

**PENGEMBANGAN ROBOT LENGAN LENTUR
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA KOMPETENSI DASAR
PEMAHAMAN PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL
DI SMK N 2 PENGASIH**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

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



Oleh:
Tri Hartono
13501247007

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2015**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGEMBANGAN ROBOT LENGAN LENTUR SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN PADA KOMPETENSI DASAR PEMAHAMAN PRINSIP
DASAR SISTEM KONTROL DI SMK NEGERI 2 PENGASIH**

Disusun Oleh:

Tri Hartono
NIM 13501247007

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

Yogyakarta, 20 Mei 2015

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektro,



Muh. Khairudin, Ph.D
NIP. 19790412 200212 1 002

Disetujui,
Dosen Pembimbing,



Muh. Khairudin, Ph.D
NIP. 19790412 200212 1 002

SURAT PERNYATAAN

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Tri Hartono
NIM : 13501247007
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Menyatakan bahwa karya ilmiah ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, karya ilmiah ini tidak berisi materi yang ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya ilmiah yang lazim.

Apabila ternyata terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya dan bagian dari payung penelitian Bapak Moh. Khairudin,

Yogyakarta, 10 Juni 2015

Penulis,



Tri Hartono

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi



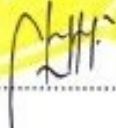
**PENGEMBANGAN ROBOT LENGAN LENTUR
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA KOMPETENSI DASAR
PEMAHAMAN PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL
DI SMK N 2 PENGASIH**

Disusun oleh:

Tri Hartono

13501247007


Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 5 Juni tahun 2015

TIM PENGUJI		
Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Moh. Khairudin, Ph.D Ketua Penguji/Pembimbing		16/6-2015
Sigit Yatmono, M.T Sekretaris	
Nurhening Yuniarti, M.T Penguji Utama		16/6-2015

Yogyakarta, Juni 2015

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,


Dr. Moch. Bruri Triyono
NIP. 19560216 198603 1 003

MOTTO

- *Hari ini lebih baik daripada hari kemarin dan esok lebih baik dari hari ini*

Persembahan:

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, Karya ini kupersembahkan kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta.
2. Keluarga besar dan dosen pengajar yang selalu memberikan motivasi dan dorongan untuk menyelesaikan studi.
3. UNY sebagai almamaterku.

**PENGEMBANGAN ROBOT LENGAN LENTUR SEBAGAI MEDIA
PEMBELAJARAN PADA KOMPETENSI DASAR PEMAHAMAN PRINSIP
DASAR SISTEM KONTROL DI SMK N 2 PENGASIH**

Oleh :
Tri Hartono
13501247007

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mendapatkan model robot yang tepat sebagai media pembelajaran untuk kompetensi dasar prinsip dasar sistem kontrol, (2) mengetahui kelayakan robot lengan lentur sebagai media pembelajaran untuk kompetensi dasar pemahaman prinsip dasar sistem kontrol, (3) mengetahui respon penilaian siswa terhadap robot lengan lentur sebagai media pembelajaran untuk kompetensi dasar pemahaman prinsip dasar sistem kontrol.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan (*research and development*). Model pengembangan produk mengadaptasi model pengembangan *ADDIE* yang dikembangkan oleh Lee & Owens (2004) terdiri atas: (1) analisis (*analysis*), (2) perancangan (*design*), (3) pengembangan dan implementasi (*development and implementation*), dan (4) evaluasi (*evaluation*). Untuk mengetahui tingkat kelayakan robot lengan lentur sebagai media pembelajaran dengan menganalisis data yang diperoleh dari uji kelayakan oleh 2 ahli media, 2 ahli materi, data hasil penilai uji coba kelompok kecil, dan data hasil uji coba lapangan yang melibatkan 32 siswa kelas XI Teknik Elektronika Industri SMK N 2 Pengasih. Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis data deskriptif.

Hasil penelitian ini adalah: (1) berupa produk robot lengan lentur yang tepat digunakan dalam mata pelajaran perancangan 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”.

Kata Kunci: *robot lengan lentur, media pembelajaran, elektronika industri, pemahaman prinsip dasar sistem kontrol*

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum wr. wb.

Puji syukur penulis kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu untuk Rosullulah Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya. Skripsi yang berjudul "Pengembangan robot lengan lentur sebagai media pembelajaran pada kompetensi dasar pemahaman dasar sistem kontrol di SMK N 2 Pengasih" disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan teknik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Moch. Bruri Triyono, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Bapak Ketut Ima Ismara, M.Pd, M. Kes selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta dan sekaligus validator instrumen.
3. Bapak Nur Kholis, M.Pd, selaku Sekretaris Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta dan sekaligus validator instrumen.
4. Bapak Muh. Khairudin Ph.D selaku dosen pembimbing dan Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta yang dengan sabar memberikan pengarahan, bimbingan, dan petunjuk selama penyusunan skripsi dan selaku pembimbing akademik.
5. Kedua orang tuaku tercinta yang selalu menjadi inspirasi dan semangat saya untuk menjalani kehidupan.
6. Teman-teman seperjuangan *Electrical Engineering'13* program kelanjutan studi UNY yang telah memberi arahan, motivasi dan jangan pernah lupa kenangan-kenangan manis selama kuliah.

Semua pihak yang telah mendukung dan membantu terselesainya proyek akhir ini. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik dalam isi maupun penyusunannya, untuk itu masukan berupa kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan dan kemajuan dimasa akan datang. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan semua pihak serta dapat menjadi amal ibadah.

