

**PENGEMBANGAN *TRAINER KIT* SENSOR SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN SENSOR DAN AKTUATOR
DI SMK NEGERI 2 PENGASIH**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

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



Oleh :

Arvin Heri Wicaksono

NIM 10518244029

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2016

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

PENGEMBANGAN *TRAINER KIT SENSOR* SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN SENSOR DAN AKTUATOR DI SMK NEGERI 2 PENGASIH

Disusun oleh



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

Yogyakarta, September 2015

Ketua Program Studi

Disetujui,

Pendidikan Teknik Mekatronika

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink.

A handwritten signature in black ink.

Herlambang Sigit P., S.T,M.Cs

Herlambang Sigit P., S.T,M.Cs

NIP. 19650829 199903 1 001

NIP. 19650829 199903 1 001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arvin Heri Wicaksono
NIM : 10518244029
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan *Trainer Kit* Sensor sebagai Media Pembelajaran Mata Pelajaran Sensor dan Aktuator di SMK Negeri 2 Pengasih

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

Yogyakarta, September 2015
Yang menyatakan,

Arvin Heri Wicaksono
NIM. 10518244029

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

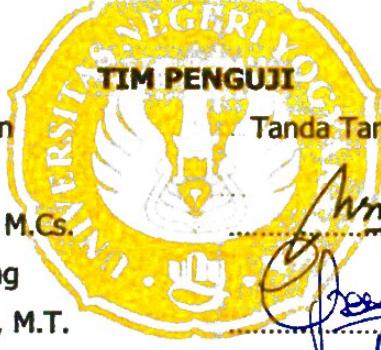
PENGEMBANGAN **TRAINER KIT SENSOR** SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN SENSOR DAN AKTUATOR DI SMK NEGERI 2 PENGASIH

Disusun oleh:

Arvin Heri Wicaksono

NIM. 10518244029

Telah dipertahankan di depan Tim Pengaji Tugas Akhir Skripsi Program Studi
Pendidikan Teknik Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
pada tanggal 7 Desember 2015

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Herlambang Sigit P, S.T., M.Cs.		15-01-16
Ketua Pengaji/Pembimbing		15/01/16
Ariadie Chandra Nugraha, M.T.		
Sekretaris		
Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd.		15/01/16
Pengaji		

Yogyakarta, Januari 2016
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta



HALAMAN MOTTO

“Apabila di dalam diri seseorang masih ada rasa malu dan takut untuk berbuat suatu kebaikan, maka jaminan bagi orang tersebut adalah tidak akan bertemu ia dengan kemajuan selangkah pun.”

- *Bung Karno-*

“Kejrah prestasi akhirat, maka prestasi dunia akan mengikuti”

-@aniswidi-

“Ku tidak peduli kalaupun harus mati ketika berjuang meraih mimpiku, ku tidak akan menyesalinya”

-*Monkey D Luffy-*

uSaha terUs meskipun situaSi semakin Sulit

Success is not a final and failure is not an initial

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan khususnya untuk:

Bapak dan Ibu yang senantiasa membimbingku dengan penuh kasih sayang. Terima kasih atas segala didikan, nasehat, serta do'a demi keberhasilan dan kebahagian menjalani kehidupan.

Keluarga yang selalu mendukung untuk melangkah dan menyemangatiku.

Teman -Teman seperjuangan Mekatronika F 2010, yang selalu memberi bantuan tanpa keraguan. Kalian adalah keluargaku sampai kapanpun.

Seluruh teman-teman dan alumni tim robot UNY, yang selalu memberi bantuan dan dukungan. Terima kasih atas ilmu dan pengalamannya.

Seluruh teman-teman yang berada di jurusan elektro maupun jurusan lain. Terima kasih untuk berbagi ilmu dan pengalamannya

**PENGEMBANGAN *TRAINER KIT SENSOR* SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN SENSOR DAN AKTUATOR
DI SMK NEGERI 2 PENGASIH**

Oleh:
Arvin Heri Wicaksono
10518244029

ABSTRAK

Penelitian Tugas Akhir Skripsi ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja, tingkat kelayakan media pembelajaran *Trainer Kit Sensor*, serta mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik setelah dilakukan upaya pembelajaran menggunakan media pembelajaran *Trainer Kit Sensor* pada mata pelajaran sensor dan aktuator di SMK Negeri 2 Pengasih.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) ADDIE yang dikemukakan oleh Robert Maribe Branch, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation*. Tahap *Analysis* didapatkan media pembelajaran sensor dan aktuator masih berupa komponen terpisah dan siswa harus dirangkai terlebih dahulu sebelum digunakan untuk praktikum. Kekurangan dari media yang sudah ada yaitu masih banyak terjadi kesalahan dalam merangkai sensor yang akan digunakan praktikum. Tahap *Design* merupakan langkah untuk merencanakan media yang akan dikembangkan sesuai permasalahan yang ditemukan pada tahap *Analysis*. Pada tahap *Development*, media yang sudah terbentuk secara nyata menjalani beberapa ujicoba untuk kemudian dilakukan validasi dan ujicoba terbatas. Tahap *Implementation* dilakukan pada kelas XI Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Pengasih. Tahap *Evaluation* menggunakan instrumen angket dengan skala Likert empat pilihan untuk mengukur persepsi responden terhadap *Trainer Kit Sensor*.

Hasil pengujian unjuk kerja *trainer kit sensor*, diketahui modul sensor dapat bekerja dengan baik yaitu mampu mendeteksi perubahan objek masing-masing sensor. Hasil penelitian pada tahap uji kelayakan oleh ahli materi dan media mendapatkan kategori "Sangat Layak". Hasil penelitian uji kelayakan oleh pengguna, media pembelajaran *Trainer Kit Sensor* ditinjau dari tiga aspek yaitu: (1) aspek materi mendapatkan persentase skor 85,16%; (2) aspek pembelajaran mendapatkan persentase skor 83,33%; (3) aspek teknis mendapatkan persentase skor 82,48%. Total penilaian semua aspek mendapatkan persentase skor 83,66% dengan kategori "Sangat Layak". Pada penelitian pencapaian hasil belajar didapatkan nilai rata-rata siswa sebelum menggunakan *trainer kit sensor* sebesar 57,54 dan nilai rata-rata siswa sesudah menggunakan *trainer kit sensor* sebesar 78,68 dengan selisih rata-rata sebesar 21,14.

Kata Kunci : *ADDIE, media pembelajaran, Trainer Kit Sensor*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir Skripsi dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan dengan judul "Pengembangan *Trainer Kit* Sensor sebagai Media Pembelajaran Mata Pelajaran Sensor dan Aktuator di SMK Negeri 2 Pengasih" dapat tersusun dengan lancar.

Penulis menyadari penyusunan tugas akhir skripsi ini dapat terlaksana tidak lepas dari bantuan, dukungan, dorongan, semangat serta saran dan pendapat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Herlambang Sigit Pramono, M.Cs. selaku pembimbing dan Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang memberikan saran seta masukan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana.
2. Sigit Yatmono, M.T. dan Lilik Gunarta, S.T. selaku validator materi penelitian TAS yang memberikan saran dan masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
3. Ariadie Chandra Nugraha, M.T. dan Didik Hariyanto, M.T. selaku validator media penelitian TAS yang memberikan saran dan masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
4. Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta beserta dosen dan staf yang

telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan para proposal sampai dengan selesaiannya TAS ini.

5. Dr. Moch Bruri Triyono selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang memberikan persetujuan pelaksanaan TAS.
6. Dra. Rr. Istihari Nugraheni, M.Hum. selaku kepala SMK Negeri 2 Pengasih yang telah memberikan izin dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian TAS.
7. Para guru dan staf SMK Negeri 2 Pengasih yang telah memberi bantuan memperlancar pengambilan data selama proses penelitian TAS.
8. Teman-teman kelas Mekatronika F angkatan 2010 yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi.
9. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini satu persatu atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak diatas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca juga pihak lain yang memerlukan.

