK Negeri 2 Wonosari

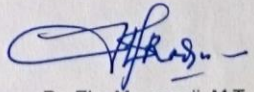
denga hormat mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) Kisi-kisi instrumen penelitian TAS, dan (3) draf instrumen penelitian TAS.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 27 Oktober 2017
Pemohon,

Ibnu Hartopo
NIM. 13502244002

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika

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

Pembimbing TAS,

Dr. Eko Marpanaji, M.T.
NIP. 19670608 199303 1 001

Lampiran 7. Surat Permohonan Validator Instrumen Penelitian 2

Hal : Permohonan sebagai Validator Instrumen TAS
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth,
Bapak Muhammad Munir, M.Pd.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengann ini saya:

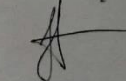
Nama : Ibnu Hartopo
NIM : 13502244002
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan robot 3 DOF
(Degree of Freedom) Pada Mata Pelajaran Perencanaan
Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di
SMK Negeri 2 Wonosari

dengan hormat mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) kisi-kisi instrumen penelitian, dan (3) draf instrumen penelitian TAS.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 22 Agustus 2017

Pemohon,

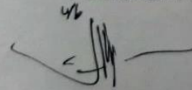


Ibnu Hartopo

NIM. 13502244002

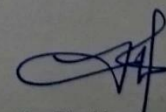
Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika



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

Pembimbing TAS,



Dr. Eko Marpanaji, M.T.
NIP. 19670608 199303 1 001

Lampiran 8. Surat Pernyataan Validasi Instrumen Penelitian 1

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muslichin, M. Pd
NIP : 198501012014041001
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

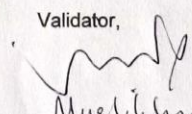
Menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Ibnu Hartopo
NIM : 13502244002
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan robot 3 DOF
(Degree of Freedom) Pada Mata Pelajaran Perekayasaan
Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di
SMK Negeri 2 Wonosari.

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

Layak digunakan untuk penelitian
 Layak digunakan dengan perbaikan
 Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan

Dengan saran/perbaikan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta,
Validator,

Muslichin, M. Pd
NIP

Catatan:
 Beri tanda ✓

Lampiran 9. Surat Pernyataan Validasi Instrumen Penelitian 2

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Munir, M.Pd
NIP :
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

Menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Ibnu Hartopo
NIM : 13502244002
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan robot 3 DOF
(Degree of Freedom) Pada Mata Pelajaran Perencanaan
Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di
SMK Negeri 2 Wonosari.

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

Layak digunakan untuk penelitian
 Layak digunakan dengan perbaikan
 Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan

Dengan saran/perbaikan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta,
Validator, 28/8/17
Muhammad Munir
.....
NIP

Catatan:
 Beri tanda ✓

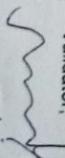
Lampiran 10. Hasil Validasi Instrumen Penelitian 1

HASIL VALIDASI INSTRUMEN PENELITIAN TAS

Nama : Ibnu Hartopo
 NIM : 13502244002

Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan robot 3 DOF (Degree of Freedom) Pada Mata Pelajaran Perakayasaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di SMK Negeri 2 Wonosari.

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
	Menyebutkan 4, 5, 12, 13,	Perbaikan untuk judul buku
	Media	Wawancara dari wawancara
	Saran 12, 13, 18	
Komentar umum/lain-lain: Saran untuk wawancara dan pengumpulan data lebih teliti dan beragam		

Yogyakarta.....
 Validator,

 M. P. S.
 NIP 158501072014091001

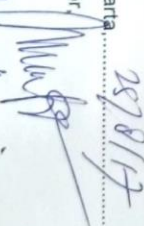

Lampiran 11. Hasil Validasi Instrumen Penelitian 2

HASIL VALIDASI INSTRUMEN PENELITIAN TAS

Nama : Ibnu Hartopo
NIM : 13502244002

Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan robot 3 DOF (*Degree of Freedom*) Pada Mata Pelajaran Perakayasaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di SMK Negeri 2 Wonosari.

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
	AK	Pada seri
	Komentar umum/lain-lain:	

Yogyakarta..... 28/8/17
Validator 
NIP 

Lampiran 12. Surat Permohonan Ahli Materi 1

Hal : Permohonan Evaluator Ahli Materi
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth,
Ibu Dessy Imawati, M.T.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

Nama : Ibnu Hartopo
NIM : 13502244002
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan robot 3 DOF
(Degree of Freedom) Pada Mata Pelajaran Perekayasaan
Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di
SMK Negeri 2 Wonosari

denga hormat mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan validasi materi penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) draf instrumen penelitian TAS, dan (3) media pembelajaran lengan robot 3 DOF (Degree of Freedom)

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 27 Oktober 2017

Pemohon,




Ibnu Hartopo

NIM 13502244002

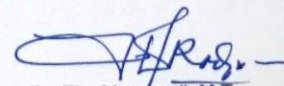
Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika



Dr. Fatchul Anfin, M.T.
NIP. 19720508 199802 1 002

Pembimbing TAS,



Dr. Eko Marpanaji, M.T.
NIP. 19670608 199303 1 001

Lampiran 13. Surat Permohonan Ahli Materi 2

Hal : Permohonan Evaluator Ahli Materi
Lampiran : 1 Bendel

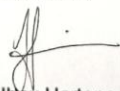
Kepada Yth,
Bapak Eka Triaryanto, S.Pd.T.
Guru Teknik Elektronika Industri
Di SMK Negeri 2 Wonosari Gunungkidul, Yogyakarta