Yogyakarta, 10 Juni 2015
Penulis,

Tri Hartono

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
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. MANFAAT PENELITIAN	6
G. SPESIFIKASI PRODUK	7
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	8
A. KAJIAN TEORI	8
1. Pengertian Pembelajaran	8
2. Pengertian Media Pembelajaran	8
3. Manfaat Media Pembelajaran	9
4. Klasifikasi Media Pembelajaran	10
5. Penilaian Media Pembelajaran.....	11
6. Robot Lengan Lentur	11
a. Perangkat Keras Robot Lengan Lentur	12
1) Arduino	12
2) Motor DC	13
3) Penggerak Motor	14
4) Catu Daya.....	16
5) Sensor Putaran.....	16
b. Perangkat Lunak Robot Lengan Lentur.....	17
7. Mata Pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol	18
B. KAJIAN PENELITIAN YANG RELEVAN	20
C. KERANGKA PIKIR.....	21

D. PERTANYAAN PENELITIAN	22
BAB III. METODE PENELITIAN	23
A. MODEL PENGEMBANGAN	23
B. PROSEDUR PENGEMBANGAN	23
1. Analisis	24
2. Desain.....	24
3. Pengembangan dan Implementasi	25
4. Evaluasi	25
a. Uji Coba Kelompok Kecil	25
b. Uji Coba Kelompok Lapangan	26
C. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN	26
1. Tempat Penelitian	26
2. Waktu Penelitian	26
D. SUBYEK PENELITIAN	26
E. METODE DAN ALAT PENGUMPULAN DATA	27
1. Teknik Pengumpulan Data	27
2. Instrumen Penelitian	27
a. Instrumen Uji Kelayakan Media	28
b. Instrumen Uji Kelayakan Materi	28
c. Instrumen Penilaian Siswa Terhadap Media	29
3. Validitas Instrumen	31
4. Reliabilitas Instrumen	31
F. TEKNIK ANALISIS DATA	32
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	34
A. Deskripsi Data Uji Coba	34
1. Prosedur Pengembangan	34
a. Analisis	34
b. Desain.....	35
c. Pengembangan dan Implementasi	39
d. Evaluasi	40
2. Data Penelitian	41
a. Data Hasil Uji Kelayakan Produk	41
b. Data Hasil Respon Penilaian Siswa	42
B. Analisis data.	44
1. Analisa Data Hasil Uji Kelayakan Produk.....	44
2. Analisa Data Hasil Respon Penilaian Siswa.....	48
C. Kajian Produk	50
1. Robot Lengan Lentur	50
2. <i>Jobsheet</i>	51
D. Pembahasan Hasil Penelitian	51
1. Model media pembelajaran <i>jobsheet</i> dan robot lengan lentur	51
2. Kelayakan	52

3. Respon Siswa.....	53
BAB V. KESIMPULAN	56
A. Simpulan.....	56
B. Keterbatasan Produk	57
C. Pengembangan Lebih Lanjut	57
D. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
Lampiran-Lampiran	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Arduino.....	13
Gambar 2. Motor DC Tipe 420024	14
Gambar 3. Penggerak Motor 5 A dengan IC	15
Gambar 4. <i>Rotary Encoder</i>	17
Gambar 5. Diagram model pengembangan ADDIE.....	24
Gambar 6. Kurva Normal	33
Gambar 7. Sistem Minimum ATMEGA 328P.....	35
Gambar 8. Penggerak Motor 5 Ampere	36
Gambar 9. Motor DC.....	36
Gambar 10. Sensor putaran.....	37
Gambar 11. Modul Penyearah Kit	38
Gambar 12. Desain Rangka Robot	38
Gambar 13. <i>Software</i> Pendukung	39
Gambar 14. Implementasi Robot Lengan Lentur.....	40
Gambar 15. Bagian Robot Keseluruhan.....	50
Gambar 16. Bagian Catu Daya, Arduino dan Penggerak Motor	50
Gambar 17. <i>Software</i> Pendukung Robot.....	51
Gambar 18. Diagram Lingkaran Distribusi Frekuensi Hasil Uji Coba Kelompok Kecil	54
Gambar 19. Diagram Lingkaran Distribusi Frekuensi Hasil Uji Coba Lapangan	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol	18
Tabel 2. Materi Pokok Kompetensi Dasar Pemahaman Prinsip Dasar Sistem Kontrol	19
Tabel 3. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Media.....	28
Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen Untuk Ahli Materi.....	29
Tabel 5. Kisi-kisi intrumen penilaian siswa.....	30
Tabel 6. Skor Pernyataan	31
Tabel 7. Pedoman Tingkat Reabilitas Instrumen.....	32
Tabel 8. Kategori Penilaian	33
Tabel 9. Data Hasil Uji Kelayakan Ahli Media	41
Tabel 10. Data Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi.....	42
Tabel 11. Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil	42
Tabel 12. Data Hasil Uji Coba Kelompok Lapangan	43
Tabel 13. Konversi Rerata Skor Total Skala Empat	44
Tabel 14. Konversi Rerata Skor Skala Empat Aspek Desain Tampilan dan Manfaat.....	45
Tabel 15. Konversi Rerata Skor Skala Empat Aspek Pengoperasian Media.....	45
Tabel 16. Data Hasil Penilaian Ahli Media	45
Tabel 17. Konversi Rerata Skor Skala Empat Ahli Materi	46
Tabel 18. Konversi Rerata Skor Skala Empat Aspek Kualitas Materi.....	47
Tabel 19. Konversi Rerata Skor Skala Empat Aspek Manfaat	47
Tabel 20. Data Hasil Penilaian Ahli Materi	47
Tabel 21. Konversi Skor Total Skala Empat.....	48
Tabel 22. Data Hasil Penilaian Ahli Media	52