Yogyakarta, September 2015
Penulis,

Arvin Heri Wicaksono
NIM. 10518244029

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBERAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian	6
G. Spesifikasi Produk	7
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	 8
A. Deskripsi Teoritis	8
1. Pembelajaran	8
2. Media Pembelajaran	9
3. Hasil Belajar	15
4. Pengembangan Media Pembelajaran <i>Trainer Kit Sensor</i>	16
5. Mata Pelajaran Sensor dan Aktuator.....	18
6. Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri.....	19

7. Media Pembelajaran <i>Trainer Kit Sensor</i>	19
B. Penelitian yang relevan	26
C. Kerangka berfikir	29
D. Pertanyaan Penelitian	30
 BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Model Pengembangan.....	32
B. Prosedur Pengembangan.....	33
1. Tahap Analisis (<i>Analysis</i>).....	35
2. Tahap Desain (<i>Design</i>).....	35
3. Tahap Pengembangan (<i>Development</i>).....	36
4. Tahap Implementasi (<i>Implementation</i>).....	38
5. Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>)	38
C. Subyek Penelitian	39
D. Teknik Pengumpulan Data	39
E. Instrumen Penelitian	40
F. Uji Instrumen	44
G. Teknik Analisis Data.....	46
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
A. Deskripsi Hasil Penelitian.....	49
1. Analisis (<i>Analysis</i>).....	49
2. Desain (<i>Design</i>).....	51
3. Pengembangan (<i>Development</i>).....	52
4. Implementasi (<i>Implementation</i>).....	83
a. Uji Kelayakan Oleh Pengguna	83
b. Uji Lapangan Operasional.....	84
5. Evaluasi (<i>Evaluation</i>).....	86
B. Hasil Produk.....	87
C. Pembahasan Hasil Penelitian	87
1. Unjuk Kerja Media Pembelajaran <i>Trainer Kit Sensor</i>	88
2. Pembahasan Kelayakan <i>Trainer Kit Sensor</i>	91

3. Pembahasan Uji Lapangan Operasional	93
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	95
A. Simpulan	95
B. Keterbatasan Penelitian.....	96
C. Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN-LAMPIRAN	101

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Spesifikasi Produk	7
Tabel 2. Kisi-kisi untuk Ahli Media	41
Tabel 3. Kisi-kisi untuk Ahli Materi.....	42
Tabel 4. Kisi-kisi untuk Pengguna.....	42
Tabel 5. Skor Pernyataan	43
Tabel 6. Kisi-kisi soal <i>pretest</i>	43
Tabel 7. Kisi-kisi soal <i>posttest</i>	44
Tabel 8. Kategori Kelayakan Berdasarkan Rating Scale.....	47
Tabel 9. Komponen kebutuhan pembuatan trainer kit.....	53
Tabel 10. Hasil Pengujian Modul Sensor Suhu LM35	68
Tabel 11. Hasil Pengujian Modul Sensor Gas MQ-7	69
Tabel 12. Hasil Pengujian Modul Sensor Putaran LG-JT02	70
Tabel 13. Hasil Pengujian Modul Sensor Kelembaban Tanah.....	72
Tabel 14. Hasil Pengujian Modul Sensor Ultrasonic HC-SR04	72
Tabel 15. Hasil Pengujian Modul Sensor Beban FSR.....	74
Tabel 16. Skor Ahli Materi	75
Tabel 17. Hasil Uji Kelayakan Materi.....	77
Tabel 18. Skor Ahli Media	78
Tabel 19. Hasil Uji Kelayakan Media	79
Tabel 20. Hasil Hasil Ujicoba Terbatas	82
Tabel 21. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Pengguna.....	84
Tabel 22. Hasil Uji Kelayakan Pengguna	84
Tabel 23. Hasil Pretest dan Posttest	86

Tabel 24. Statistik deskriptif nilai pretest dan posttest.....	87
Tabel 25. Peningkatan hasil belajar siswa	94

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Langkah-langkah desain penelitian	17
Gambar 2. Langkah-langkah Model Pengembangan ADDIE menurut Branch	18
Gambar 3. Sensor Suhu LM35.....	20
Gambar 4. Sensor Gas MQ-7	21
Gambar 5. Sensor Photointerrupter LG-JT02	22
Gambar 6. Sensor Kelembaban Tanah (Moisture Sensor)	24
Gambar 7. Sensor Ultrasonic HC-SR04.....	25
Gambar 8. Sensor Beban FSR	26
Gambar 9. Langkah-langkah Model Pengembangan ADDIE menurut Branch	33
Gambar 10. Prosedur Penelitian ADDIE	34
Gambar 11. Media Pembelajaran Sensor di SMK N 2 Pengasih.....	50
Gambar 12. Diagram blok rancangan trainer kit sensor	51
Gambar 13. Rangkaian Modul Sensor LM35	55
Gambar 14. Rangkaian Modul Sensor Gas MQ-7	56
Gambar 15. Rangkaian Modul Sensor Putaran LG-JT02	56
Gambar 16. Rangkaian Modul Sensor Kelembaban Tanah	57
Gambar 17. Rangkaian Modul Sensor Ultrasonic HC-SR04	58
Gambar 18. Rangkaian Modul Sensor Beban FSR.....	58
Gambar 19. Realisasi modul utama	60
Gambar 20. Realisasi modul sensor suhu LM35	61
Gambar 21. Realisasi modul sensor gas MQ-7	61
Gambar 22. Realisasi modul sensor putaran LG-JT02.....	62
Gambar 23. Realisasi modul sensor kelembaban tanah	63
Gambar 24. Realisasi modul sensor ultrasonic HC-SR04	63
Gambar 25. Realisasi modul sensor beban FSR	64
Gambar 26. Realisasi box penyimpanan.....	65
Gambar 27. Realisasi dudukan modul utama.....	65
Gambar 28. Realisasi miniature simulasi ruangan	66
Gambar 29. Pengujian modul sensor suhu LM35	67
Gambar 30. Pengujian Modul Sensor Gas MQ-7.....	68

Gambar 31. Pengujian Modul Sensor Putaran LG-JT02.....	69
Gambar 32. Pengujian Modul Sensor Kelembaban Tanah	70
Gambar 33. Pengujian Modul Sensor Ultrasonic HC-SR04.....	71
Gambar 34. Pengujian Modul Sensor Beban FSR	73
Gambar 35. Grafik Uji Kelayakan Materi.....	76
Gambar 36. Grafik Uji Kelayakan Media	79
Gambar 37. Penambahan Penyangga LCD	80
Gambar 38. Perubahan Tabel Praktikum Sensor Kelembaban Tanah	80
Gambar 39. Langkah Praktikum Sensor Gas MQ-7	81
Gambar 40. Grafik Kelayakan Ujicoba Terbatas	82
Gambar 41. Grafik Uji Kelayakan Pengguna	84

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Modul Praktikum	101
Lampiran 2. Angket Uji Kelayakan oleh Ahli.....	145
Lampiran 3. Angket Pengguna	171
Lampiran 4. Soal Tes	176
Lampiran 5. Expert Judgment.....	181
Lampiran 6. Surat Ijin Penelitian	185
Lampiran 7. Surat Keterangan Penelitian	189
Lampiran 8. Data Hasil Penelitian.....	190
Lampiran 9. Dokumentasi.....	197
Lampiran 10. Rangkaian Modul Utama	198
Lampiran 11. Silabus Mata Pelajaran	199

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan teknologi pada era global yang sangat pesat telah memberi pengaruh yang besar di berbagai aspek kehidupan manusia. Penggunaan teknologi oleh manusia dalam membantu menyelesaikan pekerjaan merupakan hal yang menjadi keharusan dalam kehidupan. Perkembangan teknologi yang begitu pesat ini akan lebih maksimal bila didukung dengan SDM (Sumber Daya Manusia) yang bermutu.