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

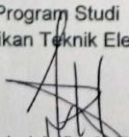
Nama : Ibnu Hartopo
NIM : 13502244002
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan robot 3 DOF
(Degree of Freedom) Pada Mata Pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di SMK Negeri 2 Wonosari

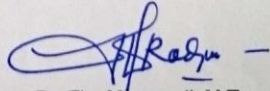
denga hormat mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan validasi media penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) draf instrumen penelitian TAS, dan (3) media pembelajaran lengan robot 3 DOF (Degree of Freedom)

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 27 Oktober 2017
Pemohon,

Ibnu Hartopo
NIM 13502244002

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika

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

Pembimbing TAS,

Dr. Eko Marpanaji, M.T.
NIP. 19670608 199303 1 001

Lampiran 14. Surat Permohonan Ahli Media 1

Hal : Permohonan Ahli Media
Lampiran : 1 Bendel


Kepada Yth,
Ibu Becti Wulandari, M.Pd.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:


Nama : Ibnu Hartopo
NIM : 13502244002
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan robot 3 DOF
(Degree of Freedom) Pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di SMK Negeri 2 Wonosari

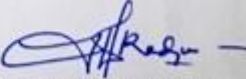
denga hormat mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan validasi media penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) draf instrumen penelitian TAS, dan (3) media pembelajaran lengan robot 3 DOF (Degree of Freedom)

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 27 Oktober 2017
Pemohon,

Ibnu Hartopo
NIM 13502244002

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika

Dr. Fatchu Ahfir, M.T.
NIP. 19720508 199802 1 002

Pembimbing TAS,

Dr. Eko Marpanaji, M.T.
NIP. 19670608 199303 1 001

Lampiran 15. Surat Permohonan Ahli Media 2

Hal : Permohonan Evaluator Ahli Media
Lampiran : 1 Bendel


Kepada Yth,
Bapak Edi Novianto, S.Pd.T.
Guru Teknik Elektronika Industri
Di SMK Negeri 2 Wonosari Gunungkidul, Yogyakarta

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

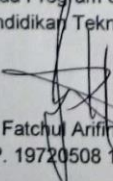
Nama : Ibnu Hartopo
NIM : 13502244002
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan robot 3 DOF (*Degree of Freedom*) Pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di SMK Negeri 2 Wonosari

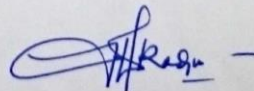
denga hormat mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan validasi materi penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) Kisi-kisi instrumen penelitian TAS, (3) draf instrumen penelitian TAS, dan (4) media pembelajaran lengan robot 3 DOF (*Degree of Freedom*)

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 27 Oktober 2017
Pemohon,

Ibnu Hartopo
NIM 13502244002

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika

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

Pembimbing TAS,

Dr. Eko Marpanaji, M.T.
NIP. 19670608 199303 1 001

Lampiran 16. Lembar Evaluasi Oleh Ahli Materi 1

LEMBAR EVALUASI
PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN LENGAN ROBOT 3 DOF
(DEGREE OF FREEDOM) PADA MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN
SISTEM KONTROL PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA
INDUSTRI DI SMK NEGERI 2 WONOSARI
OLEH AHLI MATERI

Mata Pelajaran : Perekayasaan Sistem Kontrol
Sasaran : Siswa Kelas XI EI SMK Negeri 2 Wonosari
Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF
(*Degree of Freedom*) Pada Mata Pelajaran Perekayasaan
Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri
Di SMK Negeri 2 Wonosari
Peneliti : Ibnu Hartopo
Evaluator :
Pekerjaan/Jabatan :

Deskripsi:
Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF yang kelengkapannya terdiri dari media pembelajaran dan modul pembelajaran. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam pengendalian motor servo menggunakan pemrograman mikrokontroler. Oleh karena itu, Bapak/Ibu sebagai ahli materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk:

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh ahli materi.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pernyataan yang memiliki empat rentang tanggapan.
3. Berilah tanda (✓) pada kolom sesuai dengan pendapat Anda dan keadaan yang sebenarnya.
4. Jawaban yang diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi:
 - a) STS (Sangat Tidak Setuju)

- b) TS (Tidak Setuju)
- c) KS (Kurang Setuju)
- d) S (Setuju)
- e) SS (Sangat Setuju)

5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus mata pelajaran Perekrayaan Sistem Kontrol.
6. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan				
		STS	TS	KS	S	SS
Kualitas Materi						
1.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF sesuai dengan silabus Perekrayaan Sistem Kontrol.					✓
2.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF dapat menunjang pencapaian tujuan pembelajaran sesuai dengan silabus Perekrayaan Sistem Kontrol.					✓
3.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF sudah sesuai dengan teori yang telah ada.					✓
4.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan materi yang sesuai dengan lengan robot 3 DOF.					✓
5.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan materi yang sesuai dengan silabus Perekrayaan Sistem Kontrol.					✓
6.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan materi yang sesuai dengan SKKNI Teknik Elektronika Industri				✓	
7.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan materi secara runtut.					✓