Tabel 23. Data Hasil Penilaian Ahli Materi	53
Tabel 24. Distribusi Frekuensi Hasil Uji Coba Kelompok Kecil	53
Tabel 25. Distribusi Frekuensi Hasil Uji Coba Lapangan.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Penelitian	61
Lampiran 2. Validasi Instrumen.....	69
Lampiran 3. Surat Ijin Penelitian	73
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	77
Lampiran 5. Analisis Data	78
Lampiran 6. Uji Kelayakan	87
Lampiran 7. Desain Program	94
Lampiran 8. Perangkat Pembelajaran.....	108

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi yang sangat pesat di era globalisasi saat ini telah memberikan banyak manfaat dalam kemajuan diberbagai aspek sosial. Penggunaan teknologi oleh manusia dalam membantu menyelesaikan pekerjaan merupakan hal yang menjadi keharusan dalam kehidupan. Salah satu yang berkembang sangat pesat yaitu teknologi robot. Diberitakan oleh portal teknologi CBN (Adhi Maulana, 2015), Sangbae Kim menjelaskan manusia akan lebih sering melihat robot di berbagai tempat. Perkembangan teknologi ini juga harus diikuti dengan perkembangan pada Sumber Daya Manusia (SDM).

Manusia sebagai pengguna teknologi harus mampu memanfaatkan teknologi yang ada saat ini, maupun perkembangan teknologi tersebut selanjutnya. Adaptasi manusia dengan teknologi baru yang telah berkembang wajib untuk dilakukan melalui pendidikan. Hal ini dilakukan agar generasi penerus tidak tertinggal dalam hal teknologi baru. Dengan begitu, teknologi dan pendidikan mampu berkembang bersama seiring dengan adanya generasi baru sebagai penerus generasi lama. Beberapa cara adaptasi tersebut dapat diwujudkan dalam bentuk pelatihan maupun pendidikan.

Kualitas seorang pekerja tercermin dari penguasaan kompetensi pada suatu bidang tertentu. Akan tetapi pada kenyataannya, kualitas pekerja di Indonesia masih belum dapat memenuhi kebutuhan pasar dunia kerja. Salah satu indikasi yang menonjol saat ini yaitu banyaknya lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang menganggur. Diberitakan harian kompas (Estu Suryowati, 2014) menurut Kepala Badan Pusat Statistik Suryamin, mengatakan bahwa

tingkat pengangguran terbuka pada Agustus 2014 untuk pendidikan, SMK menempati posisi tertinggi, yaitu sebesar 11,24%. Dari data tersebut diketahui bahwa angka keterserapan lulusan SMK di dunia kerja masih rendah.

Salah satu faktor rendahnya keterserapan lulusan SMK, yaitu tidak sinkronnya dengan dunia industri. Diberitakan harian kompas (Estu Suryowati, 2014) menurut Kepala Badan Pusat Statistik Suryamin, mengatakan belum adanya *link and match* antara pendidikan kejuruan dengan permintaan industri menyebabkan lulusan SMK adalah yang paling banyak menganggur. Solusinya yaitu SMK perlu memperbaiki kompetensi siswa. Kompetensi lulusan SMK berkaitan erat dengan kualitas penyelenggaraan pendidikan. Untuk mencapai kualitas pendidikan yang baik, tentunya dibutuhkan kualitas kegiatan pembelajaran yang baik pula. Kualitas kegiatan pembelajaran yang baik tercermin dari keaktifan siswa saat mengikuti pembelajaran. Strategi pembelajaran yang dapat digunakan untuk meningkatkan keaktifan siswa adalah penggunaan metode dan media pembelajaran yang tepat. Metode pembelajaran yang digunakan harus sesuai dengan karakteristik siswa. Sedangkan media pembelajaran yang dimanfaatkan harus dapat mempermudah proses pembelajaran.

Media pembelajaran sangat dibutuhkan dalam menunjang proses pembelajaran. Pihak sekolah wajib memberikan fasilitas berupa media pembelajaran yang inovatif serta mengikuti perkembangan teknologi di dunia pendidikan sehingga dengan media pembelajaran tersebut diharapkan kompetensi siswa menjadi lebih baik. Berdasarkan perkembangannya, media pembelajaran dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok yaitu media tradisional dan media teknologi mutakhir. Media tradisional merupakan media

yang masih bersifat konvensional. Sedangkan media teknologi mutakhir merupakan media pembelajaran yang sudah memanfaatkan perkembangan teknologi.

Kurikulum 2013 menuntut guru untuk lebih kreatif dan inovatif dalam menentukan dan mengembangkan media pembelajaran yang akan digunakan di kelas. Diberitakan harian kedaulatan rakyat (Asa, 2014) menurut Musa Asy'arie, mengatakan kreativitas guru menjadi faktor penting dan utama dalam upaya perbaikan kualitas pendidikan. Salah satu bentuk inovasi media pembelajaran yang berkembang saat ini adalah media pembelajaran berbasis robot. Sebagai media pembelajaran, fungsi utama robot adalah untuk memfasilitasi guru dan siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran yang dirumuskan dalam kurikulum di suatu sekolah.

