

**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, 10 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 pengarahannya, 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 Perekrayasaan 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 instrumen 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 Cepi 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 verbalistik, (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)

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 pengaman 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/hidraulis, 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 enginer* 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 Perekayasaan 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 perekayasaan 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 perekayasaan 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 perekayasaan sistem kontrol merumuskan kompetensi dasar berikut ini;

Tabel 1. Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Perekayasaan 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 perekayasaan sistem kontrol 1.2. Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama sebagai tuntunan dalam melaksanakan pekerjaan di bidang perekayasaan sistem kontrol
KI 2	2.1. Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin

	<p>tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam melaksanakan pekerjaan di bidang perekayasaan sistem kontrol.</p> <p>2.2. Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah perbedaan konsep berpikir dalam melakukan tugas di bidang perekayasaan sistem kontrol.</p> <p>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.</p>
KI 3	<p>3.1. Memahami prinsip dasar sistem kontrol</p> <p>3.2. Mengenal dasar karakteristik <i>Transient Response</i></p>
KI 4	<p>4.3. Mengenal dasar pemrograman mikrocontroller</p> <p>4.4. Mengenal dasar pemrograman PLC</p>

(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
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui terminology dan simbol (perbandingan sistem <i>open-loop</i> versus <i>closed-loop</i>) 2. Mengenal <i>software</i> kontrol dan elektronik. (Matlab, dan <i>Liveware/EWB/National Instruments /Eagle</i>) 3. Memahami jenis desain sistem (<i>Continues</i>: Analog dan Diskrit: Digital) 4. Mampu menerapkan simulasi karakteristik <i>transient response system</i> dengan menggunakan matlab 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengertian kontrol 2. Pengertian matlab 3. Sistem kontrol analog dan digital

(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-langah 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

Perekayasaan 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?

BAB III

METODE PENELITIAN

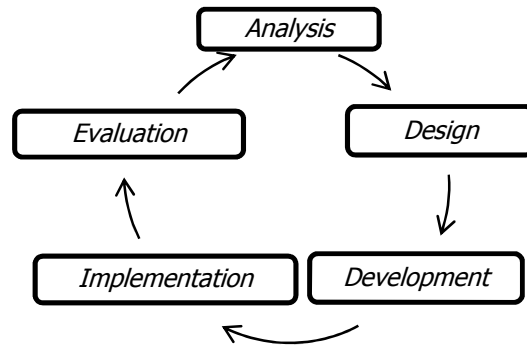
A. Model Pengembangan

Penelitian dan pengembangan media pembelajaran robot lengan lentur ini termasuk dalam metode Penelitian dan Pengembangan (*research and development*) dalam bidang pendidikan. Penelitian ini bertujuan pokok untuk mengembangkan dan memvalidasi produk-produk pembelajaran yang layak dimanfaatkan dan sesuai dengan kebutuhan. Pengembangan difokuskan pada penerapan perangkat keras berupa sebuah robot lengan lentur untuk mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol. Model pengembangan media pembelajaran ini menggunakan model pengembangan *ADDIE* yang diadaptasi dari Lee & Owens. *ADDIE* merupakan singkatan dari *analysis* (analisis), *design* (perancangan), *development and implementation* (pengembangan dan implementasi), dan *evaluation* (evaluasi).

Tahapan dalam penelitian dan pengembangan media pembelajaran robot lengan lentur mengacu pada langkah-langkah penelitian dan pengembangan yang juga dikemukakan oleh Sugiyono (Sugiyono, 2013: 409), kemudian langkah tersebut diadaptasikan dengan model penelitian pengembangan model *ADDIE*.

B. Prosedur Pengembangan

Tahapan dalam model pengembangan *ADDIE* ini terdapat beberapa poin yang selaras dengan langkah-langkah yang dikemukakan oleh Sugiyono (Sugiyono, 2013: 409), sehingga adaptasi dari langkah penelitian dan pengembangan dengan model pengembangan dapat dilakukan dengan menerapkan poin-poin penting yang dibutuhkan dalam penelitian ini.



Gambar 5. Diagram model pengembangan ADDIE.

Model pengembangan ADDIE memiliki 5 tahapan dalam penerapannya yaitu:

1. Analisis

Tahap analisis adalah tahap awal pengembangan produk yang dilakukan untuk mengetahui kebutuhan produk berupa robot lengan lentur sebagai media pembelajaran di SMK N 2 Pengasih. Untuk mendapatkan data dari hasil analisis kebutuhan, dilakukan observasi pada saat pembelajaran dan wawancara kepada guru pengampu perekayasa sistem kontrol di SMK N 2 Pengasih, Kulon Progo.

2. Desain

Pembuatan desain mengacu pada materi yang digunakan pada pembelajaran di SMK N 2 Pengasih, Kulon Progo. Sesuai dengan kompetensi dasar, robot yang digunakan memiliki fungsi untuk menerapkan simulasi karakteristik *transient response system*. Desain *jobsheet* berisi materi perekayasa sistem kontrol yang disesuaikan dengan pokok bahasan materi pemahaman prinsip dasar sistem kontrol yang akan digunakan pada kegiatan pembelajaran

3. Pengembangan dan Implementasi

Pada tahap pengembangan ini akan dilakukan pembuatan produk berdasarkan desain yang telah dibuat pada tahap desain. Kemudian dilakukan uji kelayakan produk hasil pengembangan sebagai media pembelajaran baik dari sisi materi maupun media. Untuk mengetahui kelayakan produk awal hasil pengembangan, dilakukan uji coba kelayakan oleh ahli materi dan ahli media. Kemudian produk hasil pengembangan dikaji oleh ahli materi dan ahli media. Uji kelayakan ini dilakukan untuk mendapatkan penilaian, tanggapan, saran, dan masukan untuk menyempurnakan produk berupa *jobsheet* dan robot yang dikembangkan. Melalui uji kelayakan ini juga diharapkan media dapat terhindar dari kesalahan konsep baik dari segi materi maupun dari segi media.

4. Evaluasi

Tahap evaluasi merupakan tahap akhir yang dilakukan untuk mengetahui kelayakan *jobsheet* dan robot sebagai media pembelajaran. Evaluasi dilakukan menggunakan uji coba pada pihak yang bersangkutan dengan produk yang dikembangkan, uji coba dilakukan pada kegiatan pembelajaran, kemudian siswa memberikan respon dengan mengisi instrumen angket untuk memberikan penilaian terhadap produk yang digunakan sebagai media pembelajaran. Uji coba produk dilaksanakan dalam dua tahapan yaitu uji coba kelompok kecil dan uji coba lapangan.

a. Uji Coba Kelompok Kecil

Tahap ini dilakukan untuk menguji coba produk yang dikembangkan kepada siswa. Uji coba dilakukan kepada 6 responden yang terdiri dari siswa kelas XI program keahlian Elektronika Industri SMK N 2 Pengasih, yang telah menempuh pembelajaran perekayasaan sistem kontrol pada semester

sebelumnya. Uji coba kelompok kecil bertujuan untuk mengantisipasi terhadap kesalahan-kesalahan dalam pengembangan media pembelajaran sebelum uji coba lebih luas atau uji coba lapangan dilaksanakan.

b. Uji Coba Kelompok Besar (Uji Coba Lapangan)

Pengujian pada tahap berikutnya adalah uji coba kelompok besar dari produk yang telah dikembangkan. Responden yang dilibatkan pada tahap ini yaitu 32 yang merupakan siswa kelas XI program Elektronika Industri SMK N 2 Pengasih, yang telah mengikuti pembelajaran pemahaman prinsip dasar sistem kontrol pada semester sebelumnya.

C. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Negeri 2 Pengasih yang beralamat di Jalan KRT. Kertodiningrat, Margosari, Pengasih, Kulon Progo, Yogyakarta

2. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan April Tahun 2015.

D. Subyek penelitian

Subyek penelitian ini adalah dua ahli media, dua ahli materi, dan siswa kelas XI program keahlian teknik elektronika industri SMK Negeri 2 Pengasih. Ahli media dan materi merupakan dosen dan guru yang mengampu pelajaran dalam bidang kontrol/kendali. Siswa kelas XI sedang mengikuti pelajaran perekayasa sistem kontrol.

E. Metode dan Alat Pengumpul Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, wawancara dan angket. Responden yang dilibatkan dalam pengambilan data penelitian ini yaitu ahli media pembelajaran, ahli materi, guru pengampu siswa kelas XI jurusan Teknik Elektronika Industri SMK N 2 Pengasih, Kulon Progo. Observasi dan wawancara digunakan untuk mengetahui kebutuhan awal dengan responden Guru dan Siswa. Angket digunakan dalam kegiatan validasi ahli, uji coba kelompok kecil dan uji coba lapangan. Responden untuk validitas ahli terdiri dari dua ahli media dan dua ahli materi. Responden untuk uji coba kelompok kecil yaitu siswa kelas XI Elektronika Industri dengan jumlah 6 orang. Responden untuk uji coba lapangan yaitu seluruh siswa kelas XI Elektronika Industri dengan jumlah 32 orang. Responden uji coba kelompok kecil dan lapangan merupakan siswa yang sedang mengambil mata diklat perekayasaan sistem kontrol.

2. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data berupa angket. Angket digunakan untuk mendapatkan data kelayakan media dan respon penilaian siswa. Angket tersebut antara lain: (1) angket kelayakan media pembelajaran untuk ahli media, (2) angket kelayakan media pembelajaran untuk ahli materi, dan (3) angket respon penilaian siswa terhadap media pembelajaran robot lengan lentur. Instrumen angket ini disusun menggunakan skala *Likert* dengan empat pilihan jawaban. Berikut ini instrumen yang digunakan dalam penelitian.

a. Instrumen uji kelayakan media

Pengujian kelayakan media dapat digunakan pendapat ahli media. Dalam hal ini setelah instrumen dikonstruksi tentang aspek-aspek yang akan diukur dengan berlandaskan teori tertentu. Pengujian kelayakan media dilakukan dengan meminta pendapat ahli media pembelajaran. Kisi-kisi instrumen untuk ahli media dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Media

No.	Kriteria Penilaian	Butir
A. Desain Tampilan		
1	Kesesuaian letak komponen dengan materi	1
2	Ukuran dan warna	2,3
3	Tata letak label input/output	4
4	Daya tarik tampilan keseluruhan	5
B. Pengoperasian Media		
5	Pengoperasian perangkat lunak	6,7,8
6	Pengoperasian perangkat keras	9 s.d 15
C. Kemanfaatan		
7	Menarik perhatian siswa	16
8	Memperjelas penyampaian materi	17
9	Menumbuhkan motivasi siswa	18
10	Memperjelas visualisasi data	19,20

b. Instrumen uji kelayakan materi

Pengujian kelayakan materi dapat dilakukan dengan membandingkan antara isi instrumen dengan materi yang telah diajarkan. Maka instrumen penelitian untuk ahli materi berisikan kesesuaian media pembelajaran dilihat dari relevansi materi. Kisi-kisi instrumen untuk ahli materi bidang perencanaan sistem kontrol dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Materi

No.	Kriteria penilaian	Butir
A. Aspek Kualitas Materi		
1	Ketepatan kompetensi/tujuan	1,2
2	Kelengkapan materi	3
3	Keruntutan materi	4
4	Kesesuaian materi dan media	5
5	Konsep dan kosakata sesuai dengan kemampuan intelektual peserta didik	6
6	Kejelasan materi	7
7	Kesesuaian latihan yang diberikan	8
8	Kesesuaian gambar	9
9	Kesesuaian tabel	10
10	Kesesuaian gambar dan tulisan	11
11	Pemaparan <i>input/output</i> mikrokontroler pada robot	12
12	Kejelasan petunjuk penggunaan	13
13	Pemaparan tiap bagian robot pada <i>jobsheet</i>	14
B. Aspek kemanfaatan		
14	Memperjelas penyampaian materi	15,16,17
15	Menumbuhkan motivasi siswa dan menarik perhatian siswa	18
16	Membuat siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran	19

c. Instrumen penilaian siswa terhadap media pembelajaran robot lengan lentur.

Instrumen penilaian siswa terhadap media pembelajaran *jobsheet* dan robot lengan lentur digunakan sebagai alat ukur untuk mengetahui penilaian siswa terhadap kelayakan sebagai media pembelajaran.

Kisi-kisi instrumen penilaian siswa terhadap media pembelajaran *jobsheet* dan robot lengan lentur dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Kisi-kisi instrumen penilaian siswa

No.	Kriteria Penilaian	butir
A. Desain Tampilan		
1	Kesesuaian letak komponen dengan materi	1
2	Ukuran dan warna	2,3
3	Tata letak label input/output	4
4	Daya tarik tampilan keseluruhan	5
B. Pengoperasian Media		
5	Pengoperasian perangkat lunak	6,7,8
6	Pengoperasian perangkat keras	9,10,11,12
C. Aspek Kualitas Materi		
5	Ketepatan kompetensi/tujuan	13
6	Keruntutan materi	14
7	Kesesuaian materi dan media	15
8	Konsep dan kosakata sesuai dengan kemampuan intelektual peserta didik	16
9	Kejelasan materi	17
10	Kesesuaian latihan yang diberikan	18
11	Kesesuaian gambar	19
12	Kesesuaian tabel	20
13	Kesesuaian gambar dan tulisan	21
14	Pemaparan <i>input/output</i> mikrokontroler pada robot	22
15	Kejelasan petunjuk penggunaan	23
D. Aspek Kemanfaatan		
16	Memperjelas penyampaian materi	24,25,26
17	Menarik perhatian siswa	27
18	Membuat siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran	28

Tabel 6. Skor Pernyataan

No	Jawaban	Skor
1	SS (Sangat setuju)	4
2	S (Setuju)	3
3	TS (Tidak setuju)	2
4	STS (Sangat tidak setuju)	1

3. Validitas Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian harus valid. Instrumen dikatakan valid apabila instrumen dapat dengan tepat mengukur apa yang hendak diukur. Pengujian validitas dalam penelitian ini dilakukan dengan cara validitas konstruk oleh ahli (*judgement expert*). Pengujian bertujuan untuk mengetahui agar instrumen yang disusun tidak menyimpang jauh dari aspek yang diajukan.

Ahli media terdiri dari dua dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro yang ditunjuk dan mempunyai wewenang untuk menilai. Ahli materi terdiri dari satu dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro dan satu guru Jurusan Elektronika Industri SMK N 2 Pengasih yang ditunjuk dan mempunyai wewenang untuk menilai.

4. Reliabilitas Instrumen

Untuk menguji reabilitas instrumen penilaian siswa digunakan rumus *Alfa Cronbach*. Rumus koefisien reabilitas *Alfa Cronbach* yang digunakan dalam pengujian reabilitas instrumen sebagai berikut:

$$r_{11} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2 + \sum (y_i - \bar{y})^2}$$

Keterangan:

r_{11} = Realibilitas instrumen
 k = Banyaknya butir soal pertanyaan
 Σ = Jumlah varian skor tiap-tiap item
 = Varian total

Hasil perhitungan selanjutnya dibandingkan pada tabel pedoman tingkat reabilitas instrumen untuk mengetahui reabilitas instrumen berdasarkan klasifikasi sebagai berikut:

Tabel 7. Pedoman Tingkat Reabilitas Instrumen

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

(Sumber: Sugiyono, 2011: 231)

Perhitungan koefisien reliabilitas memperoleh hasil 0,94. Dari data tersebut bisa disimpulkan bahwa tingkat reliabilitas instrumen sangat kuat. Pemaparan data lebih lengkap lihat lampiran 5.i.

F. Teknik Analisis Data

Data kualitatif diperoleh dari hasil wawancara terhadap guru dan siswa. Data tersebut digunakan untuk analisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran dan untuk revisi produk. Data kuantitatif diperoleh dari angket kelayakan media oleh ahli dan respon penilaian oleh siswa. Data yang diperoleh melalui angket hasil penelitian selanjutnya dianalisis dengan statistik deskriptif.

Skor yang diperoleh dikonversikan menjadi nilai pada skala empat. Kategori penilaian dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kategori Penilaian

Interval Skor	Kategori
$M_i + 1,50 SD_i < X \leq M_i + 3 SD_i$	Sangat Layak
$M_i < X \leq M_i + 1,50 SD_i$	Layak
$M_i - 1,50 SD_i < X \leq M_i$	Cukup Layak
$M_i - 3 SD_i < X \leq M_i - 1,50 SD_i$	Kurang Layak

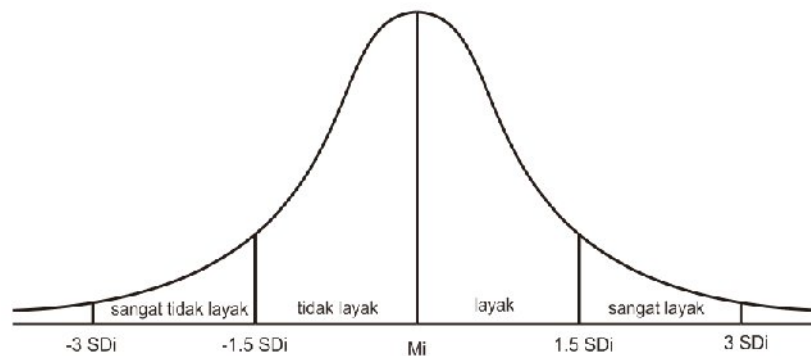
Keterangan:

M_i : Rata-rata ideal

SD_i : Simpangan baku ideal

M_i : $\frac{1}{2} (\quad h \quad + \quad h \quad)$

SD_i : $\frac{1}{6} (\quad h \quad - \quad h \quad)$



Gambar 6. Kurva Normal

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Uji Coba

1. Prosedur Pengembangan

Pengembangan robot lengan lentur menggunakan metode penelitian pengembangan (*Research and Development*), kemudian diadaptasi dengan pendekatan penelitian pengembangan model *ADDIE*. Tahapan pengembangan dengan model *ADDIE* meliputi:

a. Tahap Analisis

Analisis kebutuhan *jobsheet* dan robot lengan lentur ini dirancang berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada kompetensi dasar prinsip dasar sistem kontrol dalam mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol di SMK Negeri 2 Pengasih, Kulon Progo. Media pembelajaran di sekolah menggunakan komputer untuk simulasi dan modul berupa buku. Hasil pengamatan tersebut diharapkan dapat dibuat media yang dapat memberikan pengalaman nyata, sehingga dapat memberikan wawasan yang lebih luas. Media diharapkan bisa mempermudah proses pembelajaran.

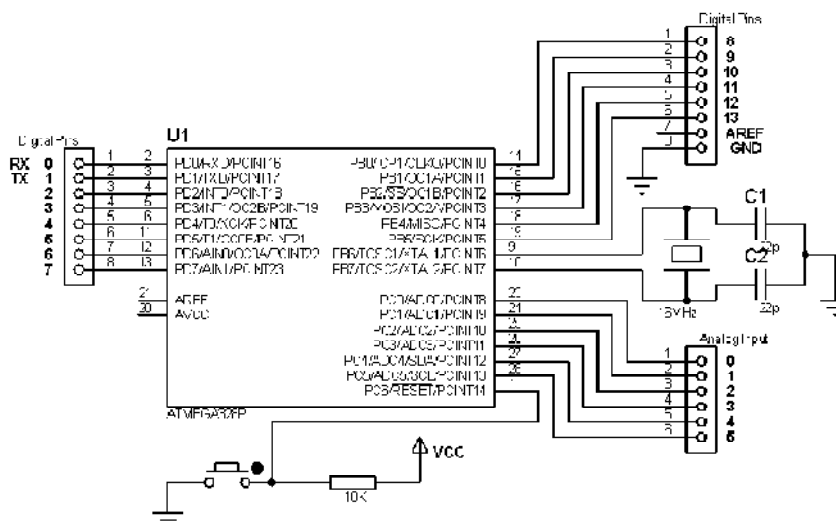
Kurikulum yang dilaksanakan di SMK N 2 Pengasih adalah kurikulum 2013. Berdasarkan struktur kurikulum mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol, diketahui bahwa terdapat dua sub pokok bahasan yaitu pemahaman prinsip dasar sistem kontrol dan pengenalan dasar karakteristik *transient response*. Pengembangan media pembelajaran menggunakan robot ini akan dibatasi pada pokok bahasan pemahaman prinsip dasar sistem kontrol.

b. Tahap Desain

Tahap desain merupakan tahapan untuk membuat produk awal agar sesuai dengan kebutuhan dan dapat digunakan dengan baik sebagai media pembelajaran. Pembuatan lengan robot ini memerlukan identifikasi kebutuhan yang akan digunakan dalam pembuatannya. Kebutuhan meliputi daftar *hardware* dan *software* yang diperlukan, penjabaran identifikasinya disebutkan sebagai berikut;

1) Arduino Uno kit

Robot ini membutuhkan sistem pengendali yang merangkap tugas sebagai pengolah data *input* dan *output*. Mikrokontroler merupakan pilihan yang tepat untuk sistem ini. ATMEGA 328P yang terintegrasi pada *board* arduino ini mampu untuk melakukan tugas di atas. Dengan jumlah pin pada *board* telah mencukupi kebutuhan jumlah pin *input* dan *output* seluruh komponen yang ada pada robot ini. Gambar 7 berikut ini merupakan sistem minimum ATMEGA 328P

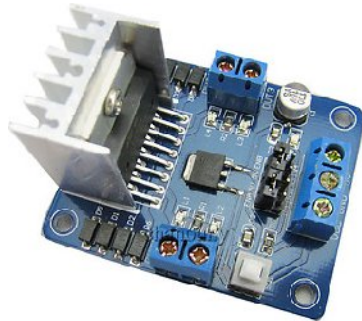


Gambar 7. Sistem Minimum ATMEGA 328P

Arduino memiliki 6 pin *input/output* analog dan 13 pin *input/output* digital. Arduino sudah memiliki *downloader* di dalamnya, sehingga untuk keperluan *download/upload* tinggal menggunakan *port* usb-nya.