8.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan langkah-langkah latihan yang disusun secara runtut.					✓
9.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF mudah dipahami.					✓
10.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF disertai dengan simbol yang jelas.					✓
11.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF disertai dengan gambar yang jelas.					✓
12.	Modul pembelajaran lengan robot 3 DOF dilengkapi dengan latihan soal.					✓
13.	Modul pembelajaran lengan robot 3 DOF dilengkapi pengenalan <i>hardware</i> dan <i>software</i> .					✓
14.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF memiliki konsep yang sesuai dengan kemampuan intelektual siswa.				✓	
15.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan materi yang mencukupi kebutuhan siswa.					✓
16.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan prosedur keselamatan kerja yang mudah dipahami siswa.					✓
Kualitas Instruksional						
17.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF mempermudah guru dalam menyampaikan materi pemrograman mikrokontroler.					✓
18.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memperjelas siswa dalam memahami materi pemrograman mikrokontroler.					✓
19.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF membantu guru dalam proses pembelajaran.					✓

20.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF membantu siswa dalam proses pembelajaran.								✓
21.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF mempermudah dalam proses pembelajaran.								✓

Komentar dan Saran

No.	Saran Perbaikan
1.	memperbaiki flowchart.
2.	
3.	
4.	

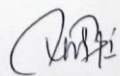
Kesimpulan

Media pembelajaran lengan robot 3 DOF pada mata pelajaran Perekayasa Sistem Kontrol dinyatakan:

- Dapat digunakan tanpa perbaikan
- Dapat digunakan dengan perbaikan
- Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, 22 Nov 2017

Validator


 Dessy Imawati
 19791214201022002

Lampiran 17. Lembar Evaluasi Oleh Ahli Materi 2

LEMBAR EVALUASI
PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN LENGAN ROBOT 3 DOF
(DEGREE OF FREEDOM) PADA MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN
SISTEM KONTROL PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA
INDUSTRI DI SMK NEGERI 2 WONOSARI
OLEH AHLI MATERI

Mata Pelajaran : Perekayasaan Sistem Kontrol
Sasaran : Siswa Kelas XI EI SMK Negeri 2 Wonosari
Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF
(*Degree of Freedom*) Pada Mata Pelajaran Perekayasaan
Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri
Di SMK Negeri 2 Wonosari
Peneliti : Ibnu Hartopo
Evaluator : Eka Triaryanto
Pekerjaan/Jabatan : Gun

Deskripsi:
Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF yang kelengkapannya terdiri dari media pembelajaran dan modul pembelajaran. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam pengendalian motor servo menggunakan pemrograman mikrokontroler. Oleh karena itu, Bapak/Ibu sebagai ahli materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk:

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh ahli materi.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pernyataan yang memiliki empat rentang tanggapan.
3. Berilah tanda (\checkmark) pada kolom sesuai dengan pendapat Anda dan keadaan yang sebenarnya.
4. Jawaban yang diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi:
 - a) STS (Sangat Tidak Setuju)

- b) TS (Tidak Setuju)
 - c) KS (Kurang Setuju)
 - d) S (Setuju)
 - e) SS (Sangat Setuju)
5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus mata pelajaran Perekrayasaan Sistem Kontrol.
 6. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan				
		STS	TS	KS	S	SS
Kualitas Materi						
1.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF sesuai dengan silabus Perekrayasaan Sistem Kontrol.					✓
2.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF dapat menunjang pencapaian tujuan pembelajaran sesuai dengan silabus Perekrayasaan Sistem Kontrol.					✓
3.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF sudah sesuai dengan teori yang telah ada.					✓
4.	Modul pendukung menyajikan materi yang sesuai dengan lengan robot 3 DOF.					✓
5.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan materi yang sesuai dengan silabus Perekrayasaan Sistem Kontrol.					✓
6.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan materi yang sesuai dengan SKKNI Teknik Elektronika Industri					✓
7.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan materi secara runtut.					✓

8.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan langkah-langkah latihan yang disusun secara runtut.					✓
9.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF mudah dipahami.				✓	
10.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF disertai dengan simbol yang jelas.					✓
11.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF disertai dengan gambar yang jelas.					✓
12.	Modul pembelajaran lengan robot 3 DOF dilengkapi dengan latihan soal.					✓
13.	Modul pembelajaran lengan robot 3 DOF dilengkapi pengenalan <i>hardware</i> dan <i>software</i>					✓
14.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF memiliki konsep yang sesuai dengan kemampuan intelektual siswa.				✓	
15.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan materi yang mencukupi kebutuhan siswa.					✓
16.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan prosedur keselamatan kerja yang mudah dipahami siswa.					✓
Kualitas Instruksional						
17.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF mempermudah guru dalam menyampaikan materi pemograman mikrokontroler.					✓
18.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memperjelas siswa dalam memahami materi pemograman mikrokontroler.					✓
19.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF membantu guru dalam proses pembelajaran.					✓

20.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF membantu siswa dalam proses pembelajaran.						✓
21.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF mempermudah dalam proses pembelajaran.						✓

Komentar dan Saran

No.	Saran Perbaikan
1.	
2.	
3.	
4.	