Sekolah merupakan lembaga yang dirancang untuk menyelenggarakan kegiatan belajar mengajar. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 2 Pengasih merupakan Sekolah Menengah Kejuruan yang menyelenggarakan kegiatan belajar mengajar di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta. Terdapat beberapa program keahlian yang ditawarkan di SMK Negeri 2 Pengasih. Salah satu program keahlian yang ditawarkan yaitu teknik elektronika industri. Program keahlian teknik elektronika industri merupakan program keahlian yang mempelajari bidang kendali yang berkembang di dunia industri. Materi bidang tersebut diajarkan pada mata pelajaran produktif. Mata pelajaran produktif yang diajarkan salah satunya adalah perekayasaan sistem kontrol. Sementara, pemahaman prinsip dasar sistem kontrol merupakan pokok bahasan yang terdapat pada mata perekayasaan sistem kontrol. Pokok bahasan ini dalam

penyampaian materinya membutuhkan media pembelajaran yang tepat agar dapat menambah daya tarik siswa terhadap mata pelajaran tersebut.

Berdasarkan pengamatan peneliti selama observasi pada kegiatan pembelajaran mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol, guru menggunakan media pembelajaran visual (slide presentasi), cetak (buku). Selama proses pembelajaran, kegiatan pembelajaran cenderung berjalan satu arah karena guru berperan dominan sebagai pusat penyampai materi, sehingga siswa cenderung pasif/kurang antusias. Hal tersebut menyebabkan pembelajaran berlangsung kurang efektif jika dibandingkan dengan alokasi waktu pelajaran. Untuk itu peneliti tertarik melakukan penelitian tentang pengembangan robot sebagai media pembelajaran.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang muncul antara lain:

1. Perkembangan teknologi sangat pesat seharusnya diadaptasi oleh instansi pendidikan dan pelatihan.
2. Kompetensi SMK belum memenuhi kriteria yang dibutuhkan dunia industri.
3. Penggunaan media pembelajaran yang kurang bervariasi dan inovatif.
4. Pembelajaran dengan menggunakan pemanfaatan teknologi masih kurang.
5. Kegiatan pembelajaran cenderung berjalan satu arah.

C. Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian sehingga tidak melebar jauh dari topik permasalahan yang diteliti, maka permasalahan dalam penelitian ini perlu dibatasi. Penelitian ini dibatasi pada pokok permasalahan mengenai pengembangan robot lengan lentur sebagai media pembelajaran untuk kompetensi dasar pemahaman prinsip dasar sistem kontrol di SMK Negeri 2 Pengasih

D. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan batasan masalah yang telah dikemukakan diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah model robot yang tepat sebagai media pembelajaran untuk kompetensi dasar pemahaman prinsip dasar sistem kontrol?
2. Bagaimanakah kelayakan robot lengan lentur sebagai media pembelajaran untuk kompetensi dasar pemahaman prinsip dasar sistem kontrol?
3. Bagaimanakah respon penilaian siswa terhadap robot lengan lentur sebagai media pembelajaran untuk kompetensi dasar prinsip dasar sistem kontrol?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah:

1. Mendapatkan model robot yang tepat sebagai media pembelajaran untuk kompetensi dasar prinsip dasar sistem kontrol
2. Mengetahui kelayakan robot lengan lentur sebagai media pembelajaran untuk kompetensi dasar prinsip dasar sistem kontrol.

3. Mengetahui respon penilaian siswa terhadap robot lengan lentur sebagai media pembelajaran untuk kompetensi dasar pemahaman prinsip dasar sistem kontrol.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peserta didik, produk penelitian ini dapat;
 - a. Dimanfaatkan sebagai media pembelajaran yang mampu meningkatkan prestasi belajar, khususnya pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol pokok bahasan pemahaman prinsip dasar sistem kontrol.
 - b. Memberikan pengalaman siswa dalam memecahkan masalah menggunakan media yang sering digunakan di dunia industri.
2. Bagi guru, produk dari penelitian ini dapat dijadikan alternatif media pembelajaran pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol pokok bahasan pemahaman prinsip dasar sistem kontrol.
3. Bagi mahasiswa sebagai peneliti, penelitian ini diharapkan menjadi kajian maupun referensi ilmiah dalam bidang pendidikan, sehingga selanjutnya terdapat penelitian lanjutan mengenai permasalahan sejenis dengan hasil yang lebih baik.
4. Bagi sekolah, penelitian ini dapat menjadi masukan positif terhadap kemajuan sekolah, terutama dalam bidang pengembangan media pembelajaran.

F. Spesifikasi Produk

Spesifikasi teknik robot lengan lentur yaitu:

Dimensi	: Tinggi = 28 cm, lebar = 30 cm, panjang = 115 cm
Berat	: 32 Kilogram
Bahan dudukan robot	: Besi
Bahan lengan robot	: Aluminium dan akrilik
Sensor	: Sensor <i>incremental encoder</i>
Kendali	: Arduino uno
<i>Interface</i>	: Serial dengan komputer
Output	: Motor DC
<i>Software</i> pengoperasian	: Arduino dan Matlab
Sumber daya	: 220 V AC

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. KAJIAN TEORI

1. Pengertian Pembelajaran

Pembelajaran merupakan kegiatan yang melibatkan seseorang dalam upaya memperoleh suatu pengetahuan, keterampilan dan nilai-nilai positif dengan memanfaatkan berbagai sumber untuk belajar (Rudi Susilana, Cepi Riyana, 2009: 1). Rayandra menjelaskan pembelajaran merupakan segala sesuatu yang membawa informasi dan pengetahuan dalam interaksi yang berlangsung antara pendidik dan peserta didik (Rayandra Asyhar, 2012: 7).