Manusia sebagai pengguna teknologi sebaiknya lebih arif dalam memanfaatkan kemajuan teknologi. Proses penyesuaian diri terhadap perkembangan teknologi wajib dilakukan oleh pengguna teknologi. Salah satu jalan untuk dapat menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi yaitu melalui pendidikan. Hal ini dilakukan untuk melahirkan generasi yang paham tentang teknologi baru.

Pendidikan adalah kebutuhan manusia dan merupakan unsur yang sangat penting yang menunjang dalam kemajuan suatu bangsa. Pendidikan merupakan gejala semesta (fenomena universal) dan berlangsung sepanjang hayat manusia, dimanapun manusia berada, dimana ada kehidupan manusia di situ pasti ada pendidikan (Siswoyo, 2012). Berdasarkan pengertian pendidikan tersebut, dapat diketahui betapa pentingnya pendidikan bagi masyarakat. Diharapkan sektor pendidikan akan menjadi salah satu solusi untuk mengatasi berbagai permasalahan yang ada melalui peningkatan kualitas sumber daya manusia. Pendidikan di Indonesia diselenggarakan melalui dua jalan, yaitu pendidikan formal

dan non formal. Pendidikan formal adalah pendidikan yang dilaksanakan di sekolah secara teratur, sistematis, bertingkat, dan dengan mengikuti aturan-aturan yang ada. Pendidikan non formal adalah pendidikan yang dilaksanakan di luar sekolah, terjadi di lingkungan keluarga, kelompok belajar, kursus ketrampilan dan satuan pendidikan sejenis.

Sekolah sebagai lembaga pendidikan formal mendapatkan peran sangat penting dalam proses belajar siswa menjadi masyarakat yang paham dengan perkembangan teknologi. SMK sebagai jenjang pendidikan formal yang dituntut untuk menyiapkan siswa-siswanya menjadi siswa yang unggul dalam pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Pengenalan teknologi terbaru harus dilakukan dalam proses belajar mengajar di SMK agar peserta didik mampu menghadapi tantangan dunia di era teknologi. Kualitas proses belajar mengajar akan berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik. Salah satu faktor yang dapat mendukung kualitas hasil belajar siswa adalah ketersediaan media pembelajaran.

Proses pembelajaran seharusnya dilaksanakan secara interaktif, efektif, menyenangkan dan memotivasi peserta didik untuk lebih aktif dalam proses belajar mengajar. Proses pembelajaran akan menjadi menarik apabila dalam mengajar menggunakan beberapa metode dan didukung dengan media pembelajaran yang inovatif. Dibeberapa sekolah formal masih belum yang menerapkan media pembelajaran yang dibutuhkan oleh peserta didik dalam mengenal teknologi baru yang nantinya dibutuhkan dalam dunia kerja. Dalam pelajaran yang lebih banyak praktikum, penggunaan media pembelajaran memiliki pengaruh yang besar bagi peserta didik dalam memahami materi yang guru

sampaikan. Media pembelajaran praktikum berupa *trainer kit* sensor merupakan salah satu potensi yang dapat digunakan peserta didik dalam mengenal lebih dalam tentang teknologi kontrol dan pemrograman sensor. *Trainer kit* sensor merupakan media pembelajaran yang masih jarang sekolah menggunakannya, mungkin karena biaya pembuatannya yang tergolong mahal.

Hasil observasi yang telah dilakukan di SMK Negeri 2 Pengasih pada Kompetensi Keahlian Elektronika Industri media pembelajaran tentang sensor masih kurang dan perlu pengembangan media yang lebih baik untuk pembelajaran. Pengembangan media sensor dan aktuator di SMK Negeri 2 Pengasih perlu dilakukan dikarenakan media pembelajaran yang tersedia belum tersusun sebagai *trainer kit* dan komponen praktikum masih berupa *hardware* sensor terpisah (Penuturan guru mata pelajaran sensor dan aktuator SMK Negeri 2 Pengasih Bapak Lilik Gunarta S.T.). Media yang masih berupa komponen terpisah tersebut harus dirangkai terlebih dahulu menggunakan *project board* dan kabel jumper sebagai penghubung antar komponen sebelum digunakan untuk praktikum. Kekurangan dari media yang sudah ada yaitu masih banyak terjadi kesalahan dalam merangkai sensor yang akan digunakan praktikum. Kesalahan dalam merangkai dapat merusak komponen praktikum, sehingga dapat menyebabkan pemborosan dalam penggunaan komponen praktikum. Selain itu kekurangannya adalah perlu banyak waktu untuk merangkai komponen sebelum melaksanakan pengamatan praktikum, apabila terjadi kesalahan dalam merangkainya, akan lebih banyak waktu yang dibutuhkan untuk mencari kesalahan dan merangkai kembali. Pengulangan perakitan mengakibatkan peserta didik cenderung mengalami kebosanan, hal ini menjadi salah satu faktor menurunnya

motivasi belajar siswa yang akan berakibat menurunnya hasil belajar siswa. Jumlah media yang disediakan sekolah masih sedikit, dikarenakan mata pelajaran sensor dan aktuator tergolong baru dalam kurikulum 2013. Materi sensor yang diajarkan juga masih kurang, padahal perkembangan teknologi sensor sudah begitu meningkat pada segi fitur dan fungsi dari sensor.

Menanggapi permasalahan yang ada di atas, dan juga untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut, peneliti bermaksud melakukan penelitian mengenai pengembangan media pembelajaran pada mata pelajaran sensor dan aktuator Kompetensi Keahlian Elektronika Industri berupa *trainer kit* sensor. Dimana dalam penelitian ini, peneliti akan mencari tingkat kelayakan alat yang telah dirancang dan dikembangkan, serta mencari pengaruh media terhadap hasil belajar.

B. Identifikasi Masalah

Usaha yang perlu dilakukan oleh para guru supaya materi-materi yang diajarkan mudah dipahami siswanya yaitu mengembangkan media pembelajaran yang ada di sekolah. Oleh karena itu dalam kegiatan pembelajaran sensor dan aktuator terdapat beberapa permasalahan, antara lain disebutkan dalam perincian sebagai berikut:

1. Media pembelajaran sensor dan aktuator yang tersedia masih berupa *hardware* terpisah dan dalam pelaksaan praktikum siswa harus merakit terlebih dahulu komponen yang akan digunakan untuk praktikum.
2. Potensi kesalahan perakitan media pembelajaran yang tersedia masih sangat besar.
3. Pengulangan merangkai rangkaian yang salah akan memperpendek waktu pengamatan hasil dan membuat peserta didik merasa bosan dalam

melaksanakan praktikum yang mengakibatkan penurunan prestasi belajar peserta didik.

4. Media pembelajaran sensor dan aktuator yang tersedia di sekolah masih terbatas.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, saat melaksanakan penelitian, peneliti perlu untuk membatasi cakupan permasalahan agar peneliti dapat mengkaji lebih mendalam dan terfokus.

1. Media pembelajaran yang dikembangkan adalah *trainer kit* sensor yang disertai modul penggunaannya.
2. Media pembelajaran *trainer kit* sensor digunakan sebagai salah satu cara meningkatkan prestasi belajar peserta didik pada mata pelajaran sensor dan aktuator.
3. Media pembelajaran yang dikembangkan akan diimplementasikan pada pembelajaran sensor dan aktuator di SMK N 2 Pengasih.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, permasalahan dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana unjuk kerja media pembelajaran *Trainer Kit* Sensor untuk peserta didik Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Pengasih?

2. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran *Trainer Kit Sensor* untuk peserta didik Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Pengasih?
3. Bagaimana pencapaian hasil belajar peserta didik setelah dilakukan upaya pembelajaran menggunakan media pembelajaran *Trainer Kit Sensor*?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan masalah di atas, pengembangan *trainer kit sensor* ini bertujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui unjuk kerja media pembelajaran *Trainer Kit Sensor* untuk peserta didik Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Pengasih.
2. Mengetahui kelayakan media pembelajaran *Trainer Kit Sensor* untuk peserta didik Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Pengasih.
3. Mengetahui pencapaian hasil belajar peserta didik setelah dilakukan upaya pembelajaran menggunakan media pembelajaran *Trainer Kit Sensor*?