2) *Driver* motor/penggerak motor

Gambar 8 berikut merupakan contoh penggerak motor 5 Ampere kit;



Gambar 8. Penggerak Motor 5 Ampere

Untuk menggerakkan motor dc diperlukan tegangan 12 Volt, sedangkan mikrokontroler hanya memiliki tegangan output 5 Volt. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan penggerak motor. Penggerak yang dibutuhkan yaitu penggerak yang bisa menggunakan *input* 5 Volt dan *output*-nya adalah 12 Volt. Selain itu penggerak robot juga harus mempunyai fitur PWM (*Pulse Width Modulation*), supaya motor bisa diatur kecepatannya.

3) Motor DC tipe 420024

Gambar 9 berikut merupakan contoh motor DC tanpa sensor putaran;



Gambar 9. Motor DC

Motor DC digunakan sebagai aktuator. Motor yang dibutuhkan yaitu motor yang memiliki *gearbox* supaya mampu menggerakkan dengan beban berat. Tegangan kerjanya bisa menggunakan 12 C DC atau 24 V DC.

4) *Rotary encoder*/Sensor putaran

Gambar 10 berikut merupakan contoh sensor putaran eksternal/*rotary encoder*,



Gambar 10. Sensor putaran

Sensor putaran ini harus mampu digunakan untuk mengukur sudut pergerakan lengan robot. Penggunaan sensor ini menyangkut kebutuhan data yang akan ditampilkan pada komputer. Sensor putaran juga bisa digunakan sebagai saklar otomatis dengan bantuan mikrokontroler.

5) Catu daya

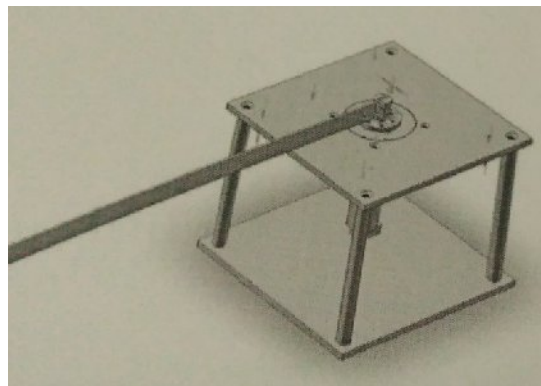
Catu daya pada robot ini menggunakan transformator *step-down* 5 Ampere. Penyearah tegangan menggunakan modul kit GM-255K dengan penguat transistor (Gambar 11). Tegangan *output* yang dihasilkan catu daya ini adalah 12 Volt DC.



Gambar 11. Modul Penyearah Kit

6) Rangka robot

Gambar 12 berikut merupakan desain tiga dimensi rangka robot lengan lentur;

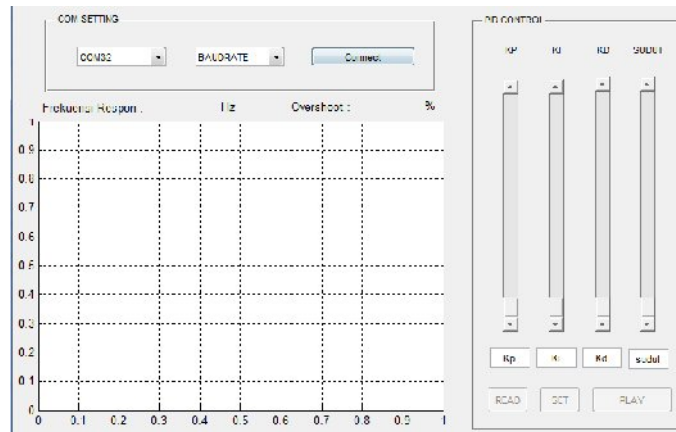


Gambar 12. Desain Rangka Robot

Rangka robot dibuat dari bahan besi, sedangkan untuk lengan robot menggunakan bahan aluminium. Agar robot terlihat menarik dan tidak mudah korosi, rangka robot dicat dengan warna silver. Rangka robot harus memperhatikan bentuk dan ukuran komponen pendukung lainnya.

7) GUI dari Matlab

Gambar 8 berikut merupakan desain software GUI (*Graphical User Interface*) dari matlab;



Gambar 13. *Software* Pendukung

Desain program yang dibuat berfungsi sebagai perintah untuk mikrokontroler dan sebagai penampil pembacaan sensor. Penggunaan mikrokontroler tidak akan bekerja tanpa adanya perangkat lunak. GUI merupakan *sebuah graphical user interface* yang dibangun dengan obyek grafik seperti tombol (button), kotak teks, slider, menu dan lain-lain. Aplikasi yang menggunakan GUI umumnya lebih mudah dipelajari dan digunakan karena orang yang menjalankannya tidak perlu mengetahui perintah yang ada dan bagaimana kerjanya.

c. Tahap Pengembangan dan Implementasi

Tahap pengembangan dan implementasi merupakan pembuatan produk awal berupa robot lengan lentur dan *jobsheet* materi pemahaman dasar sistem kontrol. Semua perangkat keras robot dirangkai dan dilakukan uji coba produk menggunakan *software* yang telah dibuat. Hasil pengembangan dan implementasi desain robot lengan lentur dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Implementasi Robot Lengan Lentur

Produk awal akan divalidasi oleh dua ahli media dan ahli materi yang merupakan dosen dari jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta. Sedangkan satu ahli materi lainnya adalah guru dari program keahlian Teknik Elektronika Industri SMK N 2 Pengasih Kulon Progo. Saran dan masukan dari ahli materi dan media digunakan sebagai bahan kajian perbaikan produk.

d. Tahap Evaluasi

Hasil evaluasi diperoleh dari uji coba produk kepada pengguna (siswa) yang dilaksanakan dalam dua tahap uji coba. Yang pertama yaitu uji coba kelompok kecil, selanjutnya dilakukan uji coba lapangan.

1) Uji coba kelompok kecil

Hasil uji coba kelompok kecil dari jumlah responden sebanyak 6 siswa yang dilakukan pada siswa kelas XI program keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Pengasih. Dari data yang diperoleh dari uji coba ini dijadikan pertimbangan untuk memperbaiki kekurangan yang ada pada produk, kemudian dilakukan perbaikan sesuai dengan hasil penilaian siswa berdasarkan data yang diperoleh.

2) Uji coba lapangan

Hasil uji coba lapangan merupakan parameter untuk mengukur kelayakan produk akhir yang akan digunakan sebagai media pembelajaran. Data yang diperoleh dari angket hasil penilaian yang melibatkan 32 responden (siswa) kemudian dianalisis untuk mengetahui hasil penelitian.

2. Data Penelitian

Data hasil penelitian pengembangan media robot lengan lentur berupa data kuantitatif dengan instrumen penelitian berupa angket untuk mendapatkan penilaian produk dari para ahli dan pengguna.

a. Data Hasil Uji Kelayakan Produk

1) Data Hasil Uji Kelayakan dari Ahli Media

Data hasil perhitungan dari penilaian oleh ahli media terhadap aspek yang dinilai dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Data Hasil Uji Kelayakan Ahli Media

No.	Aspek	Rerata Skor	Kategori
1	Desain Tampilan	15,00	Layak
2	Pengoperasian Media	33,50	Sangat Layak
3	Manfaat	18,00	Sangat Layak
Rerata Skor Total		66,50	Sangat Layak

Tabel 9 menunjukkan data yang diperoleh dari hasil penilaian ahli media berdasarkan aspek desain tampilan, pengoperasian media, dan aspek manfaat. Dari penilaian ketiga aspek tersebut yang dilakukan oleh dua orang ahli media diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli media adalah 66,5 dengan rerata skor total maksimal 80 dan rerata skor total minimal adalah 20, maka skor yang diperoleh termasuk dalam kategori “Sangat Layak” berdasarkan pengelompokan skor skala empat (Lihat pada Lampiran 5.d).

2) Data Hasil Uji Kelayakan dari Ahli Materi

Data hasil perhitungan dari penilaian oleh ahli materi terhadap aspek yang dinilai dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Data Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi

No.	Aspek	Rerata Skor	Kategori
1	Kualitas Materi	52,00	Sangat Layak
2	Kemanfaatan	19,50	Sangat Layak
Rerata Skor Total		71,50	Sangat Layak

Sedangkan Tabel 10 menunjukkan data yang diperoleh dari hasil penilaian ahli materi berdasarkan aspek kualitas materi dan aspek kemanfaatan. Dari penilaian aspek tersebut yang dilakukan oleh dua orang ahli materi diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli materi adalah 71,5 dengan rerata skor total maksimal 76 dan rerata skor total minimal adalah 19, maka skor yang diperoleh termasuk dalam kategori “Sangat Layak” berdasarkan pengelompokan skor skala empat (Lihat pada Lampiran 5.e).

b. Data Hasil Respon Penilaian Siswa

1) Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Data hasil perhitungan dari penilaian uji coba kelompok kecil terhadap aspek yang dinilai dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

No.	Aspek	Rerata Skor	Kategori
1.	Desain Tampilan	15,83	Layak
2.	Pengoperasian Media	21,67	Layak
3.	Kualitas Materi	35,50	Layak
4.	Kemanfaatan	16,00	Layak
Rerata Skor Total		73,17	Layak

Tabel 11 menunjukkan data yang diperoleh dari hasil uji coba kelompok kecil berdasarkan aspek desain tampilan, aspek pengoperasian media, aspek kualitas materi dan aspek kemanfaatan. Dari penilaian ke empat aspek tersebut yang dilakukan oleh 6 orang siswa sebagai responden diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli media adalah 73,17 dengan rerata skor total maksimal 112 dan rerata skor total minimal adalah 28, maka skor yang diperoleh termasuk dalam kategori “Layak” berdasarkan pengelompokan skor skala empat (Lihat pada Lampiran 5.f).

2) Data Uji Coba Lapangan

Data hasil perhitungan dari penilaian uji coba lapangan terhadap aspek yang dinilai dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Data Hasil Uji Coba Lapangan

No.	Aspek	Rerata Skor	Kategori
1.	Desain Tampilan	16,00	Layak
2.	Pengoperasian Media	22,06	Layak
3.	Kualitas Materi	34,31	Layak
4.	Kemanfaatan	15,97	Layak
Rerata Skor Total		88,34	Layak

Sedangkan Tabel 12 menunjukkan data yang diperoleh dari hasil uji coba lapangan berdasarkan aspek desain tampilan, aspek pengoperasian media, aspek kualitas materi dan aspek kemanfaatan. Dari penilaian ke empat aspek tersebut yang dilakukan oleh 32 orang siswa sebagai responden diperoleh skor rerata total uji kelayakan lapangan adalah 88,34 dengan rerata skor total maksimal 112 dan rerata skor total minimal adalah 28, maka skor yang diperoleh termasuk dalam kategori “Layak” berdasarkan pengelompokan skor skala empat (Lihat pada Lampiran 5.g).

B. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk menganalisis data hasil uji kelayakan produk oleh ahli dan data respon penilaian siswa. Analisis data hasil uji kelayakan produk oleh ahli bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan robot lengan lentur menurut ahli media dan materi. Sedangkan analisis data respon penilaian siswa bertujuan untuk mengetahui respon penilaian siswa terhadap produk robot lengan lentur yang dikembangkan.

a. Analisis Data Hasil Uji Kelayakan Produk

1) Analisis Data Hasil Uji Kelayakan dari Ahli Media

Data hasil uji kelayakan produk oleh ahli media yang berupa skor dikonversikan ke dalam interval skor skala empat (Lihat pada Lampiran 5.a.). Berdasarkan data uji kelayakan produk oleh ahli diketahui bahwa skor tertinggi ideal adalah 80, skor terendah ideal adalah 20, dan nilai simpangan baku ideal adalah 50. Maka hasil konversi nilai rerata skor skala empat dapat dilihat pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Konversi Rerata Skor Skala Empat

Interval Skor	Kategori
$65,00 < X \leq 80,00$	Sangat Layak
$50,00 < X \leq 65,00$	Layak
$35,00 < X \leq 50,00$	Cukup Layak
$20,00 < X \leq 35,00$	Kurang Layak

Sedangkan untuk mengetahui kategori kelayakan produk ditinjau dari setiap aspek penilaian, maka dapat disusun tabel konversi skor skala empat untuk masing-masing aspek penilaian. Penilaian aspek desain tampilan dan manfaat dinilai dari 5 butir indikator penilaian. Sehingga diketahui bahwa skor tertinggi ideal adalah 20, skor terendah ideal adalah 5, dan nilai simpangan baku

ideal adalah 2,5. Maka hasil konversi nilai rerata skor skala empat dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Konversi Rerata Skor Skala Empat Aspek Desain Tampilan dan Manfaat

Interval Skor	Kategori
$16,25 < X \leq 20,00$	Sangat Layak
$12,50 < X \leq 16,25$	Layak
$8,75 < X \leq 12,50$	Cukup Layak
$5,00 < X \leq 8,75$	Kurang Layak

Interval Skor Kategori Penilaian aspek pengoperasian media dinilai dari 10 butir indikator penilaian. Sehingga diketahui bahwa skor tertinggi ideal adalah 40, skor terendah ideal adalah 10, dan nilai simpangan baku ideal adalah 5. Maka hasil konversi nilai rerata skor skala empat dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Konversi Rerata Skor Skala Empat Aspek Pengoperasian Media

Interval Skor	Kategori
$32,50 < X \leq 40,00$	Sangat Layak
$25,00 < X \leq 32,50$	Layak
$17,50 < X \leq 25,00$	Cukup Layak
$10,00 < X \leq 17,50$	Kurang Layak

Data hasil penilaian ahli media terhadap produk berdasarkan aspek desain tampilan, pengoperasian media, dan manfaat yang telah dikonversi ke dalam kategori dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Data Hasil Penilaian Ahli Media

No	Aspek	Validator		Rerata Skor	Skor Maksimal	Kategori
		Ahli Media 1	Ahli Media 2			
1	Desain Tampilan	13	17	15,00	20,00	Layak
2	Pengoperasian Media	32	35	33,50	40,00	Sangat Layak
3	Kemanfaatan	16	20	18,00	20,00	Sangat Layak
Skor Total		61	72	66,50	80,00	Sangat Layak

Komentar ataupun saran dari ahli media satu untuk memperbaiki kekurangan yang terdapat pada *jobsheet* dan robot lengan lentur yaitu: (1) perlu diberikan penanda sudut pada *hardware* untuk pembacaan sudut secara manual, (2) tampilan data sensor perlu diberi nilai riil, (3) pemberian kabelisasi pada media robot.

Komentar atau saran dari ahli media dua untuk memperbaiki kekurangan yang terdapat pada *jobsheet* dan media pembelajaran robot lengan lentur yaitu: (1) terminal *input/output* perlu disederhanakan lagi, (2) modul dikemas menarik dan diberikan penunjuk kerja penggunaan.

2) Analisis Data Hasil Uji Kelayakan dari Ahli Materi

Data hasil uji kelayakan produk oleh ahli materi yang berupa skor dikonversikan ke dalam interval skor skala empat (Lihat pada Lampiran 5.b.). Berdasarkan data uji kelayakan produk oleh ahli diketahui bahwa skor tertinggi ideal adalah 76, skor terendah ideal adalah 19, dan nilai simpangan baku ideal adalah 9,5. Maka hasil konversi nilai rerata skor skala empat dapat dilihat pada Tabel 17 berikut.

Tabel 17. Konversi Rerata Skor Skala Empat Ahli Materi

Interval Skor	Kategori
$61,75 < X \leq 76,00$	Sangat Layak
$47,50 < X \leq 61,75$	Layak
$33,25 < X \leq 47,50$	Cukup Layak
$19,00 < X \leq 33,25$	Kurang Layak

Sedangkan untuk mengetahui kategori kelayakan produk ditinjau dari setiap aspek penilaian, maka dapat disusun tabel konversi skor skala empat untuk masing-masing aspek. Penilaian aspek substansi materi dinilai dari 14 butir indikator penilaian. Sehingga diketahui bahwa skor tertinggi ideal adalah 56, skor

terendah ideal adalah 14, dan nilai simpangan baku ideal adalah 10. Maka hasil konversi nilai rerata skor skala empat dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Konversi Rerata Skor Skala Empat Aspek Kualitas Materi

Interval Skor	Kategori
$50,00 < X \leq 56,00$	Sangat Layak
$35,00 < X \leq 50,00$	Layak
$20,00 < X \leq 35,00$	Cukup Layak
$14,00 < X \leq 20,00$	Kurang Layak

Penilaian aspek desain manfaat dinilai dari 5 butir indikator penilaian. Sehingga diketahui bahwa skor tertinggi ideal adalah 20, skor terendah ideal adalah 5, dan nilai simpangan baku ideal adalah 2,5. Maka hasil konversi nilai rerata skor skala empat dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Konversi Rerata Skor Skala Empat Aspek Manfaat

Interval Skor	Kategori
$16,25 < X \leq 20,00$	Sangat Layak
$12,50 < X \leq 16,25$	Layak
$8,75 < X \leq 12,50$	Cukup Layak
$5,00 < X \leq 8,75$	Kurang Layak

Data hasil penilaian ahli materi terhadap produk berdasarkan aspek substansi materi, dan manfaat yang telah dikonversi ke dalam kategori dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Data Hasil Penilaian Ahli Materi

No	Aspek	Validator		Rerata Skor	Skor Maksimal	Kategori
		Ahli Materi 1	Ahli Materi 2			
1	Desain Tampilan	48	56	52,00	56,00	Sangat Layak
2	Kemanfaatan	19	20	19,50	20,00	Sangat Layak
Skor Total		67	76	71,50	76,00	Sangat Layak

Komentar dan saran hasil validasi dari ahli materi digunakan untuk memperbaiki kekurangan produk berupa *jobsheet* pada saat awal pengembangan. Komentar ataupun saran dari ahli materi 1 untuk memperbaiki kekurangan yang terdapat pada *jobsheet* yaitu: (1) *jobsheet* perlu dilengkapi dengan tabel pengamatan, (2) *jobsheet* disusun ulang pada bagian materi.

b. Analisis Data Hasil Respon Penilaian Siswa

Data hasil respon penilaian siswa yang berupa skor dikonversikan menjadi interval skor dengan skala empat (Lihat pada Lampiran 5.c.). Berdasarkan data respon penilaian siswa diketahui bahwa nilai skor total tertinggi ideal adalah 112, nilai skor total terendah ideal adalah 28, dan nilai simpangan baku ideal adalah 14. Maka hasil konversi skor total skala empat dapat dilihat pada Tabel 21 berikut.

Tabel 21. Konversi Skor Total Skala Empat

Interval Skor	Kategori
$91,00 < X \leq 112,00$	Sangat Layak
$70,00 < X \leq 91,00$	Layak
$49,00 < X \leq 70,00$	Cukup Layak
$28,00 < X \leq 49,00$	Kurang Layak

1) Analisis Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Uji coba kelompok kecil yang melibatkan sebanyak 6 orang siswa kelas XI program keahlian elektronika industri sebagai responden untuk melakukan penilaian terhadap kelayakan robot lengan lentur sebagai media pembelajaran yang dinilai dari empat aspek yaitu aspek desain tampilan, aspek pengoperasian media, aspek kualitas materi, dan aspek kemanfaatan. Data hasil penilaian uji coba kelompok kecil seperti terlampir pada lampiran 5.f.

Berdasarkan data hasil uji coba kelompok kecil, robot lengan lentur masuk dalam kategori (layak) digunakan sebagai media pembelajaran, dengan

rerata skor 73,17. Untuk penilaian setiap aspek yang diuji yaitu: (a) desain tampilan robot lengan lentur masuk dalam kategori (layak) dengan rerata skor 15,83 (b) pengoperasian robot lengan lentur masuk dalam kategori (layak) dengan perolehan rerata skor 21,67, (c) ditinjau dari kualitas materi yang terdapat pada *jobsheet* dalam kategori (layak) dengan rerata skor 35,50 (d) kemanfaatan media pembelajaran masuk dalam kategori (layak) dengan rerata skor 16.

2) Data Hasil Uji Coba Lapangan

Uji coba lapangan yang melibatkan sebanyak 32 orang siswa kelas XI program keahlian elektronika industri sebagai responden untuk melakukan penilaian terhadap kelayakan robot lengan lentur sebagai media pembelajaran yang dinilai dari empat aspek yaitu aspek desain tampilan, aspek pengoperasian media, aspek kualitas materi, dan aspek kemanfaatan. Data hasil penilaian uji coba lapangan seperti terlampir pada lampiran 5.g.

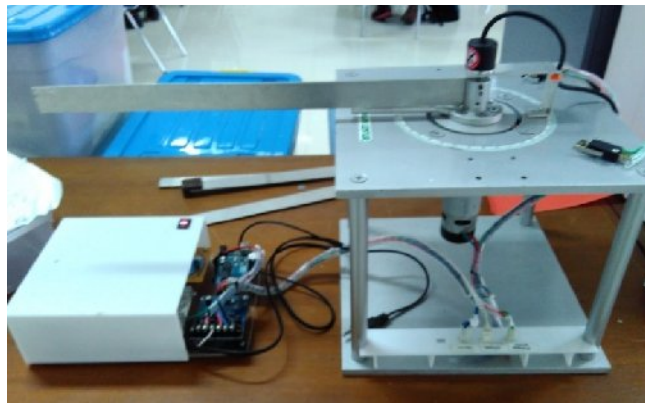
Berdasarkan data hasil uji coba lapangan, robot lengan lentur masuk dalam kategori (layak) digunakan sebagai media pembelajaran, dengan rerata skor total 88,34. Untuk penilaian setiap aspek yang diuji yaitu: (a) desain tampilan robot lengan lentur masuk dalam kategori (layak) dengan rerata skor 16, (b) secara pengoperasian media robot lengan lentur masuk dalam kategori (layak) dengan perolehan rerata skor 22,06, (c) ditinjau dari kualitas materi yang terdapat pada *jobsheet* sebagai panduan penggunaan robot termasuk dalam kategori (layak) dengan rerata skor 34,31 (d) kemanfaatan media pembelajaran masuk dalam kategori (layak) dengan rerata skor 15,97.