Berdasarkan beberapa pengertian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran merupakan interaksi yang berlangsung antara pendidik dan peserta didik guna memperoleh pengetahuan, keterampilan dan nilai-nilai positif lainnya.

2. Pengertian Media Pembelajaran

Media merupakan salah satu komponen komunikasi, yaitu sebagai pembawa pesan dari komunikator menuju komunikan (Daryanto, 2010: 4). AECT (*Association of Education and Communication Technology*) menyatakan bahwa media adalah apa saja yang digunakan untuk menyalurkan informasi (Rayandra Asyhar, 2012: 4). Apabila dikaitkan dengan kegiatan pembelajaran maka media dapat diartikan sebagai alat komunikasi yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk membawa informasi dari pengajar ke peserta didik (Hamzah, B. Uno dan Nina Lamatenggo, 2011: 121).

Media pembelajaran adalah proses mengembangkan kepribadian dengan bantuan bahan atau media, yang bertujuan untuk lebih berinteraksi dengan

media, mengembangkan kreatifitas, keterampilan dalam berkomunikasi, berpikir kritis, menyatakan persepsi, interpretasi, menganalisis dan mengevaluasi media teks, dan mengajar dengan menggunakan media teknologi (Alexander Fedorov, 2008: 6). Gerlach dan Ely memaknai pengertian media pembelajaran memiliki cakupan yang sangat luas, yaitu termasuk manusia, materi atau kajian yang membangun suatu kondisi yang membuat peserta didik mampu untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap (Rayandra Asyhar, 2003: 7).

Berdasarkan beberapa pengertian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa media adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari komunikator ke komunikannya. Sedangkan media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk membangun atau mengembangkan kepribadian peserta didik untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap.

3. Manfaat Media Pembelajaran

Beberapa manfaat media pembelajaran menurut Rusman, Deni Kurniawan, dan Cipi Riyana (2012: 172) diantaranya:

- a. Pembelajaran akan lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar.
- b. Memperjelas materi pembelajaran dalam memperoleh tujuan pembelajaran yang lebih baik.
- c. Metode pembelajaran akan lebih bervariasi, tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata oleh guru, sehingga siswa tidak bosan.
- d. Siswa lebih aktif dalam pembelajaran seperti mengamati, melakukan, mendemostrasikan, dan lain-lain.

Menurut Daryanto (2010: 16-17), secara umum media berguna untuk: (1) memperjelas pesan agar tidak terlalu verbalistis, (2) mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan daya indera, (3) menimbulkan gairah belajar, interaksi lebih langsung antara murid dan sumber belajar, (4) memungkinkan anak belajar mandiri sesuai dengan bakat dan kemampuan visual, auditori dan kinestetiknya, (5) Memberi pengalaman dan menimbulkan persepsi yang sama.

Berdasarkan beberapa pengertian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa manfaat media pembelajaran yaitu: (1) membangkitkan motivasi belajar siswa, (2) memperjelas penyampaian materi, (3) meningkatkan perhatian siswa, (4) menyamakan persepsi peserta didik.

4. Klasifikasi Media Pembelajaran

Menurut Schraam, media digolongkan menjadi media rumit, mahal dan sederhana. Schamm juga mengelompokan media menurut kemampuan daya liputan, yaitu (1) Liputan luas dan serentak seperti TV, radio, dan facsimile; (2) liputan terbatas pada ruangan, seperti film, video, slide; (3) media untuk belajar individual, seperti buku, modul, program belajar dengan komputer (Daryanto, 2010: 4).

Klasifikasi media menurut bentuk penyajian dan cara penyajiannya, yaitu (1) kelompok kesatu; grafis, bahan cetak, gambar diam, (2) kelompok kedua; media proyeksi diam, (3) kelompok ketiga; media audio, (4) kelompok keempat; media audio visual diam, (5) kelompok kelima; media gambar hidup/film, (6) kelompok keenam; media televisi, (7) kelompok ketujuh; multi media (Rudi Susilana, Cepi Riyana, 2009: 14)

Berdasarkan beberapa pengertian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa media cetak dan media objek termasuk dalam klasifikasi media pembelajaran. Media obyek merupakan media tiga dimensi yang menyampaikan informasi tidak dalam bentuk penyajian melainkan melalui ciri fisiknya sendiri, seperti bentuknya, ukurannya, beratnya warnanya dan sebagainya. Sedangkan media cetak adalah media visual yang proses pembuatannya melalui proses percetakan/*printing* (Rudi Susilana, Cepi Riyana, 2009: 14). Berdasarkan uraian dan pendapat tersebut, maka media yang tepat untuk mendukung pembelajaran adalah penggunaan media yang termasuk dalam golongan media objek dan cetak. Proses pembelajaran praktikum dapat menggunakan media tersebut, yaitu media cetak dalam bentuk *jobsheet* dan media objek dalam bentuk robot.