Kesimpulan

Media pembelajaran lengan robot 3 DOF pada mata pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol dinyatakan:

- Dapat digunakan tanpa perbaikan
- Dapat digunakan dengan perbaikan
- Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, 13-11-2017

Validator



EFA TRIAL-ANTO
NIP. 19810518 200303 102

Lampiran 18. Lembar Evaluasi Oleh Ahli Media 1

LEMBAR EVALUASI
PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN LENGAN ROBOT 3 DOF
(DEGREE OF FREEDOM) PADA MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN
SISTEM KONTROL PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA
INDUSTRI DI SMK NEGERI 2 WONOSARI
OLEH AHLI MEDIA

Mata Pelajaran : Perekayasaan Sistem Kontrol
Sasaran : Siswa Kelas XI EI SMK Negeri 2 Wonosari
Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF
(*Degree of Freedom*) Pada Mata Pelajaran Perekayasaan
Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri
Di SMK Negeri 2 Wonosari
Peneliti : Ibnu Hartopo
Evaluator : Bekti Wulandari
Pekerjaan/Jabatan : Dosen pendidikan teknik elektronika

Deskripsi:
Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF yang kelengkapannya terdiri dari media pembelajaran dan modul pembelajaran. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam pengendalian motor servo menggunakan pemrograman mikrokontroler. Oleh karena itu, Bapak/Ibu sebagai ahli media dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk:

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh ahli media.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pernyataan yang memiliki empat rentang tanggapan.
3. Berilah tanda (✓) pada kolom sesuai dengan pendapat Anda dan keadaan yang sebenarnya.
4. Jawaban yang diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi:
 - a) STS (Sangat Tidak Setuju)

- b) TS (Tidak Setuju)
- c) KS (Kurang Setuju)
- d) S (Setuju)
- e) SS (Sangat Setuju)

1. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus mata pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol.
2. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan				
		STS	TS	KS	S	SS
Kualitas Teknis						
1.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki pengaturan tata letak komponen yang mudah dipahami guru.				✓	
2.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki pengaturan tata letak komponen yang mudah dipahami siswa.				✓	
3.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki kombinasi warna tulisan dengan latar belakang yang sesuai.				✓	
4.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki kombinasi warna tulisan dengan latar belakang yang menarik perhatian siswa.				✓	
5.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF menggunakan ukuran tulisan yang konsisten.					✓
6.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF menggunakan jenis tulisan yang sesuai.					✓
7.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF secara keseluruhan memiliki tulisan yang mudah dibaca.					✓

8.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki ukuran komponen yang terlihat jelas.				✓	
9.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki komponen <i>display</i> yang terlihat jelas.				✓	
10.	Penyambungan kabel pada soket media pembelajaran lengan robot 3 DOF dapat dilakukan dengan mudah.					✓
11.	Penyambungan media pembelajaran ke PC menggunakan kabel USB tipe B dapat dilakukan dengan mudah.				✓	
12.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF secara keseluruhan dapat digunakan dengan mudah.				✓	
13.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF menerapkan prosedur keselamatan kerja sehingga aman digunakan dalam pembelajaran.					✓
14.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF secara keseluruhan aman digunakan dalam pembelajaran.				✓	
Kualitas Instruksional						
15.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memberikan kesempatan bagi siswa untuk membuktikan teori pemograman mikrokontroler.				✓	
16.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF meningkatkan perhatian siswa.					✓
17.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memudahkan siswa dalam memahami materi.				✓	

18.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memudahkan guru dalam menyampaikan materi						✓
-----	---	--	--	--	--	--	---

Komentar dan Saran

No.	Saran Perbaikan
1.	warna blok diagram di modul di bedakan
2.	
3.	
4.	

Kesimpulan

Media pembelajaran lengan robot 3 DOF pada mata pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol dinyatakan:

- Dapat digunakan tanpa perbaikan
- Dapat digunakan dengan perbaikan
- Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, 22 NOV 2017

Validator

Bekti Wulandari

Bekti Wulandari

Lampiran 19. Lembar Evaluasi Media Oleh Ahli Media 2

LEMBAR EVALUASI
PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN LENGAN ROBOT 3 DOF
(DEGREE OF FREEDOM) PADA MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN
SISTEM KONTROL PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA
INDUSTRI DI SMK NEGERI 2 WONOSARI
OLEH AHLI MEDIA

Mata Pelajaran : Perekayasaan Sistem Kontrol
Sasaran : Siswa Kelas XI EI SMK Negeri 2 Wonosari
Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF
(*Degree of Freedom*) Pada Mata Pelajaran Perekayasaan
Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri
Di SMK Negeri 2 Wonosari
Peneliti : Ibnu Hartopo
Evaluator : Edy Noviyanto. S.Pd.T
Pekerjaan/Jabatan : Guru

Deskripsi:
Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF yang kelengkapannya terdiri dari media pembelajaran dan modul pembelajaran. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam pengendalian motor servo menggunakan pemrograman mikrokontroler. Oleh karena itu, Bapak/Ibu sebagai ahli media dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk:

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh ahli media.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pernyataan yang memiliki empat rentang tanggapan.
3. Berilah tanda (√) pada kolom sesuai dengan pendapat Anda dan keadaan yang sebenarnya.
4. Jawaban yang diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi:
 - a) STS (Sangat Tidak Setuju)