C. Kajian Produk

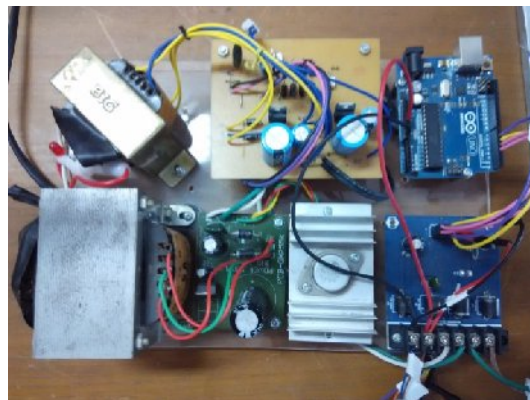
Produk akhir yang dihasilkan pada pengembangan ini adalah *jobsheet* dan robot lengan lentur yang digunakan sebagai media pembelajaran untuk siswa kelas XI pada kompetensi prinsip dasar sistem kontrol dalam mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol di SMK N 2 Pengasih, Kulon Progo.

1. Robot Lengan lentur

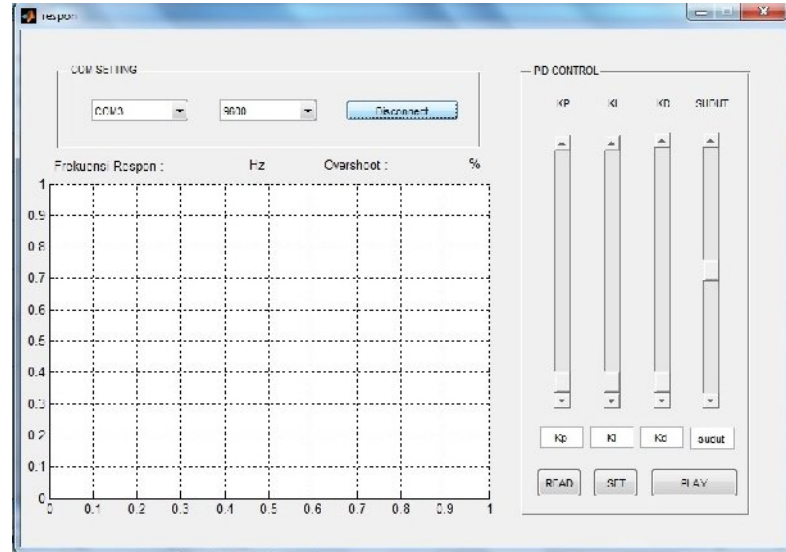
Robot lengan lentur adalah media pembelajaran yang berfungsi untuk mendemonstrasikan karakteristik dasar *transient response*, serta dapat mengetahui penerapan *transient response* pada suatu robot. Gambar bagian-bagian robot lengan lentur dapat dilihat pada Gambar 15, 16 dan 17.



Gambar 15. Bagian Robot Keseluruhan



Gambar 16. Bagian Catu Daya, Arduino dan Penggerak Motor



Gambar 17. *Software Pendukung Robot*

2. *Jobsheet*

Penggunaan *jobsheet* berfungsi sebagai pedoman penggunaan robot lengan lentur saat melaksanakan kegiatan pembelajaran, selain itu dalam *jobsheet* dijelaskan materi yang menyangkut tentang prinsip dasar sistem kontrol. Teori prinsip dasar sistem kontrol yang terdapat dalam *jobsheet* mencakup penjelasan dasar sistem kendali, kendali PID, karakteristik sistem orde satu dan karakteristik sistem orde dua.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

1. Model media pembelajaran *jobsheet* dan robot lengan lentur

Model media pembelajaran *jobsheet* dan robot lengan lentur merupakan media yang dikembangkan untuk membantu guru dalam proses pembelajaran dan meningkatkan motivasi siswa dalam belajar. *Jobsheet* berisi tentang materi prinsip dasar sistem kontrol dan langkah-langkah penggunaan robot lengan

lentur, sedangkan robot lengan lentur digunakan untuk memperagakan teori-teori yang terdapat pada *jobsheet*.

Media pembelajaran robot lengan lentur dikembangkan berdasarkan kompetensi dasar prinsip dasar sistem kontrol. Pokok bahasannya dibatasi pada sistem kendali terbuka, sistem kendali tertutup, karakteristik sistem kontrol orde satu, karakteristik sistem kontrol orde 2, dan kendali PID (Proporsional, Derivatife, Integral). Materi-materi tersebut disajikan pada *jobsheet* secara ringkas.

2. Kelayakan

Kelayakan robot lengan lentur dinilai berdasarkan penilaian oleh ahli media dan materi. Penilaian kelayakan robot lengan lentur oleh ahli media dinilai berdasarkan tiga aspek yaitu aspek desain tampilan, pengoperasian media, dan manfaat. Data hasil penilaian dari ahli media dapat ditunjukkan pada Tabel 22 berikut.

Tabel 22. Data Hasil Penilaian Ahli Media

No	Aspek	Rerata Skor	Skor Maksimal	Kategori
1.	Desain Tampilan	15,00	20,00	Layak
2.	Pengoperasian Media	33,50	40,00	Sangat Layak
3.	Manfaat	18,00	20,00	Sangat Layak
Rerata Skor Total		66,50	80,00	Sangat Layak

Rerata skor total penilaian oleh dua orang ahli media yang diperoleh adalah 66,50 (kategori “sangat layak”). Sehingga dapat dikatakan bahwa kelayakan robot lengan lentur pada sebagai media menurut penilaian ahli media diperoleh skor 66,50 atau termasuk dalam kategori “sangat layak” digunakan sebagai media pembelajaran. Sementara, penilaian kelayakan robot lengan lentur oleh ahli materi dinilai berdasarkan dua aspek yaitu aspek kualitas materi

dan manfaat. Data hasil penilaian dari ahli materi dapat ditunjukkan pada Tabel 23 berikut.

Tabel 23. Data Hasil Penilaian Ahli Materi

No.	Aspek	Rerata Skor	Skor Maksimal	Kategori
1.	Kualitas Materi	52,00	56,00	Sangat Layak
2.	Manfaat	19,50	20,00	Sangat Layak
Rerata Skor Total		71,50	76,00	Sangat Layak

Rerata skor total penilaian oleh dua orang ahli materi yang diperoleh adalah 71,50 (kategori “sangat layak”). Sehingga dapat dikatakan bahwa kelayakan robot lengan lentur berdasarkan penilaian ahli materi diperoleh skor 71,50 atau termasuk dalam kategori “sangat layak” digunakan sebagai media pembelajaran.

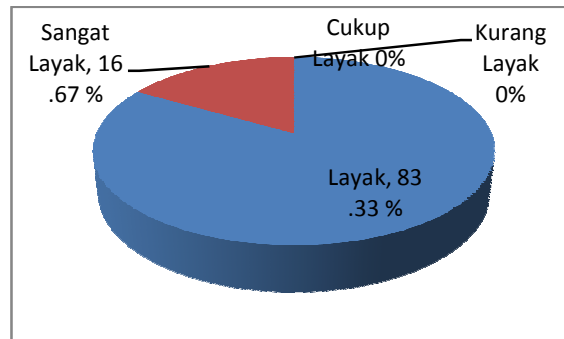
3. Respon siswa

Respon penilaian siswa terhadap robot lengan lentur diperoleh dari data hasil uji coba kelompok kecil dan lapangan. Angket respon penilaian siswa berisi penilaian produk ditinjau dari aspek desain tampilan, pengoperasian media, kualitas materi, dan manfaat. Berdasarkan data hasil respon penilaian siswa pada uji coba kelompok kecil, maka dapat disusun tabel distribusi frekuensi berikut.

Tabel 24. Distribusi Frekuensi Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Kategori	Skor	Frekuensi	Presentase (%)
Sangat Layak	$91,00 < x \leq 112,00$	1	16,67
Layak	$70,00 < x \leq 91,00$	5	83,33
Cukup Layak	$49,00 < x \leq 70,00$	0	0
Kurang Layak	$28,00 < x \leq 49,00$	0	0
Jumlah		6	100

Berdasarkan Tabel 24, maka distribusi frekuensi skor total siswa pada uji coba kelompok kecil dapat disajikan dalam bentuk diagram berikut.



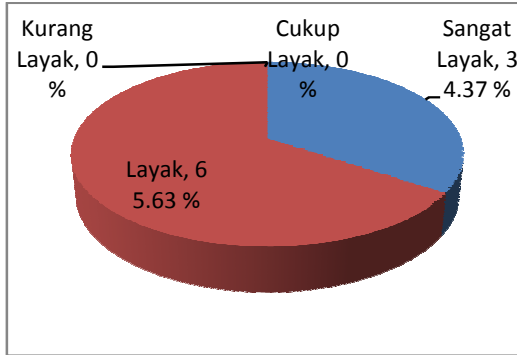
Gambar 18. Diagram Lingkaran Distribusi Frekuensi Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Dari gambar diagram di atas dapat diketahui bahwa 17% siswa pada uji coba kelompok kecil menyatakan bahwa robot lengan lentur dalam kategori “sangat layak” sebagai media pembelajaran. Sedangkan 83% siswa lainnya menilai produk dalam kategori “layak”. Sementara berdasarkan data hasil respon penilaian siswa yang diperoleh pada uji coba lapangan, maka dapat disusun tabel distribusi frekuensi berikut.

Tabel 25. Distribusi Frekuensi Hasil Uji Coba Lapangan

Kategori	Skor	Frekuensi	Presentase (%)
Sangat Layak	$91,00 < x \leq 112,00$	11	34,37
Layak	$70,00 < x \leq 91,00$	21	65,63
Cukup Layak	$49,00 < x \leq 70,00$	0	0
Kurang Layak	$28,00 < x \leq 49,00$	0	0
Jumlah		32	100

Berdasarkan Tabel 25, maka distribusi frekuensi skor total siswa pada uji coba lapangan dapat disajikan dalam bentuk diagram berikut.



Gambar 19. Diagram Lingkaran Distribusi Frekuensi Hasil Uji Coba Lapangan

Dari gambar diagram di atas dapat diketahui bahwa 34% siswa pada uji coba lapangan menyatakan bahwa robot lengan lentur dalam kategori “sangat layak” sebagai media pembelajaran. Sedangkan 66% siswa sisanya menilai produk dalam kategori “layak”.

BAB V

KESIMPULAN

A. Simpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan tentang robot lengan lentur sebagai media pembelajaran, maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Model robot lengan lentur sebagai media pembelajaran prinsip dasar sistem kontrol berupa media obyek dengan fungsi;
 - a. Memperagakan dasar sistem kontrol secara nyata menggunakan robot yang sering digunakan dalam dunia industri.
 - b. *Jobsheet* berisi tentang materi prinsip dasar sistem kontrol dan pedoman penggunaan robot.
2. Kelayakan robot lengan lentur sebagai media pembelajaran;
 - a. Penilaian yang dilakukan oleh ahli media ditinjau dari aspek desain tampilan, pengoperasian media dan manfaat memperoleh skor 66,50 dari 80,00. Media robot masuk dalam kategori “Sangat Layak” digunakan sebagai media pembelajaran.
 - b. Penilaian yang dilakukan oleh ahli materi ditinjau dari aspek kualitas materi dan manfaat memperoleh skor 71,50 dari 76,00. Media robot masuk dalam kategori “Sangat Layak” digunakan sebagai media pembelajaran.
3. Respon penilaian siswa terhadap robot lengan lentur sebagai media pembelajaran pada;
 - a. Hasil uji coba kelompok kecil ditinjau dari aspek desain tampilan, pengoperasian media, kualitas materi dan manfaat, dari 6 responden

diperoleh sebanyak 83% responden (siswa) dari menyatakan “Layak” digunakan sebagai media pembelajaran.

- b. Hasil uji coba lapangan ditinjau dari aspek desain tampilan, pengoperasian media, kualitas materi dan manfaat, dari 32 responden diperoleh sebanyak 66% responden (siswa) menyatakan “Layak” digunakan sebagai media pembelajaran.

B. Keterbatasan Produk

Dalam pengembangan media robot lengan lentur ini masih terdapat beberapa kekurangan dan keterbatasan. Robot tidak bisa bekerja otomatis ke sudut 0^0 , sehingga pada saat akan digerakan robot harus diputar secara manual. Beban robot yang berat menyulitkan dalam mobilisasi. Pengembangan robot ini baru memenuhi pokok bahasan pemahaman dasar sistem kontrol.

C. Pengembangan lebih lanjut

Robot lengan lentur merupakan produk media pembelajaran alternatif yang dapat terus dikembangkan. Pengembangan kedepanya yang diharapkan adalah:

1. Pengembangan robot supaya bisa kalibrasi secara otomatis ke sudut 0^0 sebelum digunakan.
2. Robot diusahakan menggunakan bahan-bahan yang lebih ringan, seperti aluminium.
3. Robot lengan lentur dengan muatan materi pembelajaran yang lebih lengkap dan sajian materi yang lebih menarik.

D. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang uji efektifitas penggunaan media pembelajaran robot lengan lentur terhadap peningkatan hasil belajar siswa.
2. Pengembangan media pembelajaran robot lengan lentur ini bisa digunakan di sekolah pada mata pelajaran lain seperti sensor dan transduser.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Prabhandita. (2012). *Pengembangan dan implementasi media pembelajaran trainer kit sensor ultrasonik pada mata diklat praktik sensor dan transduser di SMK N 2 Depok Sleman*. Laporan Penelitian. FT UNY.
- Alexander Fedorov. (2008). *Media Education*. Moscow: ICOS
- Cybertech.cbn.net.id. (2014). *Robot akan makin pintar dan ramah di 2015*. Diakses dari <http://cybertech.cbn.net.id/cbprtl/cybertech/detail.aspx?x=Tech+Info&y=cybertech|0|0|2|18104.html>. Pada tanggal 5 November 2014, Jam 21.40 WIB.
- Daryanto. (2010). *Media pemebelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Endra Pitowarno (2006). *Desain, kontrol, dan kecerdasan buatan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Fathuropik. (2014). *Pengembangan media pembelajaran trainer logika dasar berbasis mikrokontroller atmega16 pada kompetensi dasar rangkaian digital dasar SMK N 1 Bulakamba Brebes*. Laporan Penelitian. FT UNY.
- Kbbi.web.id. (2014). *Kamus besar bahasa Indonesia*. Diakses dari <http://kbbi.web.id.html>. Pada tanggal 1 Januari 2015, Jam 20.15 WIB.
- Kompas.co.id. (2014). *Lulusan SMK paling banyak yang menganggur*. Diakses dari <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2014/11/05/152900626/BPS.Lulusan.SMK.Paling.Banyak.yang.Menganggur.html>. Pada tanggal 19 November 2014, Jam 13.15 WIB.
- Krjogja.com. (2014). *Guru profesional tingkatkan teknologi*. Diakses dari <http://krjogja.com/read/240067/guru-profesional-tingkatkan-penguasaan-teknologi.html>. Pada tanggal 14 November 2014, Jam 09.15 WIB.
- Lee, William W. & Diana L. Owens. (2004). *Multimedia-based instructional design: Computer-based training, web-based training, distance broadcast training, performance-based solutions 2nd ed*. San Francisco: Pfeiffer.
- Rayandra Asyhar. (2012). *Kreatif mengembangkan media pembelajaran*. Jakarta: Referensi.
- Roni Setiawan. (2014). *Pengembangan robot pendeteksi obyek berdasarkan warna dengan sensor kamera sebagai media pembelajaran*. Laporan Penelitian. FT UNY.
- Rudi Susilana & Cepi Riyana. (2009). *Media pembelajaran*. Bandung: Wacana Prima.
- Rusman, Deni Kurniawan & Cepi Riyana. (2012). *Pembelajaran berbasis teknologi informasi dan komunikasi*. Depok: Rajagrafindo Persada

- Sandy Halim (2007). *Merancang mobile robot pembawa objek menggunakan oopic-r*. Jakarta: Elex media Komputindo.
- Sugiyono. (2011). *Statistika untuk penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian pendidikan: pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Suharsimi Arikunto. (2012). *Dasar-dasar evaluasi pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Taufiq Dwi Septian Suyadhi (2010). *Buku pintar robotika*. Yogyakarta: Andi Offset.
- TIM TAS FT UNY. (2013). *Pedoman penyusunan tugas akhir skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Tusep Partana. (2014). *Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif pada mata pelajaran sistem kontrol elektropneumatik untuk siswa Program Keahlian Teknik Otomasi Industri di SMK N 2 Depok*. Laporan Penelitian. FT UNY.
- Uno, Hamzah & Nina Lamatenggono. (2011). *Teknologi komunikasi dan informasi pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.

LAMPIRAN 1

Instrumen Penelitian

**ANGKET KELAYAKAN MEDIA
TERHADAP MEDIA PEMBELAJARAN ROBOT LENGAN LENTUR PADA
MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL SISWA
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI
SMK NEGERI 2 PENGASIH**

1. Petunjuk pengisian : Mohon isikan tanda centang/check (√) pada kolom jawaban yang menurut anda merupakan jawaban yang paling sesuai dengan statemen yang diajukan.
2. Statemen dikelompokkan dalam kolom menurut pada masing-masing aspek yang dinilai.
 - Desain tampilan
 - Pengoperasian media
 - Kemanfaatan
3. Keterangan kode jawab:
4 = Sangat setuju ; 3 = Setuju ; 2 = Tidak setuju ; 1 = Sangat tidak setuju
4. Contoh pengisian jawaban :

No	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesesuaian			
		4	3	2	1
1	Robot ini memudahkan siswa dalam proses pembelajaran	√			

Jawaban statemen : Saya sangat setuju bahwa robot ini memudahkan siswa dalam proses pembelajaran

No	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesesuaian			
		4	3	2	1
A. Desain Tampilan					
1	Tata letak komponen yang terdapat dalam robot ini disusun sesuai dengan fungsi dan kegunaannya.				
2	Ukuran robot sudah proporsional digunakan sebagai media pembelajaran				
3	Pemberian warna pada robot membuat robot lebih menarik				
4	Tata letak label <i>input/output</i> sudah sesuai dengan fungsinya				
5	Tampilan robot sebagai media pembelajaran sudah baik				

B. Pengoperasian Media				
6	<i>Software</i> GUI dari Matlab yang dikembangkan dalam media robot mudah dioperasikan			
7	Kombinasi <i>Software</i> arduino dengan Matlab membuat pengoperasian lebih mudah			
8	<i>Software</i> GUI dari Matlab dapat menampilkan <i>output</i> secara langsung pada layar komputer			
9	Penggunaan usb pada robot membuat komunikasi dengan komputer lebih mudah			
10	Perangkat-perangkat keras dalam robot ini mudah dirangkai			
11	Robot ini dapat bekerja dengan tegangan sumber 220V AC sehingga mudah digunakan			
12	Robot ini tidak mengalami gangguan pada saat bekerja			
13	Unjuk kerja media pembelajaran sudah sesuai dengan teori prinsip dasar sistem kontrol			
14	Robot ini aman digunakan sebagai media pembelajaran			
15	Desain media pembelajaran sudah sesuai dengan aturan			
C. Kemanfaatan				
16	Robot ini mempermudah guru menyampaikan materi prinsip dasar sistem kontrol			
17	Robot ini dapat mempermudah pemahaman terhadap materi pembelajaran prinsip dasar sistem kontrol			
18	Robot ini dapat menumbuhkan motivasi siswa dalam mempraktekan prinsip dasar sistem kontrol			
19	Media pembelajaran ini dapat menampilkan data sensor secara nyata			
20	Media pembelajaran ini dapat mempermudah analisa data dari sensor			

D. Kesimpulan

Menurut saya, media pembelajaran robot lengan lentur pada prinsip dasar sistem kontrol ini

dinyatakan :

- a. Layak digunakan tanpa revisi
- b. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
- c. Tidak layak

Komentar/ Saran Perbaikan :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Yogyakarta, April 2015

Validator

.....