5. Penilaian Media Pembelajaran

Penilaian media pembelajaran terdiri dari empat aspek yaitu: (1) Desain dan unjuk kerja media, (2) pengoperasian media, (3) manfaat media, dan (6) Materi dalam media (Aditya Prabhandita, 2012: 48). Sedangkan penilaian media pembelajaran menurut Fathuropik terdiri dari empat aspek yaitu: (1) Desain tampilan, (2) kualitas materi, (3) kemanfaatan, (4) teknis (Fathuropik, 2014: 37).

Berdasarkan beberapa penafsiran di atas, maka dapat disimpulkan bahwa untuk menilai media pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa aspek yaitu: (1) Desain tampilan, (2) pengoperasian media, (3) kualitas materi, (4) kemanfaatan.

6. Robot Lengan Lentur

Kata robot berasal dari bahasa Czech, *robota*, yang berarti pekerja. Robot adalah peralatan elektro-mekanik atau bio-mekanik, atau gabungan peralatan yang menghasilkan gerakan otonomi maupun berdasarkan gerakan yang

diperintahkan (Sandy Halim, 2007: 1). Lengan robot adalah robot yang biasa digunakan untuk mengambil dan memindahkan barang. Lengan ini dapat terpasang pada robot yang bergerak atau pada sebuah tempat yang statis (Taufiq Dwi Septian Suyadhi, 2010: 2). Kamus Bahasa Indonesia mendefinisikan, lentur yaitu mudah dikeluk-kelukkan atau tidak kaku (Kamus Bahasa Indonesia Online, 2014: 1).

Berdasarkan beberapa pengertian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa robot lengan lentur adalah robot yang bisa memindahkan barang atau bergerak dengan cepat secara otomatis maupun diprogram, yang dapat dipasang pada robot yang bergerak maupun tempat yang statis dan sifat bahan dasar lengannya tidak kaku. Robot membutuhkan perangkat lunak dan perangkat keras supaya dapat beroperasi.

a. Perangkat keras robot lengan lentur

1) Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel (Gambar 1). Mikrokontroler itu sendiri adalah *chip* atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai “otak” yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan *assembler* yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan contoh-contoh program arduino.



Gambar 1. Arduino
(Sumber: [www.arduino.co.cc](http://www.arduino.cc))

Arduino kit bisa digunakan menggunakan catu daya dari USB dan catu daya tersendiri dengan kisaran 7-12 V. Berikut spesifikasi arduino:

- Mikrokontroler ATmega 328.
- Tegangan kerja 5 V.
- Tegangan masukan yang direkomendasikan 7-12 V.
- Batas tegangan minimal 6 V dan maksimal 20 V.
- Pin *Digital I/O* 14 (6 pin dapat menghasilkan PWM).
- *Analog Input* 6 pin.
- Arus DC untuk setiap *input* dan *output* adalah 40 mA.
- Arus DC untuk pin 3.3 V adalah 50 mA.

2) Motor DC

Motor DC adalah peralatan elektromekanik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang disain awal diperkenalkan oleh Michel Faraday (Endra Pitowarno, 2006: 76). Motor DC menggunakan medan magnet stator untuk mengontrol gerakan, medan magnet berada di rotor. Prinsip kerja motor DC yaitu perbedaan kutub medan magnet yang dihasilkan oleh fase tegangan yang berbeda. Tujuan motor adalah untuk menghasilkan gaya gerak (torsi).

Motor DC GM 420024 merupakan Motor DC dengan 2 buah kanal *magnetic encoder*.



Gambar 2. Motor DC Tipe 420024
(Sumber: *datasheet* GM 42xx, 2013: 1)

Spesifikasi motor DC yaitu;

- Tegangan kerja: 12 - 14 Volt.
- Konsumsi arus tanpa beban: 900 mA pada tegangan 12 V
- Konsumsi arus maksimal: 5500 mA pada tegangan 12 V
- Torsi maksimum: 10 kg.cm pada tegangan 12 V
- Kecepatan putar maksimum: 248 rpm pada tegangan 12 V
- Bentuk dan ukuran *shaft*: Silinder 2 cm
- Dimensi tanpa *shaft*: 45 mm (d) x 107.2 mm (p)
- Perbandingan *gearbox*: 1 : 24

3) Penggerak motor (*driver motor*).

Penggerak motor merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengendalikan motor, baik arah putarannya maupun kecepatan putar motor tersebut. Jenis rangkaian penggerak motor dapat dibagi menjadi 2 kategori, yaitu kategori berdasarkan arah putaran dan kategori komponen utama penyusun rangkaiannya (Taufiq Dwi Septian Suyadhi, 2010: 463). Berdasarkan arah putaran penggerak motor ada dua, yaitu penggerak motor searah jarum jam dan penggerak motor berlawanan arah jarum jam. Berdasarkan komponen utama

penyusunnya penggerak motor dibagi dua, yaitu penggerak dengan transistor dan penggerak dengan IC (*integrated circuit*).

Embedded Module Series (EMS) 5 A H-Bridge merupakan penggerak H-Bridge yang didisain untuk menghasilkan gerakan 2 arah dengan arus kontinyu sampai dengan 5 A pada tegangan 5 Volt sampai 40 Volt. Modul ini dilengkapi dengan rangkaian sensor arus beban yang dapat digunakan sebagai umpan balik ke pengendali. Modul ini mampu menggerakkan beban-beban induktif seperti misalnya relay, solenoida, motor DC, motor stepper, dan berbagai macam beban lainnya.



Gambar 3. Penggerak Motor 5 A dengan IC
(Sumber: *e-manual* EMS 5A, 2013: 1)

EMS 5A termasuk dalam kategori penggerak dengan IC (*integrated circuit*). Spesifikasi EMS 5A yaitu;

- Terdiri dari 1 *driver full H-Bridge*
- Mampu melewatkan arus kontinyu 5 A.
- *Range* tegangan output untuk beban: 5 V sampai 40 V.
- Dilengkapi dengan dioda eksternal untuk pengamanan beban induktif.

4) 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 (Taufiq Dwi Septian Suyadhi, 2010: 8). Salah satu catu daya yang biasa digunakan dalam robotika yaitu catu daya dengan transformator. Transformator merupakan komponen kelistrikan yang memiliki kegunaan untuk mengonversi tegangan tinggi AC menjadi tegangan rendah AC. Catu daya melalui tiga tahapan yaitu; (1) proses penyearahan arus, (2) proses penyaringan tegangan, (3) proses penstabilan tegangan (Taufiq Dwi Septian Suyadhi, 2010: 95).

Catu daya pada robot ini menggunakan sumber listrik AC 220 volt pada lilitan primer trafo 5A dan 2A, kemudian tegangan diturunkan menjadi 12 volt pada lilitan sekunder. Tegangan 12 V AC disearahkan menggunakan rangkaian dioda *full wave rectifier*. Tegangan DC tersebut kemudian diolah kembali oleh IC regulator 7812. IC regulator berfungsi sebagai pengolah tegangan diatas 12 volt DC menjadi stabil pada tegangan 12 volt DC.

5) *Sensor rotary/shaft encoder.*

Sensor rotary adalah peralatan elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. *Rotary encoder* umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh *rotary encoder* untuk diteruskan oleh rangkaian kendali.



Gambar 4. *Rotary Encoder*
(Sumber: *datasheet* autonics 30 s, 2014: 1)

Sensor ini memiliki pin output A, B dan Z. Rangkaian penghasil pulsa yang digunakan umumnya memiliki output yang berubah dari +5V menjadi 0.5V ketika cahaya diblok oleh piringan dan ketika diteruskan ke *photo-transistor*.

b. Perangkat lunak robot lengan lentur

Perangkat lunak untuk robot ini menggunakan 2 *software* yaitu arduino dan matlab. Arduino merupakan *software* gratis yang bisa diperoleh dari *website* resmi arduino. *Software* ini merupakan pengembangan bahasa pemrograman C yang telah disederhanakan. *Software* arduino terdapat contoh-contoh program yang memungkinkan arduino terkoneksi dengan perangkat lain, salah satunya yaitu dengan komputer. *Software* arduino dapat diinstalasikan pada berbagai macam sistem operasi komputer.

Matlab adalah interaktif program untuk komputasi numerik dan visualisasi data, program ini digunakan oleh *control engineer* untuk mendesain dan menganalisis suatu sistem kendali. Matlab memiliki fitur GUI (*Graphical User Interface*). Fitur GUI dapat menampilkan data dalam bentuk grafik, sehingga dapat mempermudah pengguna dalam menganalisis data. GUI dapat didesain untuk bisa terhubung dengan perangkat mikrokontroler seperti arduino kit.

7. Mata Pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol

Sekolah menengah kejuruan (SMK) merupakan salah satu bentuk satuan pendidikan formal yang menyelenggarakan pendidikan kejuruan pada jenjang pendidikan menengah sebagai lanjutan dari SMP, MTs, atau bentuk lain yang sederajat atau lanjutan dari hasil belajar yang diakui setara dengan SMP/MTs. SMK sering disebut juga STM (Sekolah Teknik Menengah).

Mata pelajaran perencanaan sistem kontrol merupakan salah satu kompetensi kejuruan yang terdapat pada kurikulum 2013 program keahlian teknik elektronika industri. Mata diklat ini merupakan salah satu mata pelajaran produktif yang terdapat pada jurusan Teknik Elektronika Industri di SMK N 2 Pengasih. Menurut struktur kurikulum mata pelajaran tersebut pada kurikulum 2013, pokok bahasan perencanaan sistem kontrol dibahas pada semester gasal dikelas XI teknik elektronika industri.

Bidang kompetensi ini merupakan bidang kajian yang penting bagi siswa SMK, karena terkait erat dengan teknologi yang dikembangkan dan diaplikasikan di industri saat ini. Dalam kegiatannya siswa akan mempelajari berbagai macam piranti baik sensor, transduser dan piranti lunak pendukungnya.

Berdasarkan struktur kurikulum 2013, mata pelajaran perencanaan sistem kontrol merumuskan kompetensi dasar berikut ini;

Tabel 1. Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol

Kompetensi Inti (KI)	Kompetensi Dasar
KI 1	1.1 Menyadari sempurnanya konsep Tuhan tentang benda-benda dengan fenomenanya untuk dipergunakan sebagai aturan dalam melaksanakan pekerjaan di bidang perencanaan sistem kontrol 1.2. Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama sebagai tuntunan dalam melaksanakan pekerjaan di bidang perencanaan sistem kontrol
KI 2	2.1. Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin

	tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam dalam melaksanakan pekerjaan di bidang perekayasaan sistem kontrol. 2.2. Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah perbedaan konsep berpikir dalam melakukan tugas di bidang perekayasaan sistem kontrol. 2.3. Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam melakukan pekerjaan di bidang perekayasaan sistem kontrol.
KI 3	3.1. Memahami prinsip dasar sistem kontrol 3.2. Mengenal dasar karakteristik <i>Transient Response</i>
KI 4	4.3. Mengenal dasar pemrograman mikrokontroler 4.4. Mengenal dasar pemrograman PLC

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

Berdasarkan kompetensi dasar yang dirumuskan di atas, secara umum materi pokok pemahaman prinsip dasar sistem kontrol dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Materi Pokok Kompetensi Dasar Pemahaman Prinsip Dasar Sistem Kontrol

Kelompok	Materi Pokok
1. Mengetahui terminology dan simbol (perbandingan sistem <i>open-loop</i> versus <i>closed-loop</i>)	1. Pengertian kontrol
2. Mengenal <i>software</i> kontrol dan elektronik. (Matlab, dan <i>Liveware/EWB/National Instruments /Eagle</i>)	2. Pengertian matlab
3. Memahami jenis desain sistem (<i>Continues</i> : Analog dan Diskrit: Digital)	3. Sistem kontrol analog dan digital
4. Mampu menerapkan simulasi karakteristik <i>transient response system</i> dengan menggunakan matlab	

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

Materi pembelajaran yang akan disajikan menggunakan media pembelajaran berbasis robot lengan lentur dibatasi pada materi pokok bahasan pemahaman prinsip dasar sistem kontrol. Materi yang disajikan dikelompokkan sesuai dengan Tabel 2.

B. KAJIAN PENELITIAN YANG RELEVAN

Penelitian Tusep Partana dengan judul Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif pada Mata Pelajaran Sistem Kontrol Elektropneumatik Untuk Siswa Program Keahlian Teknik Otomasi Industri di SMK N 2 Depok pada tahun 2014. Jenis penelitiannya adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan model pengembangan ADDIE. Tahapan dalam penelitian ini terdiri atas tahap analisis, tahap perencanaan, tahap pengembangan dan implementasi, dan tahap evaluasi. Subjek penelitian adalah 36 siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Otomasi Industri SMK N 2 Pengasih. Hasil penelitian (1) produk penelitian pengembangan ini berupa multimedia pembelajaran interaktif dengan Macromedia Flash, (2) kelayakan media dalam kategori sangat layak 69,7%, dan tanggapan siswa termasuk dalam kategori layak dengan persentase 52%.

Penelitian Roni Setiawan dengan judul Pengembangan Robot Pendeteksi Obyek Berdasarkan Warna Dengan Sensor Kamera Sebagai Media Pembelajaran. Jenis penelitiannya adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan model pengembangan Borg ang Gall, dilanjutkan dengan mengadopsi langkah-langkah Kemmis ang Mc Taggart. Instrumen penelitian menggunakan instrumen non-tes yaitu angket/kuosioner dan instrumen tes yaitu pretes dan postes. Uji validitas instrumen non-tes menggunakan uji validitas konstruk dan uji validitas item, sedangkan uji validitas instrumen tes dengan menggunakan uji validitas konstruk dan uji validitas isi. Pengolahan data penelitian dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Subyek penelitian ini adalah peserta didik kelas E angkatan 2010/2011 jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Hasil

penelitian (1) Unjuk kerja media pembelajaran berupa robot pendeteksi objek dinyatakan layak dan lulus uji; (2) Tingkat kelayakan media pembelajaran dinyatakan layak dengan presentase rata-rata 78,2%; (3) Peningkatan prestasi peserta didik dengan menggunakan media pembelajaran ini adalah dengan presentase rata-rata sebesar 33,56%.

C. KERANGKA PIKIR

Perekayasa sistem kontrol merupakan pelajaran yang sangat erat kaitannya dengan dunia industri. Pelajaran ini belum lama diselenggarakan oleh sekolah, sehingga belum banyak media yang berbasis teknologi dikembangkan. Media pembelajaran yang digunakan sebelumnya adalah media cetak buku yang bersifat konvensional dan simulasi di komputer. Inovasi-inovasi media pembelajaran berbasis teknologi yang sering digunakan dalam dunia industri perlu diterapkan.

Penggunaan robot lengan lentur sangat tepat digunakan dalam proses pembelajaran. Selain banyak digunakan di industri, media ini bisa memberikan pengalaman yang nyata bagi para siswa. Siswa akan lebih termotivasi dalam melaksanakan pembelajaran. Robot ini dirancang supaya mudah dioperasikan oleh siswa. Tujuannya adalah agar proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan mudah difahami oleh siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan robot lengan lentur setelah diterapkan.

D. PERTANYAAN PENELITIAN

1. Bagaimana unjuk kerja robot lengan lentur sebagai media pembelajaran pemahaman prinsip dasar sistem kontrol?
2. Bagaimana kelayakan robot lengan lentur sebagai media pembelajaran pemahaman prinsip dasar sistem kontrol berdasarkan:
 - a. Penilaian ahli media pada tahapan validasi ahli?
 - b. Penilaian ahli materi pada tahapan validasi ahli?
3. Bagaimanakah respon penilaian siswa terhadap media pembelajaran berbasis robot lengan lentur pada:
 - a. Tahapan uji coba kelompok kecil?
 - b. Tahapan uji coba lapangan?