- b) TS (Tidak Setuju)
- c) KS (Kurang Setuju)
- d) S (Setuju)
- e) SS (Sangat Setuju)

1. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus mata pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol.
2. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan				
		STS	TS	KS	S	SS
Kualitas Teknis						
1.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki pengaturan tata letak komponen yang mudah dipahami guru.					✓
2.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki pengaturan tata letak komponen yang mudah dipahami siswa.					✓
3.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki kombinasi warna tulisan dengan latar belakang yang sesuai.				✓	
4.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki kombinasi warna tulisan dengan latar belakang yang menarik perhatian siswa.				✓	
5.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF menggunakan ukuran tulisan yang konsisten.				✓	
6.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF menggunakan jenis tulisan yang sesuai.				✓	
7.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF secara keseluruhan memiliki tulisan yang mudah dibaca.					✓

8.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki ukuran komponen yang terlihat jelas.				✓	
9.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki komponen <i>display</i> yang terlihat jelas.					✓
10.	Penyambungan kabel pada soket media pembelajaran lengan robot 3 DOF dapat dilakukan dengan mudah.				✓	
11.	Penyambungan media pembelajaran ke PC menggunakan kabel USB tipe B dapat dilakukan dengan mudah.					✓
12.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF secara keseluruhan dapat digunakan dengan mudah.					✓
13.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF menerapkan prosedur keselamatan kerja sehingga aman digunakan dalam pembelajaran.					✓
14.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF secara keseluruhan aman digunakan dalam pembelajaran.					✓
Kualitas Instruksional						
15.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memberikan kesempatan bagi siswa untuk membuktikan teori pemograman mikrokontroler.				✓	
16.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF meningkatkan perhatian siswa.					✓
17.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memudahkan siswa dalam memahami materi.					✓

18.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memudahkan guru dalam menyampaikan materi						✓
-----	---	--	--	--	--	--	---

Komentar dan Saran

No.	Saran Perbaikan
1.	Perlu di tambahkan tulisan /identifikasi motor.
2.	Perlu di tambahkan penunjuk derajat
3.	
4.	

Kesimpulan

Media pembelajaran lengan robot 3 DOF pada mata pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol dinyatakan:

- Dapat digunakan tanpa perbaikan
- Dapat digunakan dengan perbaikan
- Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, 13 Nov 2017

Validator



Edo Noviyanto. ST
NIP. 19811062010011008.

Lampiran 20. Lembar Uji Fungsionalitas

FUNCTIONABILITY TEST

Judul : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF
(*Degree of Freedom*) Pada Mata Pelajaran Perekeyasaan Sistem
Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di SMK
Negeri 2 Wonosari

Nama : Akbar Aliyavi

Jabatan : Mahasiswa

A. Checklist

Berilah tanda *check* (✓) pada kolom **Sukses** jika pengujian berhasil
diperasikan sesuai dengan yang diharapkan, dan **Gagal** jika pengujian tidak
dapat dioperasikan.

No	Pengujian	Hasil	
		Sukses	Gagal
1.	Menghidupkan media pembelajaran lengan robot 3 DOF	✓	
2.	Mematikan media pembelajaran lengan robot 3 DOF	✓	
3.	Men- <i>download</i> program dari PC kedalam media pembelajaran lengan robot 3 DOF	✓	
4.	Mempraktikkan program input output pada media pembelajaran lengan robot 3 DOF	✓	
5.	Mempraktikkan program ADC dan LDC pada media pembelajaran lengan robot 3 DOF	✓	
6.	Mempraktikkan program servo dengan delay pada media pembelajaran lengan robot 3 DOF	✓	
7.	Mempraktikkan program servo dengan timer pada media pembelajaran lengan robot 3 DOF	✓	
8.	Mempraktikkan program lengan robot 3 DOF pada media pembelajaran lengan robot 3 DOF	✓	

Lampiran 21. Lembar Evaluasi Media Oleh Ahli Siswa

LEMBAR EVALUASI

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN LENGAN ROBOT 3 DOF
(DEGREE OF FREEDOM) PADA MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN
SISTEM KONTROL PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA
INDUSTRI DI SMK NEGERI 2 WONOSARI**

OLEH RESPONDEN (SISWA)

Mata Pelajaran : Perekayasaan Sistem Kontrol
Sasaran : Siswa Kelas XI EI SMK Negeri 2 Wonosari
Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF
(*Degree of Freedom*) Pada Mata Pelajaran Perekayasaan
Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri
Di SMK Negeri 2 Wonosari
Peneliti : Ibnu Hartopo
Responden : FARHAN NURDIANSYAH
Pekerjaan/Jabatan : PELAJAR

Deskripsi:
Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran Lengan Robot 3 DOF yang kelengkapannya terdiri dari media pembelajaran dan modul pembelajaran. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam pengendalian motor servo menggunakan pemrograman mikrokontroler. Oleh karena itu, Bapak/Ibu sebagai ahli media dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk:

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh responden (siswa).
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pernyataan yang memiliki empat rentang tanggapan.
3. Berilah tanda (√) pada kolom sesuai dengan pendapat Anda dan keadaan yang sebenarnya.
4. Jawaban yang diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi:
 - a) STS (Sangat Tidak Setuju)