**ANGKET KELAYAKAN MATERI
TERHADAP MEDIA PEMBELAJARAN ROBOT LENGAN LENTUR PADA
MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL SISWA
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI
SMK NEGERI 2 PENGASIH**

1. Petunjuk pengisian : Mohon isikan tanda centang/check (√) pada kolom jawaban yang menurut anda merupakan jawaban yang paling sesuai dengan statemen yang diajukan.
2. Statemen dikelompokkan dalam kolom menurut pada masing-masing aspek yang dinilai.
 - Kualitas materi
 - Kemanfaatan
3. Keterangan kode jawab:
4= Sangat setuju ; 3= Setuju ; 2= Tidak setuju ; 1 = Sangat tidak setuju
4. Contoh pengisian jawaban :

No	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesesuaian			
		4	3	2	1
1	Materi yang terdapat dalam <i>jobsheet</i> memudahkan pengoperasian robot	√			

Jawaban statemen : Saya sangat setuju bahwa materi yang terdapat dalam *jobsheet* memudahkan pengoperasian robot

No.	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesuaian			
		4	3	2	1
A. Aspek Kualitas Materi					
1	Materi yang disajikan dalam <i>jobsheet</i> ini sudah sesuai untuk digunakan dalam pembelajaran pemahaman prinsip dasar sistem kontrol				
2	Materi dalam <i>jobsheet</i> ini sudah sesuai dengan kompetensi dasar pemahaman prinsip dasar sistem kontrol				
3	Materi yang disajikan pada <i>jobsheet</i> ini sudah lengkap				
4	Penyajian materi dalam <i>jobsheet</i> ini sudah runtut				
5	Materi yang disajikan dalam <i>jobsheet</i> ini sudah sesuai dengan media robot				
6	Penggunaan bahasa yang digunakan dalam				

	<i>jobsheet</i> ini mudah dipahami				
7	Materi yang disajikan dalam <i>jobsheet</i> ini mudah dipahami oleh siswa SMK				
8	Dalam <i>jobsheet</i> ini terdapat contoh latihan yang sesuai dengan materi				
9	Penyajian gambar dalam <i>jobsheet</i> ini sudah jelas dan mudah dipahami				
10	Penyajian rangkaian dalam <i>jobsheet</i> ini sudah sesuai dengan teori yang digunakan				
11	<i>Jobsheet ini</i> memberikan keseimbangan penyajian antara tulisan dengan gambar				
12	Pemaparan <i>input/output</i> robot ini sudah jelas dan mudah dipahami				
13	Petunjuk penggunaan robot sudah jelas dan mudah dipahami				
14	<i>Jobsheet</i> ini memaparkan fungsi setiap bagian pada robot				
B. Aspek Kemanfaatan					
15	<i>Jobsheet</i> ini dapat membantu proses pembelajaran siswa dalam menggunakan robot				
16	<i>Jobsheet</i> ini dapat memudahkan siswa dalam memahami materi prinsip dasar sistem kontrol				
17	<i>Jobsheet</i> ini dapat membantu guru pengajar/pembimbing dalam menyampaikan materi tentang dasar sistem kontrol				
18	<i>Jobsheet</i> ini dapat membangkitkan minat dan perhatian siswa dalam menggunakan robot				
19	<i>Jobsheet</i> dapat digunakan siswa sebagai alat belajar mandiri				

C. Kesimpulan

Menurut saya, media pembelajaran robot lengan lentur pada prinsip dasar sistem kontrol ini

dinyatakan :

- a. Layak digunakan tanpa revisi
- b. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
- c. Tidak layak

Komentar/ Saran Perbaikan :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Yogyakarta, April 2015
Validator

.....

Angket Penilaian Siswa

Mohon tuliskan identitas pada form di bawah ini dan cantumkan tanda tangan untuk menyatakan bahwa yang mengisi kuisioner ini adalah benar-benar anda.

Segala jawaban yang ditulis di kuesioner ini terjamin kerahasiaannya.

Nama :

NIP/NIS :

Tanda tangan

(.....)

1. Petunjuk pengisian : Mohon isikan tanda centang/check (√) pada kolom jawaban yang menurut anda merupakan jawaban yang paling sesuai dengan statemen yang diajukan.
2. Statemen dikelompokkan dalam kolom menurut pada masing-masing aspek yang dinilai.
 - Desain tampilan
 - Pengoperasian media
 - Kualitas materi
 - Kemanfaatan
3. Keterangan kode jawab:
4= Sangat setuju ; 3= Setuju ; 2= Tidak setuju ; 1 = Sangat tidak setuju
4. Contoh pengisian jawaban :

No	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesesuaian			
		4	3	2	1
1	Robot ini memudahkan siswa memudahkan siswa dalam proses pembelajaran	√			

Jawaban statemen : Saya sangat setuju bahwa robot ini memudahkan siswa memudahkan siswa dalam proses pembelajaran

No	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesesuaian			
		4	3	2	1
A. Desain Tampilan					
1	Menurut saya tata letak komponen mempermudah penggunaan				
2	Menurut saya ukuran robot sudah proporsional digunakan sebagai media pembelajaran				
3	Pemberian warna pada robot membuat robot lebih menarik				
4	Pemberian label indikator pada pin <i>input/output</i> sudah sesuai dengan kegunaannya				
5	Secara keseluruhan robot menarik, baik dari bentuk, warna dan tata letak komponennya				
B. Pengoperasian Media					
6	Saya mudah mengoperasikan <i>software</i> GUI (<i>Graphical User Interface</i>) yang dikembangkan sebagai media pembelajaran				
7	Saya mudah menggunakan fitur-fitur dalam <i>software</i> GUI (<i>Graphical User Interface</i>)				
8	Saya dapat menampilkan pembacaan sensor robot secara langsung				
9	Saya mudah merangkai perangkat keras dalam robot ini				
10	Penggunaan usb pada robot mempermudah saya menkoneksikan dengan komputer				
11	Robot ini dapat bekerja dengan tegangan sumber 220V AC sehingga memudahkan saya saat menggunakan				
12	Saya mudah mengoperasikan robot ini				
C. Kualitas Materi					
13	Materi yang disajikan dalam <i>jobsheet</i> ini sudah sesuai untuk pembelajaran prinsip dasar sistem kontrol				
14	Penyajian materi dalam <i>jobsheet</i> ini sudah sistematis dan runtut				
15	Materi yang disajikan dalam <i>jobsheet</i> ini sudah sesuai dengan media robot				
16	Penggunaan bahasa dan penyusunan kalimat yang digunakan dalam <i>jobsheet</i> ini mudah saya pahami				
17	Materi yang disajikan dalam <i>jobsheet</i> ini mudah saya pahami				
18	Contoh latihan dalam <i>jobsheet</i> ini sudah sesuai dengan teori yang diajarkan				
19	Penyajian gambar dalam <i>jobsheet</i> ini sudah jelas dan membantu saya dalam memahami materi				
20	Penyajian rangkaian dalam <i>jobsheet</i> ini sudah sesuai				

	dengan teori yang digunakan				
21	<i>Jobsheet</i> ini memberikan keseimbangan penyajian antara tulisan dengan gambar				
22	Pemaparan <i>input/output</i> robot ini sudah jelas dan mudah saya pahami				
23	Petunjuk penggunaan robot sudah jelas dan mudah saya pahami				
D. Kemanfaatan					
24	Robot ini mempermudah proses pembelajaran prinsip dasar sistem kontrol				
25	Menurut saya robot ini sangat efektif apabila digunakan sebagai media pembelajaran prinsip dasar sistem kontrol				
26	Dengan robot ini saya tertarik untuk belajar materi tentang prinsip dasar sistem kontrol				
27	Robot dilengkapi dengan <i>jobsheet</i> yang dapat membantu saya dalam mempelajari prinsip dasar sistem kontrol				
28	<i>Jobsheet</i> membuat saya belajar secara mandiri				

E. Kesimpulan

Komentar/ Saran Perbaikan :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Yogyakarta, April 2015

Hal : Permohonan Validasi

Lamp : 1 bendel

Kepada Yth,

Bapak Sigil Yatmono, M.T

Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
di Fakultas Teknik UNY

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

Nama : Tri Hartono

NIM : 13501247007

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Judul TAS : Pengembangan Robot Lengan Lentur Sebagai Media
Pembelajaran untuk Kompetensi Dasar Prinsip Dasar
Sistem Kontrol SMK N 2 Pengasih

Dengan hormat memohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap
instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan,
bersama ini saya lampirkan: (1) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, dan (2) draf
instrumen penelitian TAS

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

Yogyakarta, Mei 2015

Pemohon,



Tri Hartono

NIM. 13501247007

Mengetahui,

Kaprodi PT. Elektro,



Moh. Khairudin, Ph.D

NIP. 19790412 200212 1 002

Pembimbing TAS



Moh. Khairudin, Ph.D

NIP. 19790412 200212 1 002

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sigit Yatmono, M.T
NIP : 19730125 199702 1 001
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

Menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa :

Nama : Tri Hartono
NIM : 13501247007
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
Judul TAS : Pengembangan Robot Lengan Lentur Sebagai Media
Pembelajaran untuk Kompetensi Dasar Prinsip Dasar
Sistem Kontrol SMK N 2 Pengasih

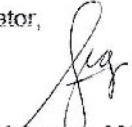
Setelah membaca butir-butir instrumen berdasarkan kisi-kisi instrumen, maka instrumen ini Layak / ~~Tidak Layak~~ *) digunakan untuk penelitian dengan saran-saran sebagai berikut :

- * butir 5 Angkles Media dipelajari \Rightarrow Tampilan Media pembelajaran robot sbb
- * butir 6 \rightarrow Software simulasi yg dikembangkan utk media robot mudah ... dri
- * butir 7 angket wiken \Rightarrow diberikan media pelajaran dasar sistem kontrol

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 19 Maret 2015

Validator,


Sigit Yatmono, M.T
NIP. 19730125 199702 1 001

*) Coret yang tidak perlu

Hal : Permohonan Validasi

Lamp : 1 bendel

Kepada Yth,

Bapak Ilmawan Mustaqim, M.T

Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro

di Fakultas Teknik UNY

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

Nama : Tri Hartono

NIM : 13501247007

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Judul TAS : Pengembangan Robot Lengan Lentur Sebagai Media
Pembelajaran untuk Kompetensi Dasar Prinsip Dasar
Sistem Kontrol SMK N 2 Pengasih

Dengan hormat memohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap
instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan,
bersama ini saya lampirkan: (1) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, dan (2) draf
instrumen penelitian TAS

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

Yogyakarta, Mei 2015

Pemohon,



Tri Hartono

NIM. 13501247007

Mengetahui,

Kaprodi PT. Elektro,



Moh. Khairudin, Ph.D

NIP. 19790412 200212 1 002

Pembimbing TAS



Moh. Khairudin, Ph.D

NIP. 19790412 200212 1 002

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ilmawan Mustaqim, M.T
NIP : 19801203 200501 1 003
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

Menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa :

Nama : Tri Hartono
NIM : 13501247007
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
Judul TAS : Pengembangan Robot Lengan Lentur Sebagai Media
Pembelajaran untuk Kompetensi Dasar Prinsip Dasar
Sistem Kontrol SMK N 2 Pengasih

Setelah membaca butir-butir instrumen berdasarkan kisi-kisi instrumen, maka instrumen ini Layak / ~~Tidak Layak~~ *) digunakan untuk penelitian dengan saran-saran sebagai berikut :

.....

.....

.....


.....

.....

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Maret 2015

Validator,



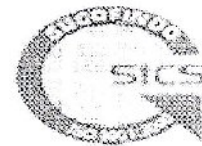
Ilmawan Mustaqim, M.T

NIP. 19801203 200501 1 003

*) Coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Alamat : Kampus Karangmelang, Yogyakarta, 55281

Telp. (0274) 586168 psw. 276,289 292 (0274) 586734 Fax. (0274) 586734

Certificate No. Q3C 00592

website : <http://ft.uny.ac.id> e-mail: ft@uny.ac.id ; teknik@uny.ac.id

Nomor : 0758/H34/PL/2015

31 Maret 2015

Lamp. : -

Hal : Ijin Penelitian

Yth.

- 1 . Gubernur DIY c.q. Biro Administrasi Pembangunan Setda DIY
- 2 . Gubernur Provinsi DIY c.q. Ka. Bappeda Provinsi DIY
- 3 . Bupati Kabupaten Kulonprogo c.q. Kepala Badan Pelayanan Terpadu Kabupaten Kulonprogo
- 4 . Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda , dan Olahraga Provinsi DIY
- 5 . Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda , dan Olahraga Kabupaten Kulonprogo
- 6 . Kepala SMK N 2 Pengasih

Dalam rangka pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian dengan judul Pengembangan Robot Lengan Lentur Sebagai Media Pembelajaran pada Kompetensi Dasar Prinsip Dasar Sistem Kontrol SMK N 2 Pengasih, bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:

No.	Nama	NIM	Jurusan	Lokasi
1	Tri Hartono	13501247007	Pend. Teknik Elektro - S1	SMK N 2 Pengasih

Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu :

Nama : Moh. Khairudin, M.T. Ph.D.

NIP : 19790412 200212 1 002

Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai Bulan April 2015 s/d Juni 2015.

Demikian permohonan ini, atas bantuan dan kerjasama yang baik selama ini, kami mengucapkan terima kasih.

Wakil Dekan I

Dr. Sunaryo Soenarto

NIP. 19580630 198601 1 001

Tembusan :

- Ketua Jurusan



**PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
SEKRETARIAT DAERAH**

Kompleks Kepatihan, Danurejan, Telepon (0274) 562811 - 562814 (Hunting)
YOGYAKARTA 55213

SURAT KETERANGAN / IJIN

070/REG/N/8/4/2015

Membaca Surat : **WAKIL DEKAN I FAKULTAS TEKNIK** Nomor : **0758/H34/PL/2015**
Tanggal : **31 MARET 2015** Perihal : **IJIN PENELITIAN/RISET**

Mengingat : 1. Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 2006, tentang Perizinan bagi Perguruan Tinggi Asing, Lembaga Penelitian dan Pengembangan Asing, Badan Usaha Asing dan Orang Asing dalam melakukan Kegiatan Penelitian dan Pengembangan di Indonesia;
2. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 20 Tahun 2011, tentang Pedoman Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Kementrian Dalam Negeri dan Pemerintah Daerah;
3. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 37 Tahun 2008, tentang Rincian Tugas dan Fungsi Satuan Organisasi di Lingkungan Sekretariat Daerah dan Sekretariat Dewan Perwakilan Rakyat Daerah.
4. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 18 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelayanan Perizinan, Rekomendasi Pelaksanaan Survei, Penelitian, Pendataan, Pengembangan, Pengkajian, dan Studi Lapangan di Daerah Istimewa Yogyakarta.

DIJIJINKAN untuk melakukan kegiatan survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan kepada:

Nama : **TRI HARTONO** NIP/NIM : **13501247007**
Alamat : **FAKULTAS TEKNIK, PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO, UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**
Judul : **PENGEMBANGAN ROBOT LENGAN LENTUR SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA KOMPETENSI DASAR PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL SMK N 2 PENGASIH**
Lokasi : **DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAHRAGA DIY**
Waktu : **1 APRIL 2015 s/d 1 JULI 2015**

Dengan Ketentuan

1. Menyerahkan surat keterangan/ijin survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan *) dari Pemerintah Daerah DIY kepada Bupati/Walikota melalui institusi yang berwenang mengeluarkan ijin dimaksud;
2. Menyerahkan soft copy hasil penelitiannya baik kepada Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Biro Administrasi Pembangunan Setda DIY dalam compact disk (CD) maupun mengunggah (upload) melalui website adbang.jogjapro.go.id dan menunjukkan cetakan asli yang sudah disahkan dan dibubuhi cap institusi;
3. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib mentaati ketentuan yang berlaku di lokasi kegiatan;
4. Ijin penelitian dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat ini kembali sebelum berakhir waktunya setelah mengajukan perpanjangan melalui website adbang.jogjapro.go.id;
5. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Dikeluarkan di Yogyakarta
Pada tanggal **1 APRIL 2015**
A.n Sekretaris Daerah
Asisten Perencanaan dan Pembangunan
Ub.
Kepala Biro Administrasi Pembangunan



Terbaca :

1. GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA (SEBAGAI LAPORAN)
2. BUPATI KULON PROGO C.Q KPT KULON PROGO
3. DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAHRAGA DIY
4. WAKIL DEKAN I FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
5. YANG BERSANGKUTAN



PEMERINTAH KABUPATEN KULON PROGO
BADAN PENANAMAN MODAL DAN PERIZINAN TERPADU
Unit 1: Jl. Perwakilan No. 1, Wates, Kulon Progo Telp.(0274) 775208 Kode Pos 55611
Unit 2: Jl. KHA Dahlan, Wates, Kulon Progo Telp.(0274) 774402 Kode Pos 55611
Website: bpmpt.kulonprogokab.go.id Email : bpmpt@kulonprogokab.go.id

SURAT KETERANGAN / IZIN

Nomor : 070.2 /00420/IV/2015

Memperhatikan : Surat dari Sekretariat Daerah Provinsi DIY Nomor:070/REG/V/8/4/2015, TANGGAL: 1 APRIL 2015, PERIHAL: IZIN PENELITIAN

Mengingat : 1. Keputusan Menteri Dalam Negeri Nomor 61 Tahun 1983 tentang Pedoman Penyelenggaraan Pelaksanaan Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Departemen Dalam Negeri;
2. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 18 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelayanan Perizinan, Rekomendasi Pelaksanaan Survei, Penelitian, Pengembangan, Pengkajian dan Studi Lapangan di Daerah Istimewa Yogyakarta;
3. Peraturan Daerah Kabupaten Kulon Progo Nomor : 16 Tahun 2012 tentang Pembentukan Organisasi dan Tata Kerja Lembaga Teknis Daerah;
4. Peraturan Bupati Kulon Progo Nomor : 73 Tahun 2012 tentang Uraian Tugas Unsur Organisasi Terendah Pada Badan Penanaman Modal dan Perizinan Terpadu..

Diizinkan kepada : **TRI HARTONO**
NIM / NIP : **13501247007**
PT/Instansi : **UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**
Keperluan : **IZIN PENELITIAN**
Judul/Tema : **PENGEMBANGAN ROBOT LENGAN LENTUR SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA KOMPETENSI DASAR PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL SMK N 2 PENGASIH**

Lokasi : **SMK NEGERI 2 PENGASIH KABUPATEN KULON PROGO**
Waktu : **01 April 2015 s/d 01 Juli 2015**

1. Terlebih dahulu menemui/melaporkan diri kepada Pejabat Pemerintah setempat untuk mendapat petunjuk seperlunya.
2. Wajib menjaga tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan yang berlaku.
3. Wajib menyerahkan hasil Penelitian/Riset kepada Bupati Kulon Progo c.q. Kepala Badan Penanaman Modal dan Perizinan Terpadu Kabupaten Kulon Progo.
4. Izin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan Pemerintah dan hanya diperlukan untuk kepentingan ilmiah.
5. Apabila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan menjadi tanggung jawab sepenuhnya peneliti
6. Surat izin ini dapat diajukan untuk mendapat perpanjangan bila diperlukan.
7. Surat izin ini dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila tidak dipenuhi ketentuan-ketentuan tersebut di atas.

Ditetapkan di : **Wates**
Pada Tanggal : **28 April 2015**

KEPALA
BADAN PENANAMAN MODAL
DAN PERIZINAN TERPADU



AGUNG KURNIAWAN, S.I.P., M.Si.
Pembina Tk.I ; IV/b
NIP. 19680805 199603 1 005

F/4.2.3/KTU/2
06 Oktober 2009
SMK N 2 Pengasih



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAH RAGA
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN NEGERI 2 PENGASIH
Jalan KRT, Kertodiningrat, Margosari Pengasih, Kulon Progo, Yogyakarta
Telpon (0274) 773029, Fax. (0274) 774289, 773888, e-mail : smk2pengasih_kp@yahoo.com
homepage : www.smk2pengasih.sch.id



SURAT IJIN PENELITIAN

No. : 421/566

Dasar : Surat dari Badan Penanaman Modal dan Perizinan Terpadu, No. 070.2/00420/IV/2015, tanggal 28 April 2015

Dengan ini Kepala SMK N 2 Pengasih memberikan ijin kepada:

Nama : **TRI HARTONO**
NIM : 13501247007
PT / INSTANSI : UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Untuk melaksanakan penelitian pada Instansi kami dengan ketentuan:

Waktu : 01 April 2015 s.d 01 Juli 2015
Judul :

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

Surat ijin ini diberikan, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Kulon Progo, 02 Mei 2015
Kepala Sekolah

Dra. Rr. ISTIHARI NUGRAHENI, M.Hum.
NIP. 19611023 198803 2 001

F/4.2.3/KTU/2
06 Oktober 2009
SMK N 2 Pengasih



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAH RAGA
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN NEGERI 2 PENGASIH
Jalan KRT, Kertodiningrat, Margosari Pengasih, Kulon Progo, Yogyakarta
Telpun (0274) 773029, Fax. (0274) 774289, 773888, e-mail : smk2pengasih_kp@yahoo.com
homepage : www.smk2pengasih.sch.id



SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN

No. : 421/763

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : **Dra. Rr. ISTIHARI NUGRAHENI, M.Hum**
NIP. : 19611023 198803 2 001
Pangkat/Gol : Pembina/ IV a
Jabatan : Kepala Sekolah
Unit Kerja : SMK N 2 Pengasih

Menerangkan bahwa :

Nama : **TRI HARTONO**
NIM : 13501247007
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta

Mahasiswa tersebut di atas telah melaksanakan penelitian di SMK N 2 Pengasih dengan Judul Penelitian :
"PENGEMBANGAN ROBOT LENGAN LENTUR SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA KOMPETENSI DASAR PRINSIP DASAR SISTEM KONTROL SMK N 2 PENGASIH"

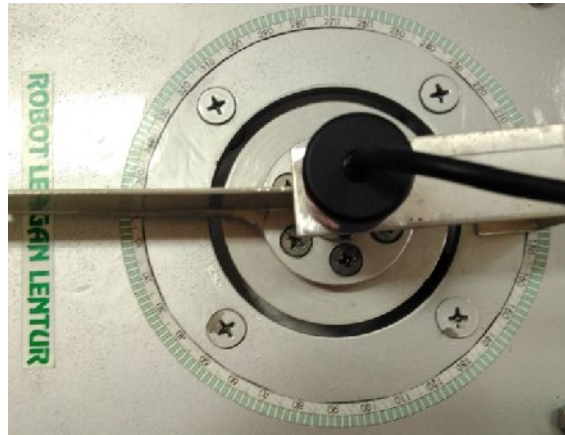
Demikian surat ijin ini diberikan, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kulon Progo, 04 Juni 2015
Kepala Sekolah