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan penelitian yang mana merupakan hasil jawaban dari rumusan masalah, antara lain:

1. Bagi peneliti, sebagai langkah awal untuk mengembangkan diri dalam bidang penelitian dan bekal pengetahuan sebagai seorang calon guru.
2. Bagi akademika, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk mengembangkan penelitian selanjutnya.

3. Bagi pendidik, penelitian ini diharapkan dapat berguna untuk proses pembelajaran dan menjadi referensi pengembangan media pembelajaran sensor.

G. Spesifikasi Produk

Bentuk dari produk yang dikembangkan pada penelitian ini merupakan *hardware* sebagai *trainer kit* yang dilengkapi dengan modul penggunaan. Spesifikasi produk *trainer kit* sensor dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Produk

No.	Kriteria	Keterangan
1.	Panjang	25 cm
2.	Lebar	15 cm
3.	Tinggi	5 cm
4.	Bahan box	Multiplek dan Akrilik
5.	Sumber daya	DC 12 Volt 2 Ampere
6.	Modul utama	1. Sistem minimum ATMEGA 32 (<i>chip master</i>)
7.	Modul Sensor	1. Modul Sensor Suhu LM35 2. Modul Sensor Beban FSR 3. Modul Sensor Kecepatan Putar 4. Modul Sensor Jarak HC-SR 04 5. Modul Sensor Kelembaban Tanah 6. Modul Sensor Gas (MQ-7)
8	Aktuator	1. LED 2. Motor DC

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teoritis

1. Pembelajaran

Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Proses pembelajaran dialami manusia sepanjang hayat dan berlaku dimanapun dan kapanpun. Pembelajaran menurut Martinis Yamin (2007: 75), proses pembelajaran yang dilakukan dalam kelas merupakan aktivitas mentransformasikan pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Pendapat tersebut dapat mengandung arti bahwa proses transfer pengetahuan, sikap, dan keterampilan dilakukan oleh setiap individu yang belajar.

Menurut Dimyati dan Mudjiono (Syaiful Sagala, 2011: 63) pembelajaran adalah kegiatan guru secara terprogram dalam desain instruksional, untuk membuat belajar secara aktif, yang menekankan pada penyediaan sumber belajar. Pembelajaran adalah pemberdayaan potensi peserta didik menjadi kompetensi. Kegiatan pemberdayaan ini tidak dapat dikatakan berhasil bila tidak ada orang atau individu. Dalam Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional pasal 1 ayat 20 menyatakan bahwa pembelajaran diartikan proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar.

Pembelajaran menurut Nasution (2005) yang dikutip oleh Sugihartono (2007: 80) adalah aktivitas mengatur lingkungan belajar dengan sebaik mungkin dan menghubungkan dengan peserta didik sehingga terjadi proses belajar.

Konsep pembelajaran menurut Biggs (1985) yang dikutip oleh Sugihartono (2007: 80) dibagi dalam 3 pengertian yaitu:

- a. Pembelajaran secara kuantitatif berarti guru mengajarkan pengetahuan yang dikuasai sehingga siswa tertular pengetahuan tersebut.
- b. Pembelajaran secara institusional berarti guru mampu dalam mengadaptasi teknik mengajar sehingga pembelajaran berjalan efisien.
- c. Pembelajaran secara kualitatif berarti upaya guru untuk melibatkan siswa dalam pembelajaran sehingga terjadi suasana belajar yang efektif dan efisien.

Dari teori yang ada di atas dapat diambil kesimpulan bahwa setiap pembelajaran diperlukan usaha dan optimalisasi kondisi lingkungan agar terbentuk suasana belajar. Dalam melaksanakan pembelajaran agar proses lebih menarik dibutuhkan sesuatu yang dapat membantu kegiatan belajar peserta didik, salah satunya penggunaan media pembelajaran *trainer kit* sensor.

2. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Kata media berasal dari bahasa Latin yang berarti perantara atau pengantar. Menurut Azhar Arsyad (2011: 3) memaparkan bahwa media berasal dari bahasa Latin yaitu *medius* yang secara harfiah memiliki arti tengah, perantara atau pengantar. Media dalam bahasa Arab berarti perantara atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan.

Media adalah komponen sumber belajar yang mengandung materi instruksional di lingkungan peserta didik yang dapat merangsang peserta didik untuk belajar. Azhar Arsyad (2011: 5) menyatakan bahwa istilah media sering

dikaitkan dengan kata teknologi yang berasal dari bahasa Latin *tekne* (Bahasa Inggris *art*) dan *logos* yang dalam bahasa Indonesia berarti ilmu.

Penggunaan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar mempunyai bagian yang penting demi mewujudkan proses kegiatan pembelajaran yang efektif dan mendapatkan hasil yang baik. Gerlach dan Ely (1971) dalam Arsyad Azhar (2011: 3) mengatakan bahwa media diartikan secara luas adalah manusia, materi dan kejadian yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap. Sedangkan menurut Fleming (1987) dalam Arsyad Azhar (2011: 3) media menunjukkan fungsi atau perannya yaitu mengatur hubungan yang efektif antara dua pihak utama dalam proses belajar siswa dan isi pelajaran. Gagne menyatakan bahwa media adalah berbagai jenis komponen dalam lingkungan siswa yang dapat merangsang untuk belajar. Azhar Arsyad (2011: 2-3) menyatakan bahwa media adalah bagian yang tidak terpisahkan dari proses belajar mengajar demi tercapainya tujuan pendidikan pada umumnya dan tujuan pembelajaran di sekolah pada khususnya.

b. Fungsi Media Pembelajaran

Menurut Azhar Arsyad (2011: 15) fungsi utama dari media pembelajaran adalah sebagai alat bantu mengajar yang turut mempengaruhi iklim, kondisi, dan lingkungan belajar yang ditata dan diciptakan oleh guru. Menurut Hamalik yang dikutip Azhar Arsyad (2011: 15) mengemukakan bahwa pemakaian media pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat membangkitkan keinginan dan minat yang baru, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan belajar, dan bahkan membawa pengaruh-pengaruh psikologis terhadap siswa. Menurut Kemp dan Dayton (1985) yang dikutip Azhari Arsyad (2011: 19) media pembelajaran

dapat memenuhi tiga fungsi utama apabila media digunakan untuk perorangan, kelompok, atau kelompok pendengar yang besar jumlahnya, yaitu 1) memotivasi minat atau tindakan, 2) menyajikan informasi, dan 3) memberi instruksi.

Penggunaan media pembelajaran dapat memberikan kemudahan bagi peserta didik untuk memahami dan menyerap materi pelajaran yang diajarkan. Fungsi-fungsi dari penggunaan media pembelajaran menurut Asnawir dan Usman (2002: 24), yaitu: (1) memudahkan belajar mengajar, (2) memberi pengalaman nyata, (3) belajar lebih menyenangkan dan tidak membosankan, (4) mengaktifkan semua indera siswa, (5) menarik perhatian siswa.

Media pembelajaran dapat dijadikan sebagai alat bantu guru untuk memudahkan dalam menyampaikan materi ajar kepada peserta didik. Media pembelajaran diharapkan dapat memberi pengalaman nyata bagi peserta didik dalam memahami materi yang disampaikan oleh guru. Adanya media pembelajaran dapat pula untuk menarik perhatian dan minat peserta didik dalam belajar.

c. Manfaat Media Pembelajaran

Menurut Sudjana dan Rivai yang dikutip Azhar Arsyad (2003: 24) mengemukakan manfaat dari media pembelajaran dalam proses belajar mengajar, yaitu: (1) menumbuhkan motivasi belajar siswa, (2) memudahkan siswa dalam memahami dan menguasai materi, (3) menambah variasi guru dalam mengajar, (4) menambah keaktifan siswa dalam pembelajaran.