- b) TS (Tidak Setuju)
- c) KS (Kurang Setuju)
- d) S (Setuju)
- e) SS (Sangat Setuju)

1. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus mata pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol.
2. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan				
		STS	TS	KS	S	SS
Kualitas Teknis						
1.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki pengaturan tata letak komponen yang teratur.				✓	
2.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki pengaturan tata letak komponen yang mudah dipahami siswa.				✓	
3.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki kombinasi warna tulisan dengan latar belakang yang sesuai.				✓	
4.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki kombinasi warna dengan latar belakang yang menarik perhatian siswa.				✓	
5.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF menggunakan ukuran tulisan yang konsisten.				✓	
6.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF menggunakan jenis tulisan yang sesuai.				✓	
7.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF secara keseluruhan memiliki tulisan yang mudah dibaca.					✓
8.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memiliki ukuran komponen yang terlihat jelas.					✓
9.	Penyambungan kabel pada soket media pembelajaran lengan robot 3 DOF dapat dilakukan dengan mudah.					✓
10.	Penyambungan media pembelajaran ke PC menggunakan kabel USB tipe B dapat dilakukan dengan mudah.					✓


11.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF secara keseluruhan dapat digunakan dengan mudah.					✓
12.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF menerapkan prosedur keselamatan kerja sehingga aman digunakan dalam pembelajaran.					✓
13.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF secara keseluruhan aman digunakan dalam pembelajaran.					✓
Kualitas Materi						
14.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF mudah dipahami.					✓
15.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF disertai dengan simbol yang jelas.					✓
16.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF disertai dengan gambar yang jelas.					✓
17.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF dilengkapi dengan latihan soal.					✓
18.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF disusun secara lengkap.					✓
19.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan langkah kerja yang mudah dipahami siswa.					✓
20.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan materi yang mencukupi kebutuhan siswa.					✓
21.	Modul pendukung lengan robot 3 DOF menyajikan prosedur keselamatan kerja yang mudah dipahami siswa.					✓
Kualitas Instruksional						
22.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memberikan kesempatan bagi siswa untuk membuktikan teori pemograman mikrokontroler.					✓
23.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF meningkatkan perhatian siswa dalam pembelajaran.					✓
24.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memudahkan siswa dalam memahami materi.					✓
25.	Media pembelajaran lengan robot 3 DOF memudahkan dalam proses pembelajaran.					✓

Komentar dan Saran

No.	Saran Perbaikan
1.	Sangat membantu, Lanjutkan
2.	
3.	
4.	

Yogyakarta, 09 - 12 - 2017

Responden


farhan.w

Lampiran 23. Tabel Nilai r Product Moment

NILAI-NILAI r PRODUCT MOMENT

N	Taraf Signif		N	Taraf Signif		N	Taraf Signif	
	5%	1%		5%	1%		5%	1%
3	0.997	0.999	27	0.381	0.487	55	0.266	0.345
4	0.950	0.990	28	0.374	0.478	60	0.254	0.330
5	0.878	0.959	29	0.367	0.470	65	0.244	0.317
6	0.811	0.917	30	0.361	0.463	70	0.235	0.306
7	0.754	0.874	31	0.355	0.456	75	0.227	0.296
8	0.707	0.834	32	0.349	0.449	80	0.220	0.286
9	0.666	0.798	33	0.344	0.442	85	0.213	0.278
10	0.632	0.765	34	0.339	0.436	90	0.207	0.270
11	0.602	0.735	35	0.334	0.430	95	0.202	0.263
12	0.576	0.708	36	0.329	0.424	100	0.195	0.256
13	0.553	0.684	37	0.325	0.418	125	0.176	0.230
14	0.532	0.661	38	0.320	0.413	150	0.159	0.210
15	0.514	0.641	39	0.316	0.408	175	0.148	0.194
16	0.497	0.623	40	0.312	0.403	200	0.138	0.181
17	0.482	0.606	41	0.308	0.398	300	0.113	0.148
18	0.468	0.590	42	0.304	0.393	400	0.098	0.128
19	0.456	0.575	43	0.301	0.389	500	0.088	0.115
20	0.444	0.561	44	0.297	0.384	600	0.080	0.105
21	0.433	0.549	45	0.294	0.380	700	0.074	0.097
22	0.423	0.537	46	0.291	0.376	800	0.070	0.091
23	0.413	0.526	47	0.288	0.372	900	0.065	0.086
24	0.404	0.515	48	0.284	0.368	1000	0.062	0.081
25	0.396	0.505	49	0.281	0.364			
26	0.388	0.496	50	0.279	0.361			

Sumber: (Nurgiantoro, 2009: 382)