Dra. Rr. ISTIHARI NUGRAHENI, M.Hum
NIP. 19611023 198803 2 001

1. Penambahan busur derajat manual pada robot



2. Siswa memperhatikan ulasan materi dari peneliti



3. Siswa sedang memprogram robot



Lampiran 5.a

**Konversi Interval Skor Total ke Skala Empat
(Penilaian Ahli Media)**

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Butir} &= 20 \\
 \text{Skala Tertinggi} &= 4 \\
 \text{Skala Terendah} &= 1 \\
 \text{Skor Tertinggi Ideal} &= 20 \times 4 \\
 &= 80 \\
 \text{Skor Terendah Ideal} &= 20 \times 1 \\
 &= 20 \\
 \text{Skor Rerata Ideal (} Mi \text{)} &= - \left(\quad + \quad h \quad \right) \\
 &= - (80 + 20) \\
 &= 50 \\
 \text{Simpangan Baku Ideal (} SDi \text{)} &= - \left(\quad + \quad h \quad \right) \\
 &= - (80 - 20) \\
 &= 10
 \end{aligned}$$

Konversi Skor Skala Empat

Perhitungan Interval Skor	Kategori
$Mi + 1,50 SDi < X \leq Mi + 3 SDi$ $50 + 1,5 (10) < X \leq 50 + 3 (10)$ $65,00 < X \leq 80,00$	Sangat Layak
$Mi < X \leq Mi + 1,50 SDi$ $50 < X \leq 50 + 1,5 (10)$ $50,00 < X \leq 65,00$	Layak
$Mi - 1,50 SDi < X \leq Mi$ $50 - 1,5 (10) < X \leq 50$ $35,00 < X \leq 50,00$	Cukup Layak
$Mi - 3 SDi < X \leq Mi - 1,50 SDi$ $50 - 3 (10) < X \leq 50 - 1,5 (10)$ $20,00 < X \leq 35,00$	Kurang Layak

Lampiran 5.b

**Konversi Interval Skor Total ke Skala Empat
(Penilaian Ahli Materi)**

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Butir} &= 19 \\
 \text{Skala Tertinggi} &= 4 \\
 \text{Skala Terendah} &= 1 \\
 \text{Skor Tertinggi Ideal} &= 19 \times 4 \\
 &= 76 \\
 \text{Skor Terendah Ideal} &= 19 \times 1 \\
 &= 19 \\
 \text{Skor Rerata Ideal } (Mi) &= - \left(\quad + \quad h \quad \right) \\
 &= - (76 + 19) \\
 &= 47,5 \\
 \text{Simpangan Baku Ideal } (SDi) &= - \left(\quad + \quad h \quad \right) \\
 &= - (76 - 19) \\
 &= 9,5
 \end{aligned}$$

Konversi Skor Skala Empat

Perhitungan Interval Skor	Kategori
$Mi + 1,50 SDi < X \leq Mi + 3 SDi$ $47,5 + 1,5 (9,5) < X \leq 47,5 + 3 (9,5)$ $61,75 < X \leq 76,00$	Sangat Layak
$Mi < X \leq Mi + 1,50 SDi$ $47,5 < X \leq 47,5 + 1,5 (9,5)$ $47,5 < X \leq 61,75$	Layak
$Mi - 1,50 SDi < X \leq Mi$ $47,5 - 1,5 (9,5) < X \leq 47,5$ $33,25 < X \leq 47,5$	Cukup Layak
$Mi - 3 SDi < X \leq Mi - 1,50 SDi$ $47,5 - 3 (9,5) < X \leq 47,5 - 1,5 (9,5)$ $19,00 < X \leq 33,25$	Kurang Layak

Lampiran 5.c

**Konversi Skor Total ke Skala Empat
(Respon Penilaian Siswa)**

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Butir} &= 28 \\
 \text{Skala Tertinggi} &= 4 \\
 \text{Skala Terendah} &= 1 \\
 \text{Skor Tertinggi Ideal} &= 28 \times 4 \\
 &= 112 \\
 \text{Skor Terendah Ideal} &= 28 \times 1 \\
 &= 28 \\
 \text{Skor Rerata Ideal } (Mi) &= - \left(\quad + \quad h \quad \right) \\
 &= - (112 + 28) \\
 &= 70 \\
 \text{Simpangan Baku Ideal } (SDi) &= - \left(\quad + \quad h \quad \right) \\
 &= - (112 - 28) \\
 &= 14
 \end{aligned}$$

Konversi Skor Skala Empat

Perhitungan Interval Skor	Kategori
$Mi + 1,50 SDi < X \leq Mi + 3 SDi$ $70 + 1,5 (14) < X \leq 70 + 3 (14)$ $91,00 < X \leq 112,00$	Sangat Layak
$Mi < X \leq Mi + 1,50 SDi$ $70 < X \leq 70 + 1,5 (14)$ $70 < X \leq 91,00$	Layak
$Mi - 1,50 SDi < X \leq Mi$ $70 - 1,5 (14) < X \leq 70$ $49,00 < X \leq 47,5$	Cukup Layak
$Mi - 3 SDi < X \leq Mi - 1,50 SDi$ $70 - 3 (14) < X \leq 70 - 1,5 (14)$ $28,00 < X \leq 49,00$	Kurang Layak

DATA HASIL EVALUASI PRODUK OLEH AHLI MEDIA

Validator	Butir Aspek Penilaian																										Analisis			
	Desain Tampilan (1)						Sub	Kate	Pengoperasian Media (2)											Sub	Kate	Manfaat (3)							Sub	Kate
	1	2	3	4	5	Total	gori	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total	gori	16	17	18	19	20	Total	gori	Total	Kategori		
Totok Heru T.M., M.Pd	3	3	2	2	3	13	L	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	32	L	3	3	4	3	3	16	L	61	L		
Yuwono Indro H., M.En	3	4	3	3	4	17	SL	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	35	SL	4	4	4	4	4	20	SL	72	SL		
			Jumlah			30								Jumlah				67				Jumlah			36					
			Rerata Skor			15	L							Rerata Skor				34	SL				Rerata Skor			18	SL			

A. Konversi Interval Skor Total

Skor Maks	80	RTI	50
Skor Min	20	SDI	10

Interval Skor			Kategori
65	$< x \leq$	80	Sangat Layak
50	$< x \leq$	65	Layak
35	$< x \leq$	50	Cukup Layak
20	$< x \leq$	35	Kurang Layak

Keterangan

SL	=	Sangat Layak
L	=	Layak
CL	=	Cukup Layak
KL	=	Kurang Layak

Skor Total	133
Rerata Skor	66.5 SL
Konversi Nilai Baku	

B. Konversi Interval Skor Aspek 1 & 3

Skor Maks	20	RTI	13
Skor Min	5	SDI	2.5

Interval Skor			Kategori
16.25	$< x \leq$	20	Sangat Layak
12.5	$< x \leq$	16.25	Layak
8.75	$< x \leq$	12.5	Cukup Layak
5	$< x \leq$	8.75	Kurang Layak

C. Konversi Interval Skor Aspek 2

Skor Maks	40	RT	25
Skor Min	10	SD	5

Interval Skor			Kategori
32.5	$< x \leq$	40	Sangat Layak
25	$< x \leq$	32.5	Layak
17.5	$< x \leq$	25	Cukup Layak
10	$< x \leq$	17.5	Kurang Layak

	DATA HASIL EVALUASI PRODUK OLEH AHLI MATERI
--	---

Validator	Butir Aspek Penilaian																							Analisis	
	Aspek Kualitas Materi (1)														Sub	Kate	Aspek Kemanfaatan (2)					Sub	Kate		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Total	gori	15	16	17	18	19	Total	gori	Total	Kategori
Ariadie Chandra N., M.T	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	48.00	L	4	4	4	4	3	19.00	SL	67.00	SL
Siti Rahmah, M.T	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56.00	SL	4	4	4	4	4	20.00	SL	76.00	SL
														Jumlah	###					Jumlah	39.00				
														Rerata Skor	52.00	SL					Rerata Skor	19.50	SL		

A. Konversi Interval Skor Total				Keterangan		Skor Total		143.00	
Skor Maks	76.00	RT	47.50	SL	=	Sangat Layak	Rerata Skor	71.50	SL
Skor Min	19.00	SD	9.50	L	=	Layak	Konversi Nilsai Baku		

Interval Skor			Kategori
61.75	$< x \leq$	76.00	Sangat Layak
47.50	$< x \leq$	61.75	Layak
33.25	$< x \leq$	47.50	Cukup Layak
19.00	$< x \leq$	33.25	Kurang Layak

Keterangan		
SL	=	Sangat Layak
L	=	Layak
CL	=	Cukup Layak
KL	=	Kurang Layak

B. Konversi Interval Skor Aspek 1				
Skor Maks	56.00	RT	35.00	
Skor Min	14.00	SD	10.00	

Interval Skor			Kategori
50.00	$< x \leq$	56.00	Sangat Layak
35.00	$< x \leq$	50.00	Layak
20.00	$< x \leq$	35.00	Cukup Layak
14.00	$< x \leq$	20.00	Kurang Layak

B. Konversi Interval Skor Aspek 2				
Skor Maks	20.00		RTI	12.50
Skor Min	5.00		SDI	2.50

Interval Skor			Kategori
16.25	$< x \leq$	20.00	Sangat Layak
12.50	$< x \leq$	16.25	Layak
8.75	$< x \leq$	12.50	Cukup Layak
5.00	$< x \leq$	8.75	Kurang Layak

[illegible]

Lampiran 5.4

Responden	Data Hasil Rungun Penilaian Siswa Biji Cuka Lapangan																																									
	Detail Aspek Penilaian																																									
	Desain Tampilan [1]				Progresorasi Media [2]								Kualitas Materi [3]								Pemasfaatan [4]				Realisasi																	
	1	2	3	4	5	Sek	Tala	Kalqar	6	7	8	9	10	11	12	Sek	Tala	Kalqar	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Sek	Tala	Kalqar	24	25	26	27	28	Sek	Tala	Kalqar	Skor	Tala
Siswa 1	4	2	3	3	3	15	L	4	3	3	2	3	3	3	24	L	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	33	L	3	3	3	3	2	14	L	83	L			
Siswa 2	4	2	3	4	2	15	L	2	3	3	3	4	4	3	22	L	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	35	L	4	4	3	4	4	19	SL	34	SL			
Siswa 3	3	3	2	3	2	13	L	3	3	3	3	4	3	3	22	L	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	33	SL	3	3	2	3	2	13	L	87	L				
Siswa 4	3	2	4	4	3	16	L	3	3	3	2	4	3	3	24	L	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	37	SL	3	2	3	4	4	16	L	38	L				
Siswa 5	4	4	4	4	28	SL	4	4	3	3	4	3	4	25	SL	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	48	SL	3	4	4	4	4	19	SL	184	SL				
Siswa 6	4	3	3	3	3	16	L	3	3	3	2	3	2	3	19	L	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	23	L	3	3	3	3	3	15	L	73	L				
Siswa 7	3	3	3	3	1	13	L	3	3	3	2	3	3	2	19	L	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	38	L	4	3	2	3	1	13	L	75	L				
Siswa 8	3	3	3	3	3	15	L	3	3	3	3	3	3	3	24	L	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	34	L	3	3	3	3	3	15	L	85	L				
Siswa 9	4	4	3	3	2	16	L	3	3	3	4	4	3	4	24	SL	3	3	4	3	2	3	2	3	4	3	2	32	L	3	2	3	3	3	14	L	86	L				
Siswa 10	3	2	2	3	3	13	L	3	3	3	3	3	3	3	24	L	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	32	L	3	3	2	3	2	13	L	73	L				
Siswa 11	3	4	3	4	3	17	SL	3	3	3	2	3	3	3	28	L	2	2	3	2	2	2	3	2	3	3	3	27	CL	2	2	3	3	3	13	L	77	L				
Siswa 12	4	4	4	4	4	28	SL	4	4	3	3	4	4	4	26	SL	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	48	SL	3	4	4	4	4	19	SL	185	SL				
Siswa 13	4	3	3	3	2	15	L	3	3	3	4	4	3	4	24	SL	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	36	SL	3	3	3	3	3	15	L	38	L				
Siswa 14	3	3	3	3	2	14	L	3	3	2	3	3	3	3	28	L	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	31	SL	3	3	3	3	3	15	L	88	L				
Siswa 15	3	3	2	4	3	15	L	3	3	4	4	4	3	4	25	SL	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	34	SL	3	3	2	3	2	13	L	84	L				
Siswa 16	4	4	3	3	4	18	SL	3	3	3	4	4	3	3	23	SL	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3	38	SL	3	3	4	4	3	17	SL	36	SL				
Siswa 17	4	3	4	4	3	18	SL	4	4	2	2	4	1	3	28	L	4	4	4	2	3	2	4	3	3	4	3	37	SL	4	4	4	4	4	28	SL	35	SL				
Siswa 18	3	3	3	3	3	15	L	3	3	2	2	3	3	3	19	L	4	3	3	2	2	3	4	3	3	3	3	33	L	3	2	3	4	3	15	L	82	L				
Siswa 19	3	4	3	4	4	18	SL	3	3	4	4	4	4	4	26	SL	4	4	4	2	3	3	4	4	3	4	3	38	SL	4	4	4	4	4	28	SL	182	SL				
Siswa 20	4	3	3	4	3	17	SL	3	3	4	3	4	4	4	25	SL	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	41	SL	4	4	4	4	3	13	SL	182	SL				
Siswa 21	4	2	3	4	3	16	L	3	3	3	3	4	3	4	23	SL	4	3	3	4	3	3	2	3	3	4	4	36	SL	3	3	3	4	3	16	L	34	SL				
Siswa 22	3	3	3	4	2	15	L	3	3	3	3	3	3	3	24	L	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	36	SL	2	3	3	3	4	15	L	87	L				
Siswa 23	4	4	4	3	13	SL	4	4	2	4	3	3	3	3	23	SL	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	3	38	L	4	3	4	2	17	SL	83	L					
Siswa 24	4	4	3	4	2	17	SL	3	3	4	1	4	3	3	24	L	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	23	L	3	3	4	3	2	15	L	82	L				
Siswa 25	4	2	3	4	2	15	L	2	2	2	2	4	4	4	28	L	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	33	L	3	3	3	3	3	15	L	83	L				
Siswa 26	3	4	3	4	3	17	SL	3	2	2	2	3	2	3	17	CL	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	4	3	27	CL	2	2	2	3	2	14	CL	72	L			
Siswa 27	3	3	2	4	3	15	L	3	3	3	3	3	3	3	24	L	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	35	L	3	4	3	3	3	16	L	87	L				
Siswa 28	3	3	2	4	2	14	L	3	3	3	2	3	3	3	28	L	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	32	L	4	3	3	3	3	16	L	82	L				
Siswa 29	4	3	4	3	3	17	SL	4	3	3	3	4	4	3	24	SL	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	44	SL	3	3	4	4	3	17	SL	33	SL				
Siswa 30	3	3	3	3	3	15	L	3	3	3	3	3	3	3	24	L	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	34	L	4	3	4	4	4	13	SL	86	L				
Siswa 31	4	3	3	3	3	16	L	4	4	3	4	4	4	4	27	SL	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	35	L	4	3	4	4	2	17	SL	35	SL					
Siswa 32	4	3	3	4	3	17	SL	3	3	4	3	4	4	4	25	SL	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	48	SL	4	4	4	4	4	28	SL	182	SL				
Jumlah					542.88			Jumlah					786.88			Jumlah					1838.88			Jumlah					544.88													
Rata Rata Skor					16.88	L		Rata Rata Skor					22.86	L		Rata Rata Skor					34.34	L		Rata Rata Skor					15.37													

Keterangan:	
SD	Sangat Baik
B	Baik
CD	Cukup Baik

Skor Total	2827.88
Rata Rata Skor Total	88.34 L

Lampiran 5.b

uji Ketidakhomogenan Angkat Rungas Sima

Sima	Skor Perlaguan Kr-																												Skor Total	Jumlah Skor Tot.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Sima 1	4	2	3	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	83	6883	
Sima 2	4	2	3	4	2	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	94	8284	
Sima 3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	2	3	2	87	7563
Sima 4	3	2	4	4	3	3	3	3	2	4	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	2	3	4	98	8488	
Sima 5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	104	10046	
Sima 6	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	73	6244	
Sima 7	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	4	3	2	3	4	75	5625
Sima 8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	85	7225	
Sima 9	4	4	3	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	2	3	2	3	4	3	2	3	2	3	3	3	86	7336
Sima 10	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	73	6244
Sima 11	3	4	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	77	5323
Sima 12	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	105	11025
Sima 13	4	3	3	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	98	8488
Sima 14	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	88	6488
Sima 15	3	3	2	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	84	7056
Sima 16	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	96	9246
Sima 17	4	3	4	4	3	4	4	2	2	4	4	3	4	4	4	4	2	3	2	4	3	3	4	4	4	4	4	4	95	9025
Sima 18	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	4	3	3	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	4	82	6724
Sima 19	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	102	10404
Sima 20	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	102	10404
Sima 21	4	2	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	3	3	2	3	3	4	4	3	3	3	4	3	94	8284
Sima 22	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	2	3	3	3	4	87	7563
Sima 23	4	4	4	3	4	4	4	2	4	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	2	83	7324
Sima 24	4	4	3	4	2	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	4	3	2	82	6724
Sima 25	4	2	3	4	2	2	2	2	2	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	83	6883
Sima 26	3	4	3	4	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	4	3	2	2	2	3	2	72	5484
Sima 27	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	87	7563
Sima 28	3	3	2	4	2	3	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	4	3	3	3	3	82	6724
Sima 29	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	93	8884
Sima 30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	86	7336
Sima 31	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2	95	9025
Sima 32	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	102	10404
Jumlah	443	33	37	40	39	40	33	35	34	40	40	40	40	40	37	33	30	33	40	34	40	40	40	33	40	40	35		2027	252459
Jumlah Kuadrat	407	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88			
σ ²	0.25	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88			
Tol ²																												10.24		
σ1	104.00																													

$$r_{ij} = \left(\frac{A_{ij}}{n_{ij}} \right) \left(1 - \frac{Q_{ij}^2}{n} \right) \quad \sigma^2 = \frac{r_{ij}^2 - Q_{ij}^2}{n} \quad n_{ij} = 11 \quad 1$$

Lampiran 5.1

uji Validitas Instrumen Penilaian Siswa

Siswa	Jawab Benar																												Σ _i	Σ _i ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Siswa 1	4	2	3	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	89	6009
Siswa 2	4	2	3	4	2	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	91	8281
Siswa 3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	2	87	7569
Siswa 4	3	2	4	4	3	3	3	3	2	4	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	4	90	8100
Siswa 5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	104	10816
Siswa 6	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	79	6241
Siswa 7	3	3	3	3	1	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	4	3	2	3	75	5625
Siswa 8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	85	7225
Siswa 9	4	4	3	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	2	3	2	3	4	3	2	3	3	2	3	3	86	7396
Siswa 10	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	79	6241
Siswa 11	3	4	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	77	5929
Siswa 12	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	105	11025
Siswa 13	4	3	3	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	90	8100
Siswa 14	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	88	7744
Siswa 15	3	3	2	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	84	7056
Siswa 16	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3	96	9216
Siswa 17	4	3	4	4	3	4	4	2	2	4	1	3	4	4	4	4	2	3	2	4	3	3	4	4	3	4	4	4	95	9025
Siswa 18	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	4	3	3	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	4	82	6724
Siswa 19	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	102	10404
Siswa 20	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	102	10404
Siswa 21	4	2	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	3	2	3	3	4	4	3	3	3	3	3	91	8281
Siswa 22	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	2	3	3	3	4	87	7569
Siswa 23	4	4	4	4	3	4	4	2	4	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	89	7921
Siswa 24	4	4	3	4	2	3	3	4	1	4	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	4	3	2	82	6724
Siswa 25	4	2	3	4	2	2	2	2	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	89	7921
Siswa 26	3	4	3	4	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	4	3	2	2	2	3	2	72	5184
Siswa 27	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	87	7569
Siswa 28	3	3	2	4	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	4	3	3	3	82	6724
Siswa 29	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	99	9801
Siswa 30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	86	7396
Siswa 31	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	2	95	9025
Siswa 32	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	102	10404
Σ _i	119	95	97	114	83	101	93	95	91	114	100	106	102	100	104	97	95	98	95	102	94	103	106	103	99	103	111	95	Σ _i	Σ _i ²
Σ _i ²	12769	9025	9409	8881	7321	8081	8641	8825	8281	8881	8881	8881	8881	8881	8881	8881	8881	8881	8881	8881	8881	8881	8881	8881	8881	8881	8881	8881	2027	252459
Σ _{xy}	10853	8777	8544	8888	7378	8577	8814	8452	8141	8888	8919	9458	9117	8948	9255	8638	8289	8744	8878	8896	8425	9141	9463	9164	8862	9241	9318	8522	Σ _{xy}	Σ _{xy} ²
Σ _{xy} ²	487	321	385	414	263	327	319	293	279	414	326	368	338	322	348	387	289	318	325	392	288	341	362	349	319	347	399	389	Σ _{xy} ²	Σ _{xy} ²
Validitas Item	0.51	0.41	0.46	0.54	0.56	0.53	0.59	0.53	0.46	0.60	0.47	0.59	0.60	0.70	0.49	0.59	0.50	0.56	0.62	0.66	0.71	0.44	0.65	0.59	0.66	0.79	0.75	0.50	Σ _{xy} ²	Σ _{xy} ²
r	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	Σ _{xy} ²	Σ _{xy} ²
Keterangan	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Σ _{xy} ²	Σ _{xy} ²

$$R_{xy} = \frac{N(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(N\sum x^2 - (\sum x)^2)(N\sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Hai : Permohonan Validasi Ahli Media

Lamp : 1 bendel

Kepada Yth,

Bapak Yuwono Indro Hatmojo, M.Eng

Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro

di Fakultas Teknik UNY

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

Nama : Tri Hartono

NIM : 13501247007

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Judul TAS : Pengembangan Robot Lengan Lentur Sebagai Media
Pembelajaran untuk Kompetensi Dasar Prinsip Dasar
Sistem Kontrol SMK N 2 Pengasih