Dari beberapa manfaat media pembelajaran di atas diambil kesimpulan bahwa media pembelajaran dapat menarik perhatian lebih dari peserta didik dan mampu meningkatkan motivasi untuk belajar. Media pembelajaran menjadikan

metode pembelajaran akan lebih bervariasi dengan banyak melibatkan peserta didik untuk ikut aktif dalam proses pembelajaran sehingga tidak terjadi kebosanan pada peserta didik.

d. Klasifikasi Jenis Media Pembelajaran

Klasifikasi media pembelajaran menurut Seels dan Glasgow yang dikutip oleh Azhar Arsyad (2011: 33) membagi media pembelajaran menjadi dua kelompok, yaitu:

- 1) Pilihan media tradisional
 - a) Visual diam yang diproyeksikan yaitu proyeksi *opaque*, proyeksi *overhead*, *slides*, *filmstrips*.
 - b) Visual yang tak diproyeksikan yaitu gambar, poster, foto, *charts*, grafik, diagram, pameran, papan info, papan-bulu.
 - c) Audio yaitu rekaman piringan, pita kaset, *reel*, *cartridge*.
 - d) Penyajian multimedia yaitu slide plus suara (*tape*).
 - e) Visual dinamis yang diproyeksikan yaitu film, televisi, video.
 - f) Media cetak yaitu buku teks, modul, teks terprogram, *workbook*, majalah ilmiah, lembaran lepas (*hand-out*).
 - g) Permainan yaitu teka-teki, simulasi, permainan papan.
 - h) Media realia yaitu model, *specimen* (contoh), manipulatif (peta, boneka).
- 2) Pilihan media teknologi mutakhir
 - a) Media berbasis telekomunikasi yaitu telekonferen, kuliah jarak jauh.
 - b) Media berbasis mikroprosesor yaitu *computer-assisted instruction*, permainan komputer, sistem tutor intelijen, interaktif, *hypermedia*, *compact (video) disc*.

Menurut Kemp dan Dayton yang dikutip oleh Azhar Arsyad (2011: 37) mengelompokan media pembelajaran menjadi delapan kelompok, yaitu : (1) media cetakan, (2) media pajang, (3) *overhead transparancies*, (4) rekaman suara, (5) slide suara dan film strip, (6) presentasi multi gambar; (7) video dan film, (8) pembelajaran berbasis komputer (*computer based instruction*).

e. Perkembangan Media Pembelajaran

Pada awalnya penggunaan media sebagai alat bantu pembelajaran cenderung pada alat bantu visual. Seperti gambar, model, benda atau alat yang memberikan pengalaman visual kepada siswa dalam belajar. Seiring dengan penggunaan media dalam pembelajaran berkembang media pembelajaran audio visual. Media pembelajaran audio visual mengkombinasikan unsur visual dengan unsur audio, sehingga siswa mendapatkan pengalaman visual dan pengalaman audio. Contoh dari media audio visual seperti film atau video. Perkembangan media pembelajaran sejalan dengan perkembangan teknologi dari waktu ke waktu. Berbagai macam peralatan yang dapat digunakan guru dalam menyampaikan materi dalam pembelajaran. Penggunaan media sebagai alat bantu memberi pengalaman belajar lebih dari penjelasan verbal oleh guru saat mengajar. Saat menggunakan media sebagai alat bantu pembelajaran Edgar Dale mengklarifikasi pengalaman belajar menjadi beberapa tingkatan. Pengalaman belajar dapat digunakan dalam menentukan media yang tepat sesuai pengalaman belajar yang diharapkan.

f. Pemilihan Media Pembelajaran

Dalam pernyataan ini dasar pertimbangan memilih media pembelajaran untuk memenuhi kebutuhan dalam mencapai tujuan. Disamping mencapai tujuan ada beberapa faktor lain yang perlu dipertimbangkan. Menurut Azhar Arsyad (2007: 67-71) pemilihan media pembelajaran dapat mempertimbangkan beberapa faktor berikut:

- 1) Hambatan pengembangan dan pembelajaran meliputi faktor dana, fasilitas dan peralatan yang tersedia dan sumber yang tersedia. Pemilihan media melihat

kondisi sekolah tersebut dalam kemampuan finansial. Hal ini perlu diperhitungkan dan tidak dapat dipaksakan untuk memilih media.

2) Persyaratan isi, tugas dan jenis pembelajaran.

Guna menunjang dalam pembelajaran media harus sesuai yang dibutuhkan dalam isi pembelajaran.

3) Hambatan dari siswa dengan mempertimbangkan kemampuan dan ketrampilan awal.

Tidak bisa memilih suatu media hanya melihat dari sisi kecanggihannya.

Kemampuan siswa perlu diperhatikan, supaya kebermanfaatan media dapat dirasakan siswa dalam memahami materi yang diajarkan.

4) Pertimbangan lainnya adalah tingkat kesenangan dan keefektifan biaya. Besar biaya yang dikeluarkan diperhitungkan dalam memilih media. Kalau ada media yang murah dan efektif untuk pembelajaran akan lebih baik.

5) Pemilihan media yang tepat dengan mempertimbangkan kemampuan media tersebut dalam mengakomodasi penyajian visual dan audio, mengakomodasi respon siswa, penyajian untuk latihan. Sehingga dapat menyampaikan penjelasan materi yang diajarkan dengan efektif.

6) Penggunaan media yang beragam.

Sehingga peserta didik memiliki kesempatan untuk menghubungkan dan berinteraksi dengan media yang paling efektif sesuai dengan kebutuhan belajar mereka.

Selain pertimbangan diatas menurut Nana Sudjana Dan Ahmad Rifai (1997:4-5) dalam buku Sukiman (2012:50-51) bahwa dalam memilih media sebaiknya guru mempertimbangkan kriteria-kriteria sebagai berikut:

- 1) Ketepatan dengan tujuan atau kompetensi yang ingin dicapai

Dasar memilih media adalah tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan yang secara umum mengacu pada kompetensi kelulusan siswa.

- 2) Ketepatan untuk mendukung isi pelajaran yang sifatnya konsep, prinsip atau generalisasi

Agar dapat membantu proses pembelajaran yang efektif, media harus selaras dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

- 3) Ketrampilan guru dalam menggunakan

Nilai dan manfaat media tergantung pada cara guru menggunakan media. Media tidak akan mempunyai manfaat yang baik untuk meningkatkan mutu dan hasil belajar siswa bila guru belum dapat menggunakan media.

- 4) Tersedianya waktu

Penggunaan media diberi waktu selama pembelajaran agar siswa mendapat pengalaman langsung yang bermanfaat.

Dari pendapat para ahli, dalam pemilihan media pembelajaran dapat disimpulkan bahwa untuk pemilihan media perlu memperhatikan kemampuan sekolah dalam menyediakan media, kemampuan awal dan psikologi siswa dalam pembelajaran, ketrampilan guru dalam mengoperasikan media untuk pembelajaran, dan ketepatan media dengan tujuan pembelajaran.

3. Hasil Belajar

Hasil belajar merupakan kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya (Sudjana, 2010: 3). Sugihartono dkk (2007: 130), menyatakan bahwa penilaian terhadap hasil belajar siswa mutlak diperlukan oleh guru untuk melihat seberapa jauh perubahan tingkah laku siswa setelah

menghayati proses belajar. Sedangkan Gagne dan Brigss dalam Jamil Suprihatiningrum (2013: 37) mengemukakan hasil belajar adalah kemampuan yang dimiliki siswa akibat belajar dan dapat diamati melalui penampilan siswa (*learner's performance*). Perubahan dapat diartikan terjadinya peningkatan dan pengembangan yang lebih baik dibandingkan dengan sebelumnya, misalnya dari tidak tahu menjadi tahu, sikap tidak sopan menjadi sopan dan sebagainya (Oemar Hamalik, 2002: 155).