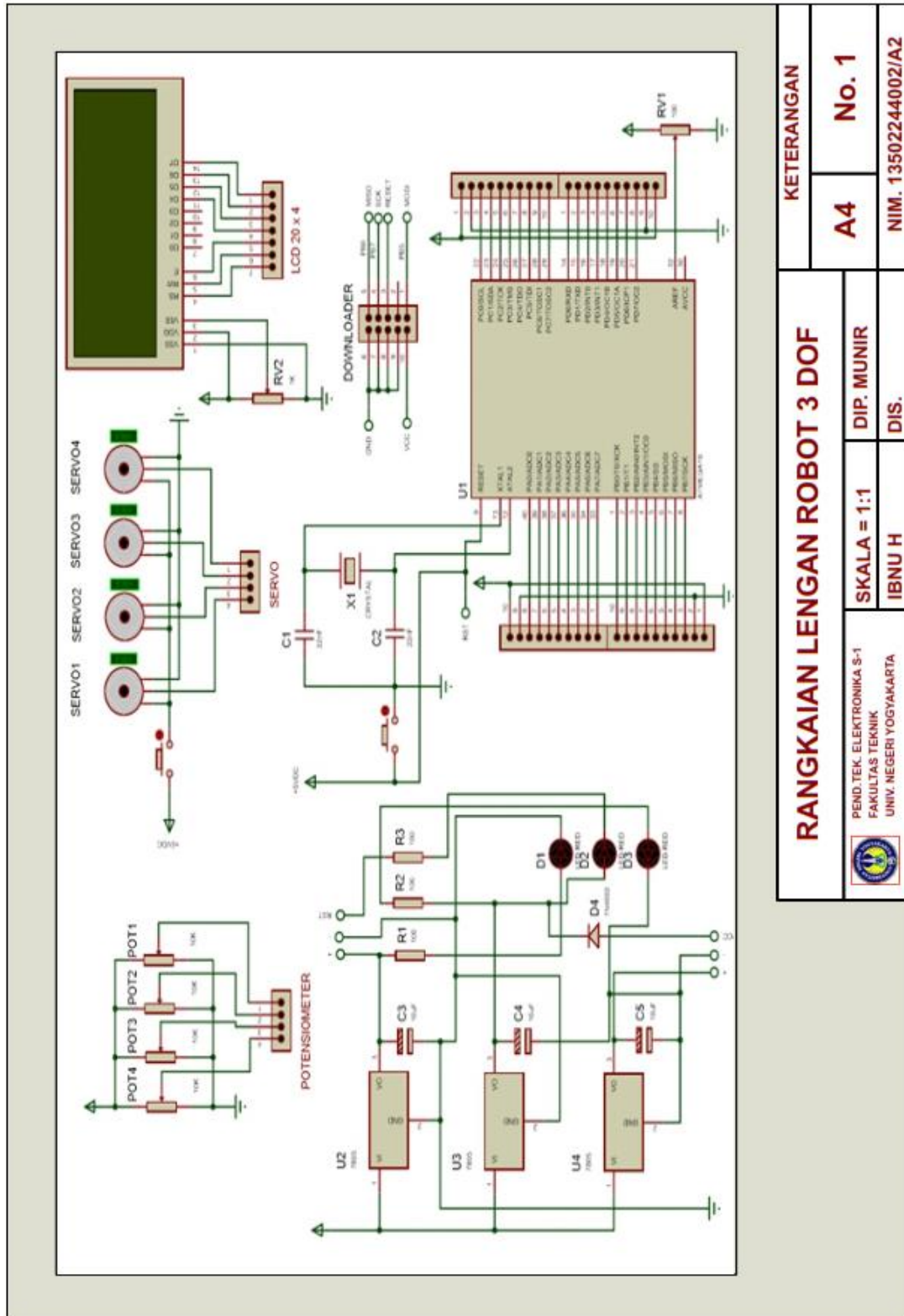
Lampiran 25. Hasil Uji Pemakaian Oleh Siswa

Responden	Skor			Presentase (%)				Total (%)
	Kualitas Teknis	Kualitas Materi	Kualitas Instruksional	Total	Kualitas Teknis	Kualitas Materi	Kualitas Instruksional	
1	52	34	16	102	80,00	85,00	80,00	81,60
2	54	31	13	98	83,08	77,50	65,00	78,40
3	58	34	17	109	89,23	85,00	85,00	87,20
4	52	35	17	104	80,00	87,50	85,00	83,20
5	54	29	14	97	83,08	72,50	70,00	77,60
6	50	27	18	95	76,92	67,50	90,00	76,00
7	55	34	20	109	84,62	85,00	100,00	87,20
8	57	36	18	111	87,69	90,00	90,00	88,80
9	59	32	17	108	90,77	80,00	85,00	86,40
10	52	32	16	100	80,00	80,00	80,00	80,00
11	56	35	19	110	86,15	87,50	95,00	88,00
12	49	32	17	98	75,38	80,00	85,00	78,40
13	50	32	16	98	76,92	80,00	80,00	78,40
14	54	32	16	102	83,08	80,00	80,00	81,60
15	47	31	16	94	72,31	77,50	80,00	75,20
16	56	34	18	108	86,15	85,00	90,00	86,40
17	52	30	16	98	80,00	75,00	80,00	78,40
18	56	35	17	108	86,15	87,50	85,00	86,40
19	50	31	14	95	76,92	77,50	70,00	76,00
20	47	31	16	94	72,31	77,50	80,00	75,20
21	48	32	15	95	73,85	80,00	75,00	76,00
22	57	37	20	114	87,69	92,50	100,00	91,20
23	52	32	16	100	80,00	80,00	80,00	80,00
24	52	32	16	100	80,00	80,00	80,00	80,00
25	51	32	16	99	78,46	80,00	80,00	79,20
26	57	35	18	110	87,69	87,50	90,00	88,00
27	50	31	16	97	76,92	77,50	80,00	77,60
28	59	36	20	115	90,77	90,00	100,00	92,00
29	50	31	16	97	76,92	77,50	80,00	77,60
30	52	32	16	100	80,00	80,00	80,00	80,00
31	54	30	18	102	83,08	75,00	90,00	81,60
32	56	36	19	111	86,15	90,00	95,00	88,80
Σ	1698	1043	537	3278	81,63	81,48	83,91	81,95