Dengan hormat memohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap
instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan,
bersama ini saya lampirkan: (1) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, dan (2) draf
instrumen penelitian TAS

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

Yogyakarta, Maret 2015

Pemohon,



Tri Hartono

NIM. 13501247007

Mengetahui,

Kaprodi PT. Elektro,

Pembimbing TAS



Moh. Khairudin, Ph.D

NIP. 19790412 200212 1 002



Moh. Khairudin, Ph.D

NIP. 19790412 200212 1 002

Hasil Validasi Instrumen Penelitian TAS

Nama Mahasiswa : Tri Hartono NIM : 13501247007
 Judul TAS : Pengembangan Robot Lengan Lentur Sebagai Media Pembelajaran Pada Kompetensi Dasar Prinsip Dasar Sistem Kontrol SMK N 2 Pengasih

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
1	Benda Keras	-Terminasi Output Input pada modul agar disederhanakan sehingga memudahkan dim. instalasinya.
		-Modul diulas menarik dan dipirawan petunjuk kerja penggunaannya.
Komentar umum/lain-lain		

Yogyakarta, April 2015

Validator,



Yudianto Indro Hatmojo, M.Eng

NIP. 19770913 200501 1 002

Hal : Permohonan Validasi Ahli Media
Lamp : 1 bendel

Kepada Yth,
Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
di Fakultas Teknik UNY

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

Nama : Tri Hartono
NIM : 13501247007
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
Judul TAS : Pengembangan Robot Lengan Lentur Sebagai Media
Pembelajaran untuk Kompetensi Dasar Prinsip Dasar
Sistem Kontrol SMK N 2 Pengasih

- Dengan hormat memohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, dan (2) draf instrumen penelitian TAS

Dernikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak
diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, Maret 2015

Pemohon,



Tri Hartono
NIM. 13501247007

Mengetahui,

Kaprodi PT. Elektro,



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

Pembimbing TAS



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

Hasil Validasi Instrumen Penelitian TAS

Nama Mahasiswa : Tri Hartono NIM : 13501247007
 Judul TAS : Pengembangan Robot Lengan Lentur Sebagai Media Pembelajaran Pada Kompetensi Dasar Prinsip Dasar Sistem Kontrol SMK N 2 Pengasih

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
		Perlu diberikan paranda untuk pada hardware yang dapat
		terlihat benar untuk gerakan lengan.
		Tampilan data sensor perlu ditambah nilai nilai yang
		agar dapat mudah dibaca.
Komentar umum/lain-lain :		
- labelisasi media perlu diberi		

Yogyakarta, April 2015
 Validator,



Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd
 NIP. 19650406 199303 1 001

: Permohonan Validasi Ahli Materi

Lampiran : 1 bendel

Kepada Yth,

Bapak Sitti Rahmah, M.T

Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
di Fakultas Teknik UNY

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

Nama : Tri Hartono

NIM : 13501247007

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Judul TAS : Pengembangan Robot Lengan Lentur Sebagai Media
Pembelajaran untuk Kompetensi Dasar Prinsip Dasar
Sistem Kontrol SMK N 2 Pengasih

Dengan hormat memohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap
instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan,
bersama ini saya lampirkan: (1) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, dan (2) draf
instrumen penelitian TAS

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

Yogyakarta, Maret 2015

Pemohon,



Tri Hartono

NIM. 13501247007

Mengetahui,

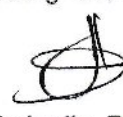
Kaprodi PT. Elektro,



Moh. Khairudin, Ph.D

NIP. 19790412 200212 1 002

Pembimbing TAS



Moh. Khairudin, Ph.D

NIP. 19790412 200212 1 002

Hasil Validasi Instrumen Penelitian TAS

Nama Mahasiswa : Tri Hartono NIM : 13501247007
 Judul TAS : Pengembangan Robot Lengan Lentur Sebagai Media Pembelajaran Pada Kompetensi Dasar Prinsip Dasar Sistem Kontrol SMK N 2 Pengasih

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
Komentar umum/lain-lain :		

Yogyakarta, April 2015

Validator,


 Sitti Rahmah, Spd. MT
 NIP. 196612271991032011

Hasil Validasi Instrumen Penelitian TAS

Nama Mahasiswa : Tri Hartono NIM : 13501247007
 Judul TAS : Pengembangan Robot Lengan Lentur Sebagai Media Pembelajaran Pada Kompetensi Dasar Prinsip Dasar Sistem Kontrol SMK N 2 Pengasih

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
1	Materi labsheet	Sertakan tabel pengamatan
		susun ulang pembagian labsheet
		ringkasan materi di labsheet, yang lengkap di modul pendamping
Komentar umum/lain-lain :		

Yogyakarta, Maret 2015

Validator

Ariadie Chandra Nugraha, M.T

NIP. 19770913 200501 1 002

Program Arduino

```
#define ch_B 3

int rot_count = 0;
int Kp = 10;
int Ki = 0;
int Kd = 0;
int sudut = 90;
float t = 0.1;
int error, last_error;
int derivative, integral, pid;

int index = 0;
int x;

void setup()
{
    Serial.begin(9600);

    initTimer1();
    pinMode(ch_B, INPUT);
    digitalWrite(ch_B, HIGH);
    attachInterrupt(0, encoder, FALLING);

    //=====setup driver motor=====//
    pinMode(ch_B, INPUT);
    pinMode(2, INPUT);
    pinMode(5, OUTPUT);
    pinMode(6, OUTPUT);
    digitalWrite(2, HIGH);
    digitalWrite(7, HIGH);
    digitalWrite(8, HIGH);
}

void loop()
{
    serialEvent();
}

void encoder()
{
    if(digitalRead(ch_B)==0) rot_count++;
    else rot_count--;
```

```

}

void PID()
{
    error = sudut - rot_count;
    integral += error;
    derivative = error - last_error;

    pid = ((Kp*error)) + ((Ki*integral)*t) + ((Kd*derivative)/t);
    last_error = error;

    set_speed(pid/4);
}

void serialEvent()
{
    while (Serial.available())
    {
        char inChar = (char)Serial.read();
        //=====terima=====//
        if(inChar == 'p') {Kp = Serial.parseInt();}
        if(inChar == 'i') {Ki = Serial.parseInt();}
        if(inChar == 'd') {Kd = Serial.parseInt();}
        if(inChar == 'a') {sudut = Serial.parseInt();}

        //===== kirim=====//
        if(inChar == 'P') {Serial.println(Kp);}
        if(inChar == 'I') {Serial.println(Ki);}
        if(inChar == 'D') {Serial.println(Kd);}
        if(inChar == 'A') {Serial.println(sudut);}

        if(inChar == 's') { kirim_data();}
    }
}

void set_speed(int kecepatan)    // setting kecepatan motor (kec>=0, ke kanan); (kec<0, ke kiri)
{
    if(kecepatan > 100) kecepatan = 100;
    if(kecepatan < -100) kecepatan = -100;
    if(kecepatan >= 0)
    {
        analogWrite(5, kecepatan);    // pwm = kecepatan
        digitalWrite(6, LOW);
    }
}

```

```

else
{
    analogWrite(6, 0-kecepatan); //pwm = 0-kecepatan, membalik dari "-" ke "+"
    digitalWrite(5, LOW);
}
}

ISR(TIMER1_OVF_vect)
{
    TCNT1H = 0XF6;
    TCNT1L = 0X3C;
    x++;          // x bertambah tiap 10ms
}

void initTimer1()
{
    TCCR1A = 0X00;
    TCCR1B = 0X03;
    TCNT1H = 0XF6; // f63c=10ms--- fb1e=5ms
    TCNT1L = 0X3C;
    ICR1H = 0X00;
    ICR1L = 0X00;
    OCR1AH = 0X00;
    OCR1AL = 0X00;
    OCR1BH = 0X00;
    OCR1BL = 0X00;
    TIMSK1 = 0X01;
    sei();
}

//===== kirim posisi untuk grafik=====
void kirim_data()
{
    x = 0;
    index = x;
    rot_count = 0;
    while(x < 200)    //200 x 10ms = 2 detik, data posisi dikirim selama dua detik
    {
        PID();
        if(x > index) {Serial.println(rot_count); index = x;} //data posisi dikirim tiap 10ms
    }
    Serial.println("end");    //"end" kode penutup kiriman data
    set_speed(0);
}

```

Program Guide MATLAB

```
function varargout = respon(varargin)
% RESPON MATLAB code for respon.fig
%   RESPON, by itself, creates a new RESPON or raises the existing
%   singleton*.
%
%   H = RESPON returns the handle to a new RESPON or the handle to
%   the existing singleton*.
%
%   RESPON('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%   function named CALLBACK in RESPON.M with the given input arguments.
%
%   RESPON('Property','Value',...) creates a new RESPON or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%   applied to the GUI before respon_OpeningFcn gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property application
%   stop. All inputs are passed to respon_OpeningFcn via varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help respon

% Last Modified by GUIDE v2.5 09-Jun-2014 19:39:44

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @respon_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @respon_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
```

```

end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before respon is made visible.
function respon_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to respon (see VARARGIN)

serialPorts = instrhwinfo('serial');
nPorts = length(serialPorts.SerialPorts);
set(handles.PortList, 'String', ...
    [{'Pilih Port'} ; serialPorts.SerialPorts ]);
set(handles.PortList, 'Value', 2);

handles.output = hObject;

% Choose default command line output for respon
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes respon wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);
% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = respon_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on slider movement.
function sliderKp_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to sliderKp (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'Value') returns position of slider

```



```

%      get(hObject,'Min') and get(hObject,'Max') to determine range of slider

val = get(hObject,'Value');
set(handles.editKp,'String',int2str(val));
editKp_Callback(handles.editKp, 0, handles);

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function sliderKp_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to sliderKp (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: slider controls usually have a light gray background.
if isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor',[.9 .9 .9]);
end

function editKp_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to editKp (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of editKp as text
%      str2double(get(hObject,'String')) returns contents of editKp as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function editKp_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to editKp (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on slider movement.
function sliderKi_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to sliderKi (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'Value') returns position of slider
%      get(hObject,'Min') and get(hObject,'Max') to determine range of slider

```

```

val = get(hObject,'Value');
set(handles.editKi,'String',int2str(val));
editKi_Callback(handles.editKi, 0, handles);

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function sliderKi_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to sliderKi (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: slider controls usually have a light gray background.
if isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor',[.9 .9 .9]);
end

function editKi_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to editKi (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of editKi as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of editKi as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function editKi_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to editKi (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on slider movement.
function sliderKd_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to sliderKd (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'Value') returns position of slider
%        get(hObject,'Min') and get(hObject,'Max') to determine range of slider

```

```

val = get(hObject,'Value');
set(handles.editKd,'String',int2str(val));
editKd_Callback(handles.editKd, 0, handles);

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function sliderKd_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to sliderKd (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: slider controls usually have a light gray background.
if isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor',[.9 .9 .9]);
end

function editKd_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to editKd (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of editKd as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of editKd as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function editKd_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to editKd (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in PortList.
function PortList_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to PortList (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns PortList contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from PortList

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function PortList_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to PortList (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%     See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in bt_set.
function bt_set_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to bt_set (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

fprintf(handles.ser,'p');
fprintf(handles.ser,get(handles.editKp,'String'));

fprintf(handles.ser,'i');
fprintf(handles.ser,get(handles.editKi,'String'));

fprintf(handles.ser,'d');
fprintf(handles.ser,get(handles.editKd,'String'));

fprintf(handles.ser,'a');
fprintf(handles.ser,get(handles.editSudut,'String'));

% --- Executes on button press in bt_read.
function bt_read_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to bt_read (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

set(handles.bt_connect, 'Enable', 'off');
set(handles.bt_read, 'Enable', 'Off');
set(handles.bt_set, 'Enable', 'Off');
set(handles.bt_play, 'Enable', 'Off');

fprintf(handles.ser,'P');
KP = str2num(fscanf(handles.ser,'%c',4));

```

```

fprintf(handles.ser,'I');
KI = str2num(fscanf(handles.ser,'%c',4));

fprintf(handles.ser,'D');
KD = str2num(fscanf(handles.ser,'%c',4));

fprintf(handles.ser,'A');
sdt = str2num(fscanf(handles.ser,'%c',4));

set(handles.bt_connect, 'Enable', 'on');
set(handles.bt_read, 'Enable', 'On');
set(handles.bt_set, 'Enable', 'On');
set(handles.bt_play, 'Enable', 'On');

set(handles.editKp,'String',num2str(KP));
set(handles.editKi,'String',num2str(KI));
set(handles.editKd,'String',num2str(KD));
set(handles.editSudut,'String',num2str(sdt));
set(handles.sliderKp,'Value',round(str2double(get(handles.editKp,'String'))));
set(handles.sliderKi,'Value',round(str2double(get(handles.editKi,'String'))));
set(handles.sliderKd,'Value',round(str2double(get(handles.editKd,'String'))));
set(handles.sliderSudut,'Value',round(str2double(get(handles.editSudut,'String'))));

% --- Executes on button press in bt_play.
function bt_play_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to bt_play (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
step = (str2double(get(handles.editSudut,'String')))

fprintf(handles.ser,'s');
data = [];
len = 1;
value = 0;
pas = 0;
%koef = 1000/242;
while(pas == 0)
    value = fscanf(handles.ser)
    if(strfind(value,'end'))
        break;
    end
    %if(length(str2num(value)))
        data(len) = str2num(value);

```

```

        len = len+1;

    %end
end
len
maksimum = max(data)
overshoot = (maksimum-step)/step * 100

axes(handles.responseplot)
hold off
plot([0 1:length(data)]*10, step*[0 ones(1,length(data))], 'r')
hold on
plot([1:length(data)]*10, data, 'b')
grid on
xlabel('Time [milliseconds]')
ylabel('Position [encoder steps]')
set(handles.textOver,'String',num2str(overshoot));

% --- Executes on selection change in BaudList.
function BaudList_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to BaudList (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns BaudList contents as cell array
%        contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from BaudList

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function BaudList_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to BaudList (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in bt_connect.
function bt_connect_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to bt_connect (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

```

```

if strcmp(get(hObject,'String'),'Connect') % currently disconnected
    serPortn = get(handles.PortList, 'Value');
    serBaudn = get(handles.BaudList, 'Value');
    if serPortn == 1
        errordlg('Pilih Port yang sesuai');
    else
        if serBaudn == 1
            errordlg('Pilih baudrate yang sesuai');
        else
            serList = get(handles.PortList,'String');
            baudList = get(handles.BaudList,'String');
            serPort = serList{serPortn};
            serBaud = baudList{serBaudn};
            ser = serial(serPort, 'BaudRate', str2num(serBaud),'DataBits', 8, 'Parity', 'none',
'StopBits', 1, 'Terminator', 'CR');

            try
                fopen(ser);

                handles.ser = ser;
                set(hObject, 'String','Disconnect')
                set(handles.bt_read, 'Enable', 'On');
                set(handles.bt_set, 'Enable', 'On');
                set(handles.bt_play, 'Enable', 'On');
            catch e
                errordlg(e.message);
            end
        end
    end

end
else
    set(hObject, 'String','Connect')
    set(handles.bt_read, 'Enable', 'Off');
    set(handles.bt_set, 'Enable', 'Off');
    set(handles.bt_play, 'Enable', 'Off');
    fclose(handles.ser);
end
guidata(hObject, handles);

```

```

% --- Executes when user attempts to close figure1.
function figure1_CloseRequestFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to figure1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB

```

```

% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
if isfield(handles, 'ser')
    fclose(handles.ser);
end
%delete(handles.ser);
% Hint: delete(hObject) closes the figure
delete(hObject);

function editSize_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to editSize (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of editSize as text
%    str2double(get(hObject,'String')) returns contents of editSize as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function editSize_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to editSize (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%    See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function editFreq_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to editFreq (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of editFreq as text
%    str2double(get(hObject,'String')) returns contents of editFreq as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function editFreq_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to editFreq (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%    See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function editSudut_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to editSudut (see GCBO)

```



```

% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of editSudut as text
%      str2double(get(hObject,'String')) returns contents of editSudut as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function editSudut_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to editSudut (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on slider movement.
function sliderSudut_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to sliderSudut (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'Value') returns position of slider
%      get(hObject,'Min') and get(hObject,'Max') to determine range of slider
val = get(hObject,'Value');
set(handles.editSudut,'String',int2str(val));
editSudut_Callback(handles.editSudut, 0, handles);

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function sliderSudut_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to sliderSudut (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: slider controls usually have a light gray background.
if isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor',[.9 .9 .9]);
end

```

**SILABUS MATA PELAJARAN PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL
(PAKET KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI)**

Satuan Pendidikan : SMK/MAK
Kelas / Semester : XI / 3 (76 JP)

Kompetensi Inti

KI-1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI-2. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI-3. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.

KI-4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif dan mampu melaksanakan tugas spesifik dibawah pengawasan langsung.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
1.1 Memahami nilai-nilai keimanan dengan menyadari hubungan keteraturan dan kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya 1.2 Mendeskripsikan kebesaran Tuhan yang menciptakan berbagai sumber energi di alam 1.3 Mengamalkan nilai-nilai keimanan sesuai dengan ajaran agama dalam kehidupan sehari-hari.					76 JP	

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
<p>2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objek-tif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; ter-buka; kritis; krea-tif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi</p> <p>2.2 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan</p>						
3.1. Memahamai prinsip dasar sistem kontrol	<ul style="list-style-type: none"> Memahami terminologi dan Simbol (perbandingan system open-loop versus closed-loop) Mengenal software control dan electronic (Matlab,danLive wire/ EWB/National Instruments/ Eagle) Memahami 	<ul style="list-style-type: none"> Prinsip Dasar Sistem Kontrol 1. Terminologi dan Simbol (perbandingan system <i>open-loop</i> versus <i>closed-loop</i>;) 2. Jenis desain sistem (Continues : Analog & Diskrit: Digital) 3. Pengenalan software control dan electronic 	<p>Mengamati</p> <ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan tayangan /gambaran (tentang Prinsip Dasar Sistem Kontrol, dan mengamati siswa dalam menyimak/ memperhatikan tayangan <p>Menanya</p> <p>Kejelasan tentang prinsip dasar system kontrol</p> <p>Mendiskusikan</p> <p>Membuat kelompok diskusi dengan topik terkait tayangan/ gambar atau teks pembelajaran prinsip dasar sistem kontrol</p>	<p>Tugas</p> <p>Menyelesaikan pengisian lembar kerja oleh siswa, dan/atau mem-buat rangkuman dari hasil tayang-an dan diskusi.</p> <p>Observasi</p> <p>Melakukan pengamatan pada kegiatan kelompok</p>		<p>1. Kementerian Pendidikan & Kebudayaan, “<i>Perekayasa m sistem kontrol</i>”</p> <p>2. Eka Maulana, “<i>Sistem kontrol digital</i>”</p>

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
	jenis desain sistem (Continues : Analog & Diskrit:Digital) • - Mampu menerapkan simulasi karakteristik transient response system dengan menggunakan MATLAB	(Matlab, dan Livewire/ EWB/National Instruments/ Proteus/Eagle 4. Penerapkan simulasi karakteristik transient response system dengan menggunakan MATLAB	meliputi: (symbol, perbedaan antara berbagai jenis sistem kontrol dan media/ peralatan sistem kontrol. Mendemonstrasikan Melakukan simulasi dan demonstrasi fungsi sinyal keluaran sesuai sifat dari beberapa contoh sistem kontrol dengan software Mathlab atau software elektronik yang lain. Mengeksplorasi • Mengeksplor gambar symbol dari beberapa jenis kontrol dasar. • Mengeksplor sistem kontrol sederhana, mulai dari sifat/ karakteristik respon dan pemodelan sederhana sistem, prinsip kerja, fungsi, dan kegunaan. Mengasosiasikan Mengelompokkan dan berbagai jenis sistem sensor untuk dibuat table fungsi, dan kegunaan serta untuk dibuat rangkuman dan kesimpulannya. Mengkomunikasikan Menyampaikan kesimpulan (tentang gambar symbol, sifat/ karakteristik respon dan pemodelan sederhana sistem kontrol, jenis dan fungsi serta prinsip kerja untuk keperluan materi pelajaran berikutnya.	siswa dalam diskusi, atau in-dividu dalam merangkum atau menggunakan <i>checklist</i> lembar pengamatan atau dalam bentuk lain. Portofolio Rangkuman hasil penjelasan dan tayangan dalam bentuk tulisan dan pembuatan kesimpulan yang telah dijelaskan. Tes Essay		

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Nama Sekolah	:	SMK Negeri 2 Pengasih
Mata Pelajaran	:	Perekayasaan Sistem Kontrol
Kelas/Semester	:	I / 1
Alokasi Waktu	:	4 x 45 Menit (1 pertemuan)
Guru/Pengampu	:	

A. Kompetensi Inti

1. Kompetensi Inti– 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Kompetensi Inti –2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Kompetensi Inti – 3 : Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.
4. Kompetensi Inti – 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

B. Kompetensi Dasar

1. Memahami prinsip dasar sistem kontrol

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Ranah Kognitif
 - Memahami prinsip dasar rangkainan *open-loop system*.
 - Memahami prinsip dasar rangkainan *closed-loop system*
 - Memahami prinsip dasar rangkainan fungsi alih sistem

2. Ranah Psikomotorik
 - Mempertajam pengertian macam-macam rangkaian kontrol
 - Menggambarkan macam-macam rangkaian kontrol
 - Mampu menyampaikan pendapat mengenai materi rangkaian kontrol
3. Ranah Afektif
 - a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:
 - Jujur
 - Peduli
 - Tanggung jawab
 - b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:
 - Bertanya
 - Berpendapat
 - Menjadi pendengar yang baik

D. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari uraian materi kegiatan belajar ini, diharapkan dapat:

1. Ranah Kognitif
 - Siswa mampu menyebutkan jenis-jenis rangkaian kontrol pada perekayasaan pelajaran sistem kontrol
 - Siswa mampu menjelaskan perbedaan jenis-jenis rangkaian kontrol pada perekayasaan pelajaran sistem kontrol.
2. Ranah Psikomotor:
 - Siswa mampu mempertajam pengertian rangkaian kontrol
 - Siswa mampu menggambarkan macam-macam rangkaian kontrol
 - Siswa mampu mengajukan pertanyaan terkait rangkaian kontrol
3. Afektif
 - a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:
 - Jujur
 - Peduli
 - Tanggung jawab
 - b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:
 - Bertanya
 - Berpendapat
 - Menjadi pendengar yang baik

E. Langkah Pembelajaran

No	Waktu	Kegiatan	Kegiatan Siswa
1	15 Menit	Pembuka	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa menjawab salam dari guru 2. Siswa menjawab sapaan guru, berdo'a, dan mengondisikan diri siap belajar 3. Siswa menunjukkan kesiapannya mengikuti pelajaran 4. Siswa memperhatikan tujuan pembelajaran dan memberikan penjelasan tentang manfaat menguasai materi pembelajaran. 5. Siswa termotivasi oleh guru 6. Siswa memperhatikan pokok-pokok/cakupan materi pembelajaran yang diungkapkan oleh guru.
2	40 Menit	Inti	<ol style="list-style-type: none"> a. Eksplorasi <ul style="list-style-type: none"> • Siswa memperhatikan penjelasan dari guru • Siswa membagi menjadi 4 kelompok dan menyiapkan sarana dan prasarana. • Siswa mencari materi mengenai sistem kontrol • Siswa memahami pengertian sistem kontrol dan jenisnya.
	70 Menit		<ol style="list-style-type: none"> b. Elaborasi <ul style="list-style-type: none"> • Siswa mengajukan pertanyaan mengenai materi sistem kontrol yang telah diajarkan • Siswa yang paham diberi kesempatan untuk menjawab pertanyaan teman atau memberi tanggapan • Siswa melakukan diskusi kelompok membahas mengenai karakteristik peralatan tangan sesuai dengan kelompok yang telah dibagi dan melakukan pengamatan terhadap peralatan tangan. • Setiap kelompok membuat rangkuman hasil diskusi untuk disampaikan di depan kelas.
	40 Menit		<ol style="list-style-type: none"> c. Konfirmasi <ul style="list-style-type: none"> • Siswa perwakilan dari setiap kelompok mengemukakan hasil dari diskusi kelompok, siswa lain dapat mengajukan pertanyaan ataupun tanggapan mengenai hasil diskusi yang dilakukan tiap-tiap kelompok • Siswa mendengarkan penjelasan / konfirmasi dari Guru
3	15 Menit	Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dengan bimbingan guru menyimpulkan materi pembelajaran 2. Siswa melaksanakan evaluasi 3. Siswa merefleksi penguasaan materi yang telah dipelajari dengan membuat catatan penguasaan materi. 4. Siswa menyimak informasi mengenai rencana tindak lanjut pembelajaran berikutnya 5. Siswa berdo'a menurut kepercayaan masing-masing untuk menutup kegiatan belajar

F. Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : *Scientific Learning*
2. Model Pembelajaran : Menggunakan *Discovery Learning* dengan melakukan diskusi kelompok membahas dan mengamati mengenai sistem kontrol

G. Instrumen Penilaian

a. Pengamatan

Lembar pengamatan sikap dan pengamatan keterampilan

No	Aspek yang dinilai	Teknik Pengamatan	Waktu Penilaian
1.	Sikap a. Terlibat aktif dalam pembelajaran perekayasa sistem kontrol b. Bekerjasama dalam kegiatan kelompok. c. Toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.	Pengamatan	Selama pembelajaran dan saat diskusi
2.	Pengetahuan Mengetahui jenis-jenis sistem kontrol dan fungsinya	Tes Tertulis	Individu dan Kelompok
3.	Keterampilan Membedakan jenis-jenis sistem kontrol	Pengamatan	Ketika diskusi

b. Tes Tertulis

Soal tes tertulis

c. Penilaian sikap, ketrampilan, pengetahuan

H. Sumber Pembelajaran

1. Alat :

- Spidol dan Papan Tulis
- LCD dan perlengkapannya

2. Bahan :

- Perekayasa sistem kontrol, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan
- Sistem kontrol digital, Eka Maulana

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Nama Sekolah	:	SMK Negeri 2 Pengasih
Mata Pelajaran	:	Perekayasaan Sistem Kontrol
Kelas/Semester	:	I / 1
Alokasi Waktu	:	4 x 45 Menit (1 pertemuan)
Guru/Pengampu	:	

A. Kompetensi Inti

1. Kompetensi Inti– 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Kompetensi Inti –2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Kompetensi Inti – 3 : Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.
4. Kompetensi Inti – 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

B. Kompetensi Dasar

1. Memahami prinsip dasar sistem kontrol

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Ranah Kognitif
 - Mengenal software kontrol dan elektronik
2. Ranah Psikomotorik
 - Mempertajam pemahaman fungsi software kontrol dan elektronik

- Mampu menggunakan software kontrol dan elektronik
 - Mampu menyampaikan pendapat mengenai materi rangkaian kontrol
3. Ranah Afektif
- a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:
 - Jujur
 - Peduli
 - Tanggung jawab
 - b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:
 - Bertanya
 - Berpendapat
 - Menjadi pendengar yang baik

D. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari uraian materi kegiatan belajar ini, diharapkan dapat:

1. Ranah Kognitif
 - Siswa mampu menyebutkan macam-macam software kontrol dan elektronik
 - Siswa mampu menjelaskan fungsi software kontrol dan elektronik pada perancangan pelajaran sistem kontrol.
2. Ranah Psikomotor:
 - Siswa mampu mempertajam fungsi software kontrol dan elektronik
 - Siswa mampu menggunakan software kontrol dan elektronik
 - Siswa mampu mengajukan pertanyaan terkait software kontrol dan elektronik
3. Afektif
 - a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:
 - Jujur
 - Peduli
 - Tanggung jawab
 - b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:
 - Bertanya
 - Berpendapat
 - Menjadi pendengar yang baik

E. Langkah Pembelajaran

No	Waktu	Kegiatan	Kegiatan Siswa
1	15 Menit	Pembuka	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa menjawab salam dari guru 2. Siswa menjawab sapaan guru, berdo'a, dan mengondisikan diri siap belajar 3. Siswa menunjukkan kesiapannya mengikuti pelajaran 4. Siswa memperhatikan tujuan pembelajaran dan memberikan penjelasan tentang manfaat menguasai materi pembelajaran. 5. Siswa termotivasi oleh guru 6. Siswa memperhatikan pokok-pokok/cakupan materi pembelajaran yang diungkapkan oleh guru.
2	40 Menit	Inti	<ol style="list-style-type: none"> a. Eksplorasi <ul style="list-style-type: none"> • Siswa memperhatikan penjelasan dari guru • Siswa membagi menjadi 4 kelompok dan menyiapkan sarana dan prasarana. • Siswa mencari materi mengenai software kontrol dan elektronik • Siswa memahami fungsi software kontrol dan elektronik
	70 Menit		<ol style="list-style-type: none"> b. Elaborasi <ul style="list-style-type: none"> • Siswa mengajukan pertanyaan mengenai materi software kontrol dan elektronik yang telah diajarkan • Siswa yang paham diberi kesempatan untuk menjawab pertanyaan teman atau memberi tanggapan • Siswa melakukan diskusi kelompok membahas mengenai software kontrol dan elektronik sesuai dengan kelompok yang telah dibagi dan melakukan pengamatan terhadap macam-macam software • Setiap kelompok membuat rangkuman hasil diskusi untuk disampaikan di depan kelas.
	40 Menit		<ol style="list-style-type: none"> c. Konfirmasi <ul style="list-style-type: none"> • Siswa perwakilan dari setiap kelompok mengemukakan hasil dari diskusi kelompok, siswa lain dapat mengajukan pertanyaan ataupun tanggapan mengenai hasil diskusi yang dilakukan tiap-tiap kelompok • Siswa mendengarkan penjelasan / konfirmasi dari Guru
3	15 Menit	Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dengan bimbingan guru menyimpulkan materi pembelajaran 2. Siswa melaksanakan evaluasi 3. Siswa merefleksi penguasaan materi yang telah dipelajari dengan membuat catatan penguasaan materi. 4. Siswa menyimak informasi mengenai rencana tindak lanjut pembelajaran berikutnya 5. Siswa berdoa menurut kepercayaan masing-masing untuk menutup kegiatan belajar

F. Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : *Scientific Learning*
2. Model Pembelajaran : Menggunakan *Discovery Learning* dengan melakukan diskusi kelompok membahas dan mengamati software kontrol dan elektronik

G. Instrumen Penilaian

d. Pengamatan

Lembar pengamatan sikap dan pengamatan keterampilan

No	Aspek yang dinilai	Teknik Pengamatan	Waktu Penilaian
1.	Sikap a. Terlibat aktif dalam pembelajaran perekayasa sistem kontrol b. Bekerjasama dalam kegiatan kelompok. c. Toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.	Pengamatan	Selama pembelajaran dan saat diskusi
2.	Pengetahuan Mengetahui jenis-jenis software kontrol dan elektronik kontrol dan fungsinya	Tes Tertulis	Individu dan Kelompok
3.	Keterampilan Membedakan fungsi dari masing-masing software kontrol dan elektronik	Pengamatan	Ketika diskusi

a. Tes Tertulis

Soal tes tertulis

b. Penilaian sikap, ketrampilan, pengetahuan

H. Sumber Pembelajaran

1. Alat :

- Spidol dan Papan Tulis
- LCD dan perlengkapannya

2. Bahan :

- Perekayasa sistem kontrol, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan
- Sistem kontrol digital, Eka Maulana

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Nama Sekolah	:	SMK Negeri 2 Pengasih
Mata Pelajaran	:	Perekayasaan Sistem Kontrol
Kelas/Semester	:	I / 1
Alokasi Waktu	:	4 x 45 Menit (1 pertemuan)
Guru/Pengampu	:	

A. Kompetensi Inti

1. Kompetensi Inti– 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Kompetensi Inti –2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Kompetensi Inti – 3 : Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.
4. Kompetensi Inti – 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

B. Kompetensi Dasar

1. Memahami prinsip dasar sistem kontrol

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Ranah Kognitif
 - Memahami jenis desain sistem
2. Ranah Psikomotorik
 - Mempertajam pemahaman jenis desain sistem
 - Mampu menggambarkan jenis desain sistem

- Mampu menyampaikan pendapat mengenai materi jenis desain sistem
3. Ranah Afektif
- a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:
 - Jujur
 - Peduli
 - Tanggung jawab
 - b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:
 - Bertanya
 - Berpendapat
 - Menjadi pendengar yang baik

D. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari uraian materi kegiatan belajar ini, diharapkan dapat:

1. Ranah Kognitif
 - Siswa mampu menyebutkan macam-macam desain sistem
 - Siswa mampu menjelaskan fungsi desain sistem
 - Siswa mampu membedakan desain sistem *continues* dan digital.
2. Ranah Psikomotor:
 - Siswa mampu mempertajam materi desain sistem
 - Siswa mampu mengajukan pertanyaan terkait desain sistem
3. Afektif
 - a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:
 - Jujur
 - Peduli
 - Tanggung jawab
 - b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:
 - Bertanya
 - Berpendapat
 - Menjadi pendengar yang baik

E. Langkah Pembelajaran

No	Waktu	Kegiatan	Kegiatan Siswa
1	15 Menit	Pembuka	1. Siswa menjawab salam dari guru 2. Siswa menjawab sapaan guru, berdo'a, dan mengondisikan diri siap belajar 3. Siswa menunjukkan kesiapannya mengikuti pelajaran 4. Siswa memperhatikan tujuan pembelajaran dan

			<p>memberikan penjelasan tentang manfaat menguasai materi pembelajaran.</p> <p>5. Siswa termotivasi oleh guru</p> <p>6. Siswa memperhatikan pokok-pokok/cakupan materi pembelajaran yang diungkapkan oleh guru.</p>
2	40 Menit	Inti	<p>a. Eksplorasi</p> <ul style="list-style-type: none"> Siswa memperhatikan penjelasan dari guru Siswa membagi menjadi 4 kelompok dan menyiapkan sarana dan prasarana. Siswa mencari materi mengenai desain sistem Siswa memahami perbedaan desain sistem
	70 Menit		<p>b. Elaborasi</p> <ul style="list-style-type: none"> Siswa mengajukan pertanyaan mengenai materi desain sistem yang telah diajarkan Siswa yang paham diberi kesempatan untuk menjawab pertanyaan teman atau memberi tanggapan Siswa melakukan diskusi kelompok membahas mengenai desain sistem sesuai dengan kelompok yang telah dibagi dan melakukan pengamatan terhadap macam-macam desain sistem Setiap kelompok membuat rangkuman hasil diskusi untuk disampaikan di depan kelas.
	40 Menit		<p>c. Konfirmasi</p> <ul style="list-style-type: none"> Siswa perwakilan dari setiap kelompok mengemukakan hasil dari diskusi kelompok, siswa lain dapat mengajukan pertanyaan ataupun tanggapan mengenai hasil diskusi yang dilakukan tiap-tiap kelompok Siswa mendengarkan penjelasan / konfirmasi dari Guru
3	15 Menit	Penutup	<p>1. Siswa dengan bimbingan guru menyimpulkan materi pembelajaran</p> <p>2. Siswa melaksanakan evaluasi</p> <p>3. Siswa merefleksi penguasaan materi yang telah dipelajari dengan membuat catatan penguasaan materi.</p> <p>4. Siswa menyimak informasi mengenai rencana tindak lanjut pembelajaran berikutnya</p> <p>5. Siswa berdoa menurut kepercayaan masing-masing untuk menutup kegiatan belajar</p>

F. Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : *Scientific Learning*
2. Model Pembelajaran : Menggunakan *Discovery Learning* dengan melakukan diskusi kelompok membahas dan mengamati jenis-jenis desain sistem

G. Instrumen Penilaian

a. Pengamatan

Lembar pengamatan sikap dan pengamatan keterampilan

No	Aspek yang dinilai	Teknik Pengamatan	Waktu Penilaian
1.	Sikap a. Terlibat aktif dalam pembelajaran perekayasaan sistem kontrol b. Bekerjasama dalam kegiatan kelompok. c. Toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.	Pengamatan	Selama pembelajaran dan saat diskusi
2.	Pengetahuan Mengetahui jenis-jenis desain sistem	Tes Tertulis	Individu dan Kelompok
3.	Keterampilan Membedakan fungsi dari masing-masing desain sistem	Pengamatan	Ketika diskusi

b. Tes Tertulis

Soal tes tertulis

c. Penilaian sikap, ketrampilan, pengetahuan

H. Sumber Pembelajaran

1. Alat :

- Spidol dan Papan Tulis
- LCD dan perlengkapannya

2. Bahan :

- Perekayasaan sistem kontrol, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan
- Sistem kontrol digital, Eka Maulana

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Nama Sekolah	:	SMK Negeri 2 Pengasih
Mata Pelajaran	:	Perekayasaan Sistem Kontrol
Kelas/Semester	:	2 / 1
Alokasi Waktu	:	4 x 45 Menit (1 pertemuan)
Guru/Pengampu	:	

A. Kompetensi Inti

1. Kompetensi Inti– 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Kompetensi Inti –2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Kompetensi Inti – 3 : Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.
4. Kompetensi Inti – 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

B. Kompetensi Dasar

1. Mengetahui prinsip dasar sistem kontrol

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Ranah Kognitif
 - Mengetahui penerapan simulasi karakteristik transient response system dengan menggunakan aplikasi matlab

2. Ranah Psikomotorik
 - Mampu menerapkan simulasi karakteristik *transient response system* dengan menggunakan matlab
3. Ranah Afektif
 - a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:
 - Jujur
 - Peduli
 - Tanggung jawab
 - b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:
 - Bertanya
 - Berpendapat
 - Menjadi pendengar yang baik

D. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari uraian materi kegiatan belajar ini, diharapkan dapat:

1. Ranah Kognitif
 - Siswa mampu menjelaskan penerapan prinsip dasar sistem kontrol menggunakan robot
 - Siswa mampu menjelaskan macam-macam *response system* pada prinsip dasar sistem kontrol.
2. Ranah Psikomotor:
 - Siswa bisa mensimulasikan karakteristik *transient response* dengan menggunakan GUI dari matlab
 - Siswa dapat menggunakan robot dengan benar.
3. Afektif
 - a. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:
 - Jujur
 - Peduli
 - Tanggung jawab
 - b. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:
 - Bertanya
 - Berpendapat
 - Menjadi pendengar yang baik

E. Langkah Pembelajaran

Pertemuan pertama :

No	Waktu	Kegiatan	Kegiatan Siswa
1	20 Menit	Pembuka	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa menjawab salam dari guru 2. Siswa menjawab sapaan guru, berdo'a, dan mengondisikan diri siap belajar 3. Siswa menunjukkan kesiapannya mengikuti pelajaran 4. Siswa memperhatikan tujuan pembelajaran dan memberikan penjelasan tentang manfaat menguasai materi pembelajaran. 5. Siswa termotivasi oleh guru 6. Siswa memperhatikan pokok-pokok/cakupan materi pembelajaran yang diungkapkan oleh guru.
2	60 Menit	Inti	<ol style="list-style-type: none"> a. Eksplorasi <ul style="list-style-type: none"> • Siswa memperhatikan penjelasan dari guru. • Siswa mempelajari materi pada <i>jobsheet</i> • Siswa menyiapkan sarana dan prasarana. • Siswa menginstalasi pengkabelan robot. • Siswa mendemonstrasikan karakteristis response system menggunakan robot • Siswa menganalisis hasil praktek
	30 Menit		<ol style="list-style-type: none"> b. Elaborasi <ul style="list-style-type: none"> • Siswa mengajukan pertanyaan mengenai kesulitan di dalam menjalankan praktek • Siswa yang paham diberi kesempatan untuk menjawab pertanyaan teman atau memberi tanggapan
	50 Menit		<ol style="list-style-type: none"> c. Konfirmasi <ul style="list-style-type: none"> • Siswa mendengarkan penjelasan / konfirmasi dari Guru • Siswa mendapatkan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan • Memberi acuan agar peserta didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi; • Siswa yang kurang aktif mendapatkan motivasi
3	20 Menit	Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dengan bimbingan guru menyimpulkan materi pembelajaran 2. Siswa melaksanakan evaluasi 3. Siswa merefleksi penguasaan materi yang telah dipelajari dengan membuat catatan penguasaan materi. 4. Siswa menyimak informasi mengenai rencana tindak lanjut pembelajaran berikutnya 5. Siswa berdo'a menurut kepercayaan masing-masing untuk menutup kegiatan belajar

F. Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : *Scientific Learning*
2. Model Pembelajaran : Menggunakan Strategi Pembelajaran kooperatif (*cooperative learning*) menggunakan kelompok diskusi yang berbasis proyek (*project-based learning*).

G. Instrumen Penilaian

a. Pengamatan

Lembar pengamatan sikap dan pengamatan keterampilan

No	Aspek yang dinilai	Teknik Pengamatan	Waktu Penilaian
1.	Sikap a. Terlibat aktif dalam pembelajaran perekayasaan sistem kontrol b. Bekerjasama dalam kegiatan kelompok. c. Toleran terhadap proses pemecahan masalah yang berbeda dan kreatif.	Pengamatan	Selama pembelajaran dan saat diskusi
2.	Pengetahuan Mengetahui demonstrasi prinsip dasar sistem kontrol menggunakan robot lengan lentur	Tes Tertulis	Individu dan Kelompok
3.	Keterampilan Mampu mengoperasikan robot lengan lentur	Pengamatan	Ketika diskusi

b. Tes Tertulis

Soal tes tertulis

c. Penilaian sikap, ketrampilan, pengetahuan

H. Sumber Pembelajaran

1. Alat :

- Spidol dan Papan Tulis
- LCD dan perlengkapannya
- Robot lengan lentur dan komputer

2. Bahan :

- Buku BSE Pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol
- Petunjuk Penggunaan Robot Lengan Lentur

JOBSHEET

A. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Ranah Kognitif

- Memahami penerapan dasar sistem kontrol
- Mensimulasi karakteristik *transient response system* dengan menggunakan matlab

2. Ranah Psikomotorik

- Menggunakan dan menjalankan robot lengan lentur dengan baik dan benar

3. Ranah Afektif

c. Mengembangkan perilaku berkarakter, meliputi:

- Jujur
- Peduli
- Tanggung jawab

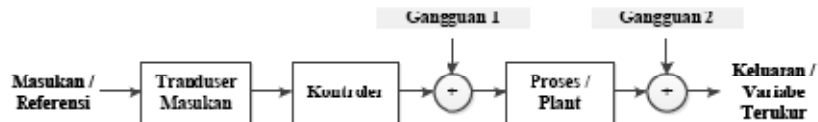
d. Mengembangkan keterampilan sosial, meliputi:

- Bertanya
- Berpendapat
- Menjadi pendengar yang baik

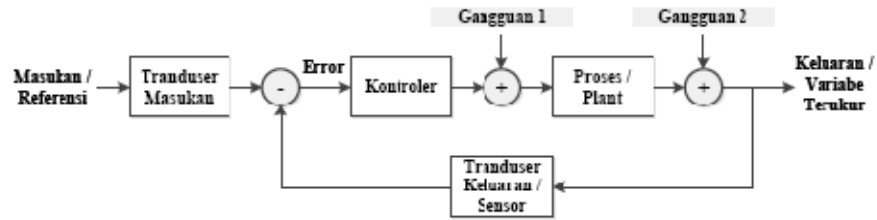
B. Dasar Teori

1. Prinsip dasar sistem kontrol

Sistem kontrol adalah suatu sistem yang bertujuan untuk mengendalikan suatu proses agar keluaran yang dihasilkan dapat dikontrolkan sehingga tidak terjadi kesalahan terhadap referensi yang ditentukan. Pada sistem kendali terbuka output dari sistem rusak disebabkan oleh sinyal gangguan yang menambah sinyal kontroler.