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan hasil belajar adalah perubahan kemampuan yang dimiliki siswa akibat dari pengalaman belajarnya. Hasil belajar dapat diamati dengan melihat perubahan tingkah laku dan pengetahuan siswa setelah diberikan pembelajaran.

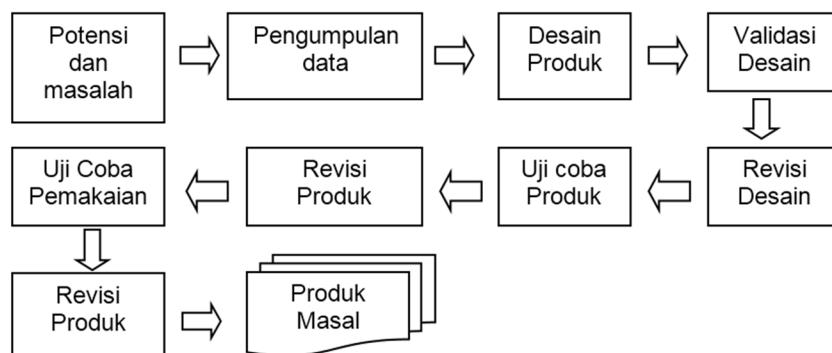
4. Pengembangan Media Pembelajaran *Trainer Kit Sensor*

Pengembangan media pembelajaran dilakukan dengan persiapan dan perencanaan yang teliti. Media pembelajaran *trainer kit* sensor merupakan media pembelajaran dalam bentuk objek yang didukung dengan modul penggunaan sebagai panduan pemakaian. Pengembangan media pembelajaran dapat dilaksanakan berdasarkan kebutuhan. Media pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan silabus yang sudah ada.

Penelitian dan pengembangan menurut Borg dan Gall yang dikutip oleh Sugiyono (2011: 9) menyatakan bahwa penelitian dan pengembangan (*research and development / R&D*), merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan atau memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran. Menurut Sugiyono (2011: 407) mengatakan bahwa metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa Inggrisnya *Research*

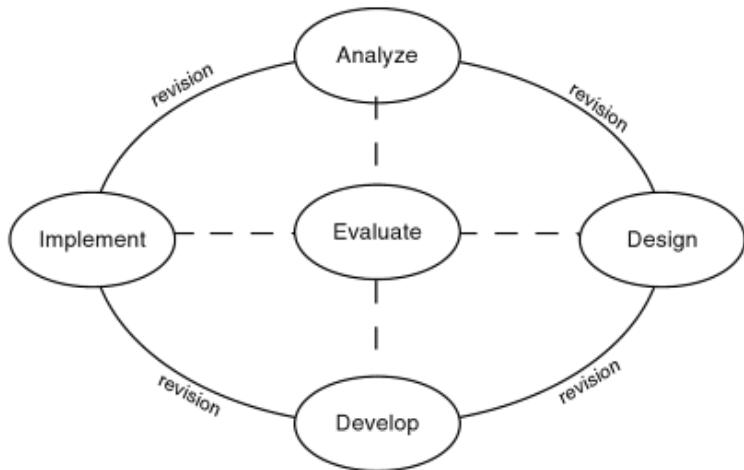
and Development adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut.

Mengembangkan media pembelajaran dapat mengikuti langkah-langkah yang dikemukakan oleh Sugiyono (2011: 298), dapat dilihat seperti yang ditunjukan pada Gambar 1



Gambar 1. Langkah-langkah Desain Penelitian (Sugiyono, 2011)

Pengembangan media pembelajaran dapat juga menggunakan model ADDIE yang yang dijelaskan oleh Robert Maribe Branch. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan model ADDIE lebih singkat dibandingkan dengan model lain yang hanya memiliki 5 langkah utama. ADDIE merupakan singkatan dari *Analyze, Design, Develop, Implement* dan *Evaluation*. Langkah-langkah pengembangan model ADDIE menurut Robert Maribe Branch pada gambar berikut:



Gambar 2. Langkah-langkah Model Pengembangan ADDIE menurut Branch
(2009:2)

Dari model pengembangan yang ada di atas penulis mempertimbangkan dan memilih menggunakan model pengembangan ADDIE.

5. Mata Pelajaran Sensor dan Aktuator

Mata pelajaran Sensor dan Aktuator merupakan mata pelajaran yang harus ditempuh oleh siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih. Sesuai Kurikulum 2013 mata pelajaran Sensor dan Aktuator dibagi menjadi dua pokok materi bahasan yaitu tentang Piranti sensor dan Piranti Aktuator. Ruang lingkup materi yang ada pada pokok bahasan Piranti Sensor secara rinci dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Mendeskripsikan piranti pendekripsi (sensor).
- Mengartikulasikan aplikasi sensor.
- Menentukan kondisi operasi sensor.
- Men-set up sensor.

6. Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri

Teknik Elektronika Industri merupakan salah satu kompetensi keahlian yang ada di SMK Negeri 2 Pengasih. Salah satu kompetensi yang harus dimiliki peserta didik pada kompetensi keahlian teknik elektronika industri adalah pengoperasian dan pemrograman sensor dan aktuator. Penggunaan sensor saat ini sangatlah penting bagi beberapa industri untuk membantu sistem kontrolnya.

Materi sensor dan aktuator merupakan materi yang begitu luas cakupannya. Pada zaman perkembangan teknologi yang pesat ini, begitu banyak industri-industri yang menerapkan sensor untuk mengontrol produksinya. Dari penjabaran di atas tersebut dapat dilihat bahwa kompetensi keahlian teknik elektronika industri sangatlah dibutuhkan di dunia industri dan materi tentang sensor dan aktuator dapat dijadikan sebagai pendukung lulusan bekerja di industri yang sudah menerapkan sistem otomasi.

7. Media Pembelajaran *Trainer Kit Sensor*

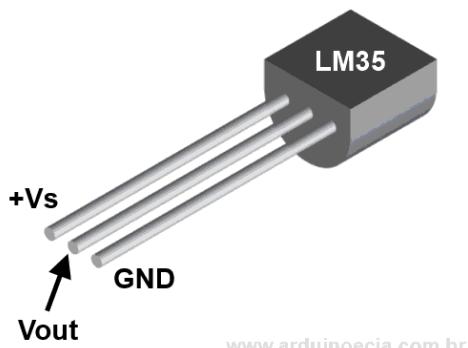
Pada dunia industri, sensor sangat berperan penting dalam proses otomasi di lingkungan industri. Sensor digunakan sebagai piranti pendekripsi berubahan benda dan lingkungan industri. Berbagai macam sensor yang sekarang banyak digunakan di dunia industri antara lain:

a. Sensor Suhu LM35

Merupakan sensor suhu yang berbentuk integrated circuit (IC), IC LM35 memiliki fungsi dasar sebagai sensor suhu yang memiliki presisi tinggi dan menghasilkan tegangan keluaran yang linear sebanding dengan suhu yang diukur dalam satuan derajat Celcius (°C). IC LM35 tidak memerlukan kalibrasi eksternal untuk menghasilkan akurasi yang tepat pada jangkah suhu antara 0 °C sampai

150 °C. Hal ini berarti pada suhu 0 °C, sensor ini akan menghasilkan tegangan keluaran sebesar 0 V, sedangkan pada suhu 150 °C akan menghasilkan tegangan keluaran sebesar 1 V. Pada setiap perubahan suhu sebesar 1 °C akan mengakibatkan kenaikan tegangan sebesar 10 mV, dengan demikian sensor suhu ini tidak perlu dikalibrasi lagi karena tegangan keluarannya telah sebanding dengan kenaikan suhu dalam skala derajat Celcius (°C).

IC LM35 merupakan komponen bertipe TO-92, dimana bentuk dan ukurannya mirip transistor berdaya rendah. Bentuk fisik dari IC LM35 ini dapat ditunjukkan pada gambar 3:



Gambar 3. Sensor Suhu LM35

Sumber: <http://www.arduinoecia.com.br/2013/02/lm35-sensor-de-temperatura.html>

Sensor ini memiliki karakteristik diantaranya adalah :

- 1) Kalibrasi langsung °C

LM35 sudah dikalibrasi dalam °C sehingga memudahkan dalam mengetahui besar tegangan keluaran sensor pada suhu (150 °C).

- 2) Faktor skala linear + 10 mV/ °C

Setiap kenaikan 1 °C tegangan keluaran LM35 nilainya sebesar 10 mV.

- 3) Rentang suhu 0 °C sampai 150 °C

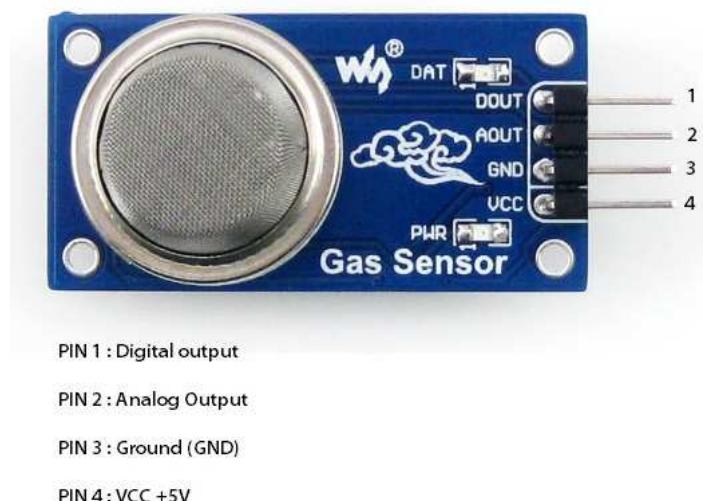
- 4) Catu daya 4 V sampai 30 V

- 5) Non linieritas $\frac{1}{4}$ °C
- 6) Keluaran impedansi rendah, $0,1 \Omega$ untuk setiap 1 mA

b. Sensor Gas MQ-7

Sensor gas berarti piranti yang dapat mendeteksi perubahan fenomena kimia berupa gas tertentu didalam udara. Berbagai macam sensor gas yang saat ini sering kita jumpai seperti sensor gas buatan FIGARO ber-seri TGSxxxx dan sensor gas seri MQ-xx buatan HANWEI Electronics. Berbagai macam jenis gas yang dapat dideteksi saat ini antara lain, Oksigen (O₂), Karbon dioksida (CO₂), Hidrogen (H), Karbon monoksida (CO), dll.

MQ-7 sebagai sensor gas yang dapat mendeteksi gas karbon monoksida. Sensor buatan Hanwei China ini terdiri dari keramik Al₂O₃ , lapisan tipis SnO₂ , elektroda serta heater yang digabungkan dalam suatu lapisan kerak yang terbuat dari plastic dan stainless. Kemasan sensor MQ-7 tersedia dalam dua macam yaitu dari bahan metal dan plastik.



Gambar 4. Sensor Gas MQ-7
Sumber: <http://www.wvshare.com/product/MQ-7-Gas-Sensor.htm>

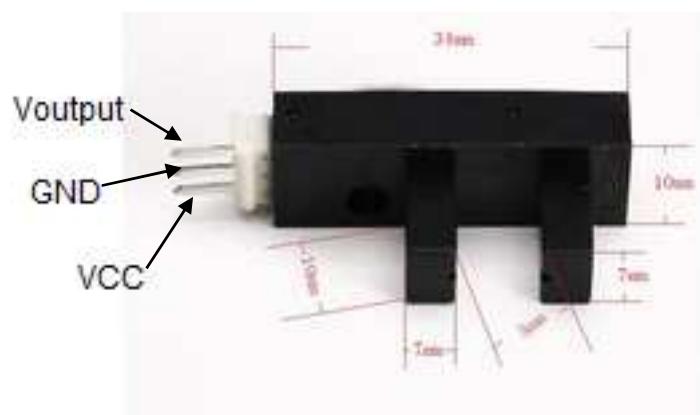
Sensor ini dapat beroperasi pada suhu dari -100C sampai 500C dan mengkonsumsi kurang dari 150 mA pada suplai tegangan 5 V.

Fitur sensor gas MQ-7:

- 1) Memiliki sensitivitas tinggi
- 2) Jarak deteksi gas : 10 - 1000 ppm gas CO
- 3) Response time : < 150 detik
- 4) Heater tegangan : 5,0 V

c. Sensor Kecepatan Putar

Sensor ini bekerja dengan prinsip garis cahaya yang dipancarkan dan mengenai sisi penerima. Kemudian jika ada objek yang menghalangi garis, maka outputnya akan berlevel High (1). Jika sensor jenis ini dipasangkan bersamaan dengan rotary encoder, maka kombinasi antar keduanya dapat digunakan untuk mengetahui kecepatan putaran suatu motor. Salah satu jenis sensor photointerrupter yang sering ditemui adalah seri LG-JT02.



Gambar 5. Sensor *Photointerrupter LG-JT02*
Sumber: Datasheet LG-JT02

Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan memanfaatkan sinar inframerah yang dipancarkan melalui transmitter, dan diterima oleh receiver photodiode,

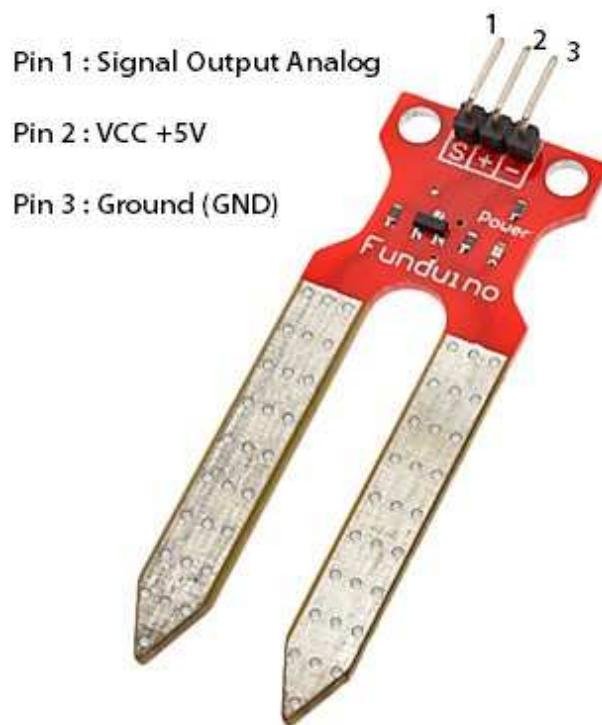
kemudian dikuatkan dengan penguat OP-AMP untuk menghasilkan output sinyal analog yang lebih besar. Agar sinyal analog tersebut dapat diaplikasikan dalam mikrokontroler maka perlu dijadikan pulsa kotak terlebih dahulu dengan menggunakan Schmitt trigger.

Spesifikasi sensor LG-JT02 adalah sebagai berikut :

- 1) Menggunakan supply tegangan 5 – 8 Volt DC
- 2) Tegangan output berlogika high 5 - 8 Volt.
- 3) Low Level Output Current 50mA

d. Sensor Kelembaban Tanah (Moisture Sensor)

Sensor Kelembaban tanah digunakan untuk mengetahui tingkat kadar air didalam tanah, biasanya sensor ini digunakan untuk mengetahui tingkat kekeringan suatu daerah, atau dalam siklus kecil biasa digunakan untuk mengontrol kadar air didalam suatu pot tanaman. Sensor ini memiliki dua batang elektroda yang ditancapkan kedalam tanah, kemudian arus mengalir melalui elektroda yang satu menuju ke elektroda lainnya melewati tanah. Semakin banyak kadar air didalam tanah maka arus yang mengalir semakin besar, begitu pula sebaliknya.



Gambar 6. Sensor Kelembaban Tanah (Moisture Sensor)

Sumber: http://www.miniinthebox.com/id/soil-moisture-sensor-ground-humidity-sensor-module_p903362.html

Spesifikasi dari sensor kelembaban tanah adalah sebagai berikut :

- 1) Membutuhkan supply tegangan input sebesar 3.3v - 5v
- 2) Output berupa sinyal analog dari 0 – 4.2 Volt
- 3) Current Consumption 35mA.

e. Sensor Ultrasonic HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah

sederhana, sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal piezoelectric akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek piezoelectric.



Gambar 7. Sensor Ultrasonic HC-SR04
Sumber: Datasheet HC-SR04

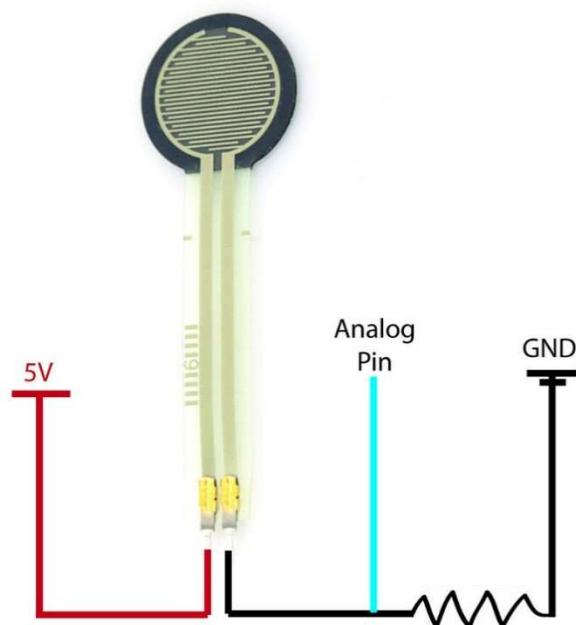
Sensor ultrasonic HC-SR04 memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- 1) Catu daya: 5 VDC.
- 2) Frekuensi burst: 40 KHz.
- 3) Range pengukuran: 3 - 300 cm.
- 4) Input trigger: pulsa positif level TTL selebar 10us min.
- 5) Output: pulsa level TTL, lebar pulsa positif proporsional terhadap jarak.

f. Sensor Beban FSR

Force Resistive Resistor atau kerap disebut sebagai FSR ini merupakan sebuah sensor tekanan yang akan memiliki resistansi yang berubah-ubah sesuai

dengan besarnya pressure atau tekanan yang diberikan pada area sensornya. Semakin besar tekanan yang diberikan maka akan semakin kecil output resistansi dari sensor ini. Saat tidak ada tekanan diberikan, biasanya resistansi sensor ini lebih dari 1 Mega ohm, sedangkan pada tekanan penuh resistansinya bisa sampai 1 Kilo ohm bahkan kurang.



Gambar 8. Sensor Beban FSR
Sumber: <https://www.instructables.com/id/Interactive-aBeer-Pong-Beirut-Table/step3/Wire-the-pressure-sensors/>

B. Penelitian yang Relevan

1. Penelitian Relevan Pertama

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Anindyo Pradito. Penelitian yang dilakukan pada tahun 2013 ini berjudul “*Prototype Sorting Station* sebagai Media Pembelajaran PLC pada Mata Diklat Perakitan dan Pengoperasian Sistem Kendali di SMK Negeri 2 Yogyakarta”.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran PLC berbentuk *prototype sorting station*, mengetahui tingkat kelayakan produk, dan

mengetahui perbedaan prestasi belajar antara siswa kelas eksperimen yang menggunakan media pembelajaran *prototype sorting station* dengan kelas kontrol yang menggunakan media pembelajaran konvensional. Penelitian ini merupakan jenis penelitian *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan ADDIE.

Teknik pengumpulan data menggunakan metode kuisioner dan tes. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Control Group Post Test Only Experimental Design*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) proses pembuatan media *prototype sorting station* dilakukan melalui tahap analisis, perencanaan, dan pengembangan, (2) tingkat kelayakan produk berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media, guru, dan siswa. Hasil penilaian didapatkan skor rata-rata 4,22 dari ahli materi, 4,32 dari ahli media, 4,64 dari guru dan 4,28 dari siswa, dengan skor rata-rata tersebut mendapat kategori "sangat baik", dan (3) hasil uji-t terhadap data post test kelas kontrol dan eksperimen dengan $db = 52$ dan taraf signifikan 5% menyatakan $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2,738 > 2,006$) dan signifikansi ($0,008 < 0,05$), artinya terdapat perbedaan secara signifikan rata-rata nilai prestasi belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol, hal ini juga ditunjukkan dari hasil rata-rata nilai post test kelas eksperimen sebesar 80,42 dan rata-rata nilai kelas kontrol sebesar 75,18, dengan demikian prestasi belajar siswa yang menggunakan media pembelajaran *prototype sorting station* lebih tinggi daripada siswa yang menggunakan media pembelajaran konvensional.

2. Penelitian Relevan Kedua

Penelitian pengembangan lainnya juga dilakukan oleh Agnes Dwi Cahyani. Penelitian yang berjudul "Pengembangan Modul Pembelajaran Elektronika Dasar

Berbasis Pendidikan Karakter di SMK Piri 1 Yogyakarta” ini dilakukan pada tahun 2013.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan modul pembelajaran Elektronika Dasar berbasis pendidikan karakter dan (2) menguji unjuk kerja modul pembelajaran Elektronika Dasar berbasis pendidikan karakter berdasarkan penilaian ahli media, dan siswa. Pengembangan modul pembelajaran ini dilaksanakan dengan mengacu pada model pengembangan Borg dan Gall yang telah diringkas oleh Anik Ghufron. Model tersebut memiliki empat tahapan yaitu studi pendahuluan, pengembangan, ujicoba lapangan dan diseminasi. Instrumen yang digunakan untuk pengambilan data berupa angket.

Modul pembelajaran ini mendapatkan persentase penilaian dari ahli media sebesar 82,25%. Berdasarkan penilaian ahli materi modul ini mendapatkan persentase penilaian sebesar 79,00%. Penilaian dari siswa terhadap tingkat keterbacaan mendapat persentase penilaian sebesar 85,25%. Penilaian dari siswa terhadap penggunaan modul mendapat persentase penilaian sebesar 78,75%.

3. Penelitian Relevan Ketiga

Penelitian pengembangan juga dilakukan oleh Rizki Edi Juwanto. Penelitian dengan judul “Media Pembelajaran Mikrokontroler AVR untuk Siswa Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta” ini dilakukan pada tahun 2014.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran mikrokontroler AVR dan menguji tingkat kelayakannya. Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan yang

dikemukakan oleh Sugiyono. Objek penelitian ini adalah media pembelajaran mikrokontroler, yang dibuat dalam bentuk modul *trainer*.

Tahap pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi (1) analisis awal, (2) desain, (3) validasi, (4) pengujian, (5) revisi, dan (6) ujicoba pemakaian. Tahap pengembangan produk dilakukan dengan melibatkan para ahli dan guru. Untuk tahap pengujian kelayakan produk dilakukan oleh ahli materi, ahli media dan ujicoba pemakaian pada siswa kelas XII Jurusan Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta.

Teknik pengumpulan data menggunakan kuisioner (angket). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) tahap validasi isi mendapatkan prosentase 98,8%, dengan tingkat kelayakan “sangat layak”, (2) tahap validasi konstruk memperoleh prosentase 90,5%, dengan tingkat kelayakan “sangat layak”, (3) validasi ujicoba pemakaian memperoleh prosentase 76,61%, dengan tingkat kelayakan “sangat layak”. Melihat hasil dari validasi tersebut, media pembelajaran mikrokontroler ini dikategorikan sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran di SMK Negeri 2 Yogyakarta.

C. Kerangka Berpikir

Media pembelajaran dapat memberi gambaran dan penjelasan