Lampiran 26. Dokumentasi

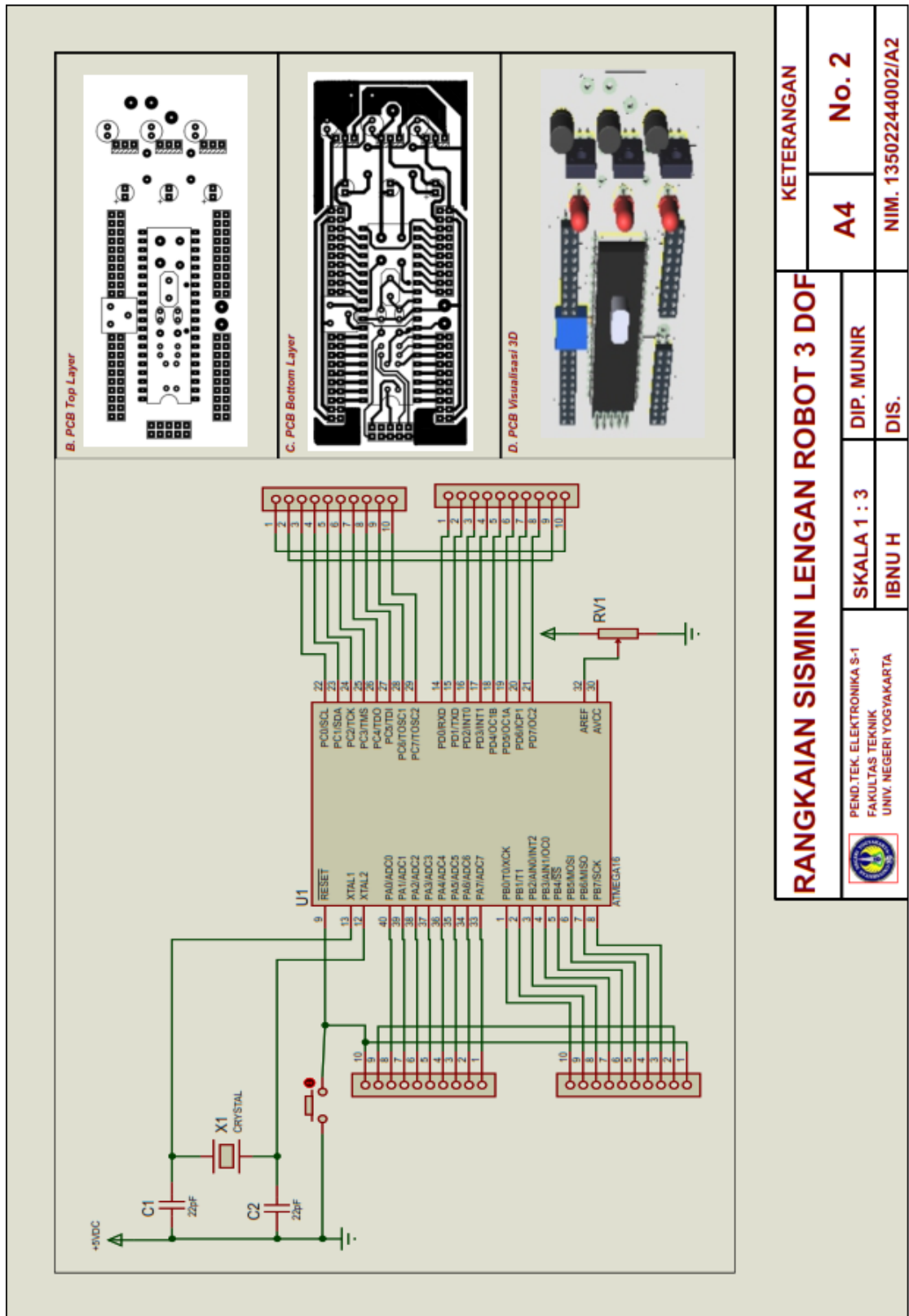


Lampiran 27. Skema Rangkaian



RANGKAIAN LINGGARAN ROBOT 3 DOF		KETERANGAN	
		A4	No. 1
 PEND. TEK. ELEKTRONIKA S-1 FAKULTAS TEKNIK UNIV. NEGERI YOGYAKARTA	SKALA = 1:1	DIP. MUNIR	
	IBNU H	DIS.	
		NIM. 13502244002/A2	

Lampiran 28. Rangkaian Sismin Lengan Robot 3 DOF



RANGKAIAN SISMIN LENGAN ROBOT 3 DOF		KETERANGAN	
		A4	No. 2
	PEND. TEK. ELEKTRONIKA S-1	SKALA 1 : 3	DIP. MUNIR
	FAKULTAS TEKNIK	IBNU H	DIS.
UNIV. NEGERI YOGYAKARTA		NIM. 13502244002/A2	