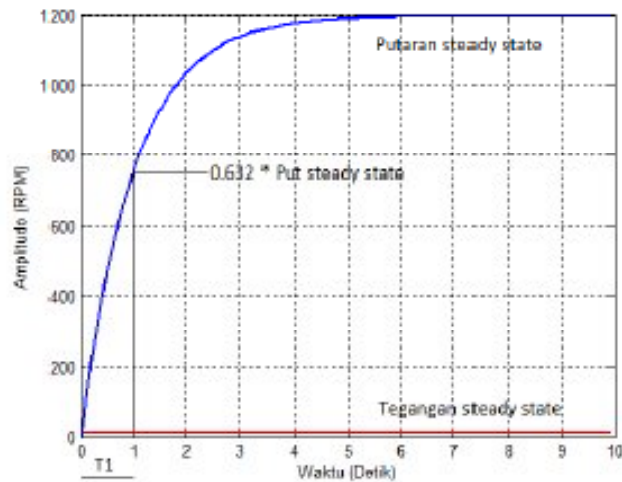


Gambar 1. Rangkain sistem kontrol terbuka



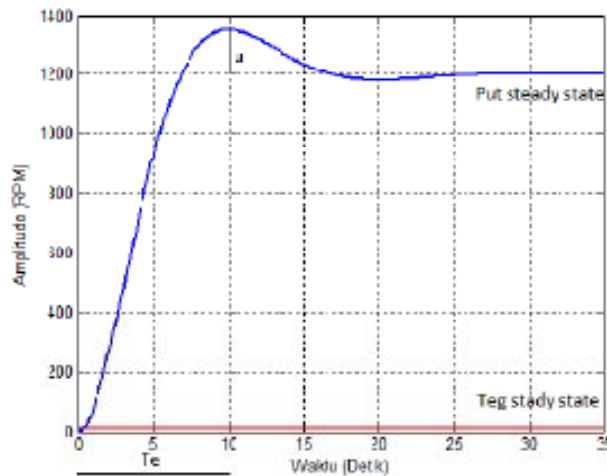
Gambar 2. Rangkain sistem kontrol tertutup

Fungsi alih motor DC dapat ditentukan melalui pembacaan kurva karakteristik yang didapatkan melalui pengukuran keluaran kecepatan putaran motor dan tegangan masukan motor DC, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva kecepatan putaran motor orde 1

Tegangan steady state adalah tegangan masukan yang diberikan konstan pada masukan motor DC, putaran *steady state* adalah kecepatan putaran motor setelah mencapai putaran nominalnya setelah diberikan tegangan masukan tertentu, sementara waktu respon motor T_1 adalah waktu transien yang diperlukan untuk perubahan kecepatan putaran motor mencapai putaran nominalnya.



Gambar 4. Kurva kecepatan putaran motor orde 2

Fungsi alih motor DC dapat ditentukan melalui pembacaan kurva karakteristik yang didapatkan melalui pengukuran keluaran kecepatan putaran motor dan tegangan masukan motor DC (Gambar 4).

Tegangan *steady state* adalah tegangan masukan yang diberikan konstan pada masukan motor DC, putaran *steady state* adalah kecepatan putaran motor setelah mencapai putaran nominalnya setelah diberikan tegangan masukan tertentu, sementara waktu respon motor T_e adalah waktu yang diperlukan untuk perubahan kecepatan putaran motor mencapai putaran maksimumnya dan u adalah kelebihan putaran terhadap putaran nominalnya.

Keberadaan kontroler dalam suatu sistem kontrol mempunyai kontribusi yang signifikan terhadap perilaku sistem. Salah satu tugas kontroler adalah mereduksi sinyal kesalahan, yaitu perbedaan antara sinyal setting dan sinyal aktual. Hal ini sesuai dengan tujuan sistem kontrol adalah mendapatkan sinyal aktual senantiasa (diinginkan) sama dengan sinyal setting. Semakin cepat reaksi sistem mengikuti sinyal aktual dan semakin kecil kesalahan yang terjadi, semakin baik kinerja sistem kontrol yang diterapkan.

Keluaran kontroler proporsional merupakan perkalian antara konstanta proporsional dengan masukannya. Perubahan pada sinyal masukan akan segera menyebabkan sistem secara langsung mengubah keluarannya sebesar konstanta pengalinya. Kontroler integral memiliki karakteristik seperti halnya sebuah integral. Keluaran kontroler sangat dipengaruhi oleh perubahan yang sebanding dengan nilai sinyal kesalahan. Keluaran kontroler ini merupakan jumlahan yang terus menerus dari perubahan masukannya. Kalau sinyal kesalahan tidak mengalami perubahan, keluaran akan menjaga keadaan seperti sebelum terjadinya perubahan

masukannya. Mode derivatif dari kontroler memiliki karakteristik : sinyal keluaran kontroler tergantung pada laju perubahan error di dalam sistem. Andaikan error dalam sistem suatu saat adalah nol, dan mengalami perubahan, sehingga kontroler harus mengambil tindakan terhadap error yang terjadi

Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing kontroler P, I dan D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara paralel menjadi kontroler proposional plus integral plus diferensial (kontroler PID). Elemen-elemen kontroler P, I dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan offset dan menghasilkan perubahan awal yang besar

Karakteristik kontroler PID sangat dipengaruhi oleh kontribusi besar dari ketiga parameter P, I dan D. Penyetelan konstanta K_p , K_i , dan K_d akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing elemen. Satu atau dua dari ketiga konstanta tersebut dapat disetel lebih menonjol dibanding yang lain.

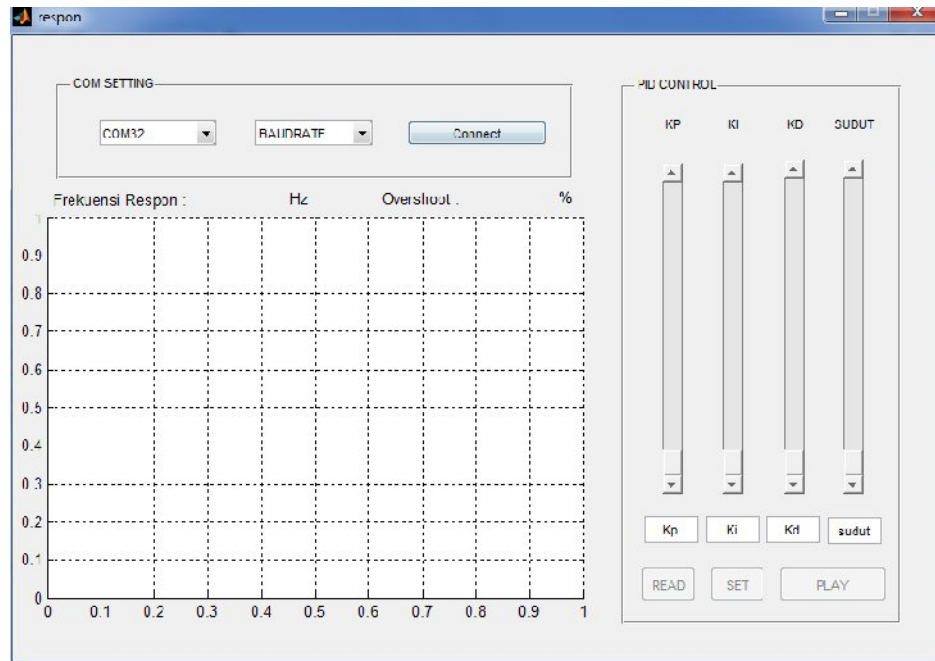
Karakteristik kontroler PID adalah sebagai berikut :

- Kontroler proporsional (K_p) bersifat mengurangi waktu *rise time* sistem dan *error steady-state*-nya, tapi tidak bisa menghilangkan *error steady-state*-nya hingga nol.
- Kontroler integral (K_i) bersifat menghilangkan *error steady-state*, namun dapat mengakibatkan respons transient sistem memburuk.
- Kontroler derivatif (K_d) akan menaikkan stabilitas sistem, mengurangi *overshoot*, dan memperbaiki *respons transient*.

2. Robot Lengan Lentur

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. Robot ini terdiri software dan hardware. Untuk software menggunakan matlab dan arduino, hardware terdiri dari penggerak motor, motor dc, catu daya, modul arduino, sensor putaran dan rangka robot. Komunikasi robot dengan komputer menggunakan port usb.

Bentuk software simulasi untuk menjalankan robot yaitu pada Gambar 5.



Gambar 5. Simulator Robot Lengan Lentur menggunakan GUI dari Matlab

Keterangan ;

- PORT : Untuk memilih port yang akan digunakan berkomunikasi dengan robot lengan lentur (Software akan secara otomatis mendeteksi Port yang aktif).
- BAUDRATE : Berfungsi untuk mengatur kecepatan komunikasi data robot dengan software GUI
- Connect/Disconnect : Berfungsi untuk mengoneksikan atau memutus robot dengan software.
- Kp : Berfungsi untuk menyetel input Kp (konstanta Proporsional)
- Ki : Berfungsi untuk menyetel input Ki (konstanta Integral)
- Kd : Berfungsi untuk menyetel input Kd (konstanta Derivatif)
- Sudut : Berfungsi untuk menginstruksikan pergerakan lengan robot, jika bernilai positif maka robot akan bergerak searah jarum jam, dan jika bernilai negatif maka akan bergerak ke kiri. Sudut pergerakan robot sesuai nominal yang kita masukan.
- READ : Berfungsi untuk menyetel simulator ke setelan *default*/awal
- SET : Berfungsi untuk mengirimkan data ke arduino sebelum di jalankan
- PLAY : berfungsi untuk menjalankan simulasi
- Grafik : Merupakan hasil pembacaan/analisa kiberja robot

C. Alat dan Bahan

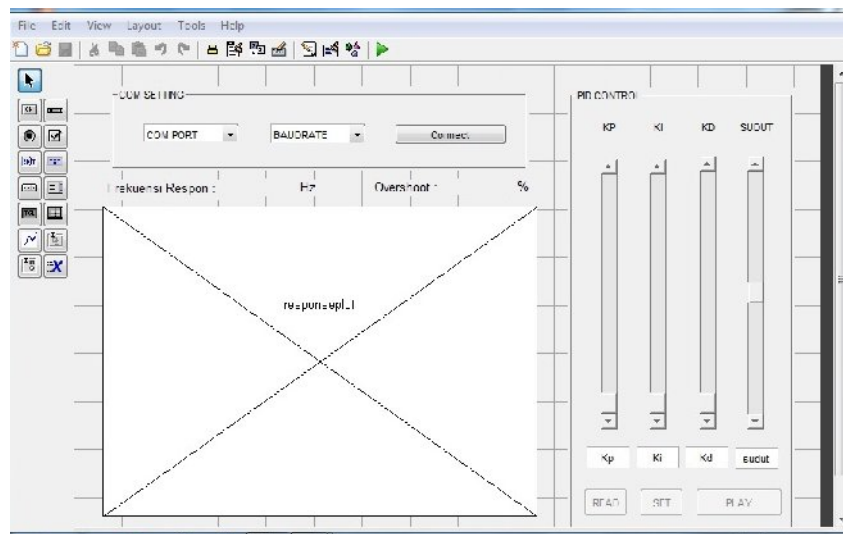
1. Komputer
2. Robot lengan lentur
3. Multitester
4. Kabel USB
5. Obeng

D. Keselamatan kerja

1. Gunakanlah alat keselamatan kerja (alat pelindung diri)
2. Jangan bermain-main menggunakan alat dan benda kerja.
3. Pelajari SOP sebelum melakukan praktik.
4. Kembalikan alat-alat praktik ke tempatnya.
5. Pakaian kerja / *wearpack*
6. Pastikan penjumlahan kabel tidak terbalik

E. Langkah Kerja

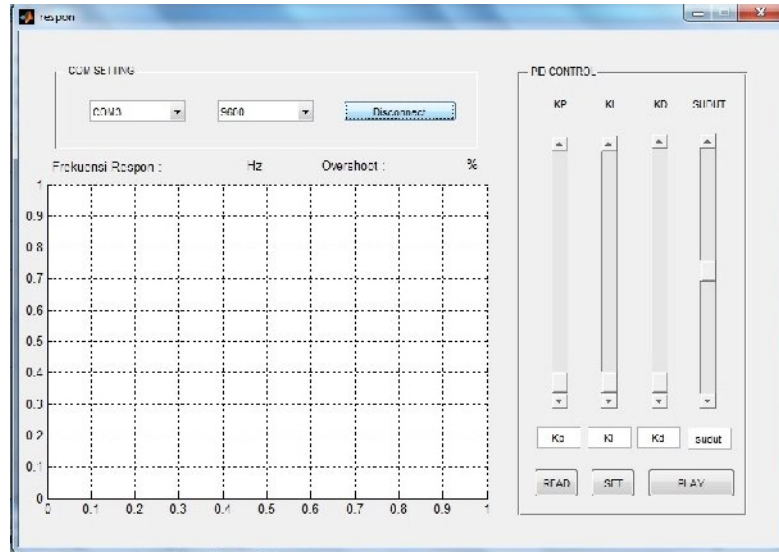
1. Tancapkan jumper kabel motor yang berwarna biru hitam.
2. Tancapkan jumper kabel sensor yang terdiri dari 4 kabel.
3. Tancapkan jumper kabel untuk saklar pengaman yang berwarna hijau merah.
4. Hubungkan jek power dengan kotak kontak.
5. Hubungkan kabel USB *hardware* robot dengan komputer.
6. Buka aplikasi GUI Matlab seperti gambar berikut ini;



7. Tekan tombol run figure seperti gambar berikut ini;



8. Tampilan program akan berubah menjadi gambar berikut;

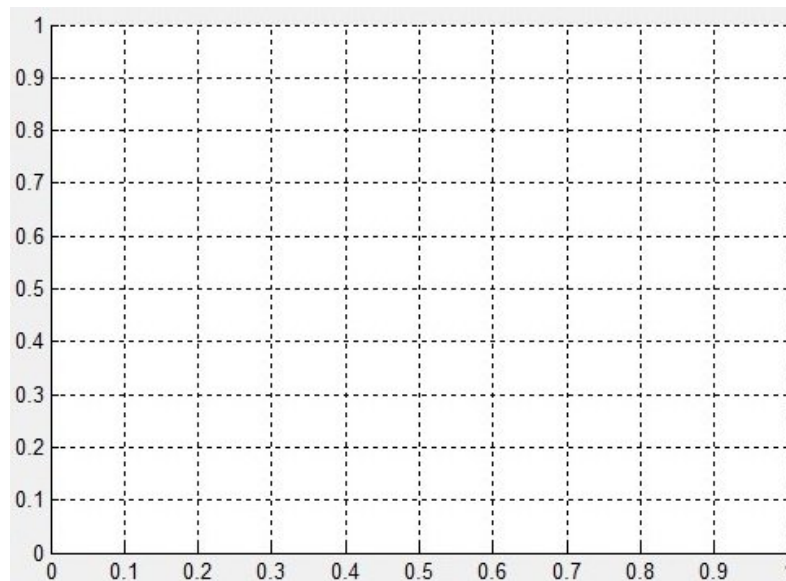


9. Pada penyetalan Port, pilihlah port yang terkoneksi dengan robot (Port akan secara otomatis terdeteksi oleh simulator)
10. Pada penyetalan Baudrate, pilihlah baudrate dengan nilai 9600.
11. Tekan tombol connect.
12. Tekan tombol read untuk menjalankan program dalam setelan *default*.
13. Ganti nilai KP menjadi 7 dengan cara menggeser keatas/kebawah atau dengan cara mengetik manual.
14. Untuk nilai Kd dan Ki, set pada nilai 0 dengan cara menggeser keatas/kebawah atau dengan cara mengetik manual.
15. Untuk menggerakan lengan robot, ubahlah nilai sudut dengan cara menggeser keatas/kebawah atau dengan cara mengetik manual. Isikan nilai sudut 90 agar robot bergerak 90° searah jarum jam, begitupula sebaliknya.
16. Selanjutnya tekan tombol set untuk mengirimkan program ke robot.
17. Cek pekerjaan anda kepada instruktur
18. Hidupkan robot dengan cara menekan saklar. Pastikan indikator sudah menyala.
19. Tekan tombol Play pada simulator untuk menjalankan robot. (Pastikan posisi anda aman dari jangkauan lengan robot !)
20. Amati pergerakan robot. (Matikan robot dengan cara menekan saklar apabila terjadi kesalahan/error pada robot).

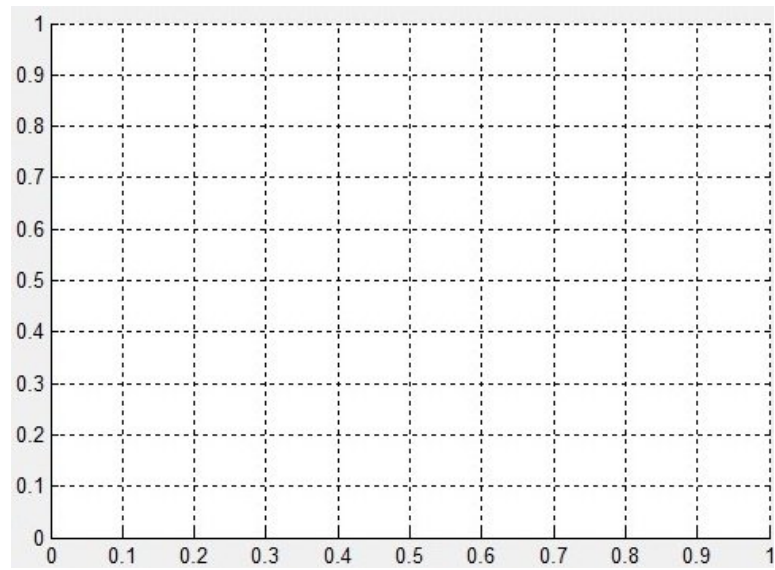
21. Setelah lengan robot berhenti, gambarkan grafik yang ada pada simulator ke gambar Grafik 1. Masukkan pembacaan posisi sudut lengan robot ke dalam Tabel 1.
22. Tekan tombol disconnect pada simulator, kembalikan posisi lengan robot ke sudut nol derajat.
23. Ulangi 11 sampai dengan 20 dengan kombinasi nilai Kp 7, Ki 0 dan Kd 2. Gambarkan grafik yang ada pada simulator ke gambar Grafik 2. Masukkan pembacaan posisi sudut lengan robot ke dalam Tabel 1
24. Ulangi kembali 11 sampai dengan 20 dengan kombinasi nilai Kp 7, Ki 0,1 dan Kd 2. Gambarkan grafik yang ada pada simulator ke gambar Grafik 3. Masukkan pembacaan posisi sudut lengan robot ke dalam Tabel 1
25. Matikan robot dengan cara menekan saklar power.
26. Rapihan kembali setelah melakukan praktik.

F. Tugas

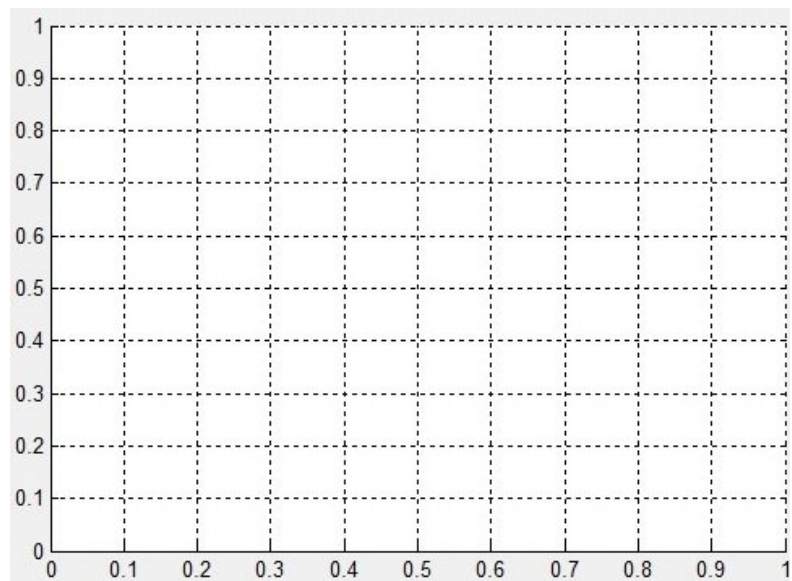
1. Berikan ulasan mengenai cara kerja alur program dan cara kerja rangkaian/sistem!
2. Gambarkan grafik yang terdapat pada simulator pada tabel yang sudah di sediakan! Jelaskan makna dari masing-masing grafik yang kalian peroleh!



Gambar 1. Grafik Percobaan Pertama



Gambar 2. Grafik Percobaan Kedua



Gambar 1. Grafik Percobaan Ketiga

Tabel 1. Tabel Pengamatan Praktik Pemahaman Prinsip Dasar Sistem Kontrol

	Percobaan Pertama			Percobaan Kedua			Percobaan Ketiga		
	Kp =	Ki =	Kd =	Kp =	Ki =	Kd =	Kp =	Ki =	Kd =
	7	0	0	7	0	2	7	0,1	2
Sudut Pada Busur (°)		
Sudut Pada Simulator (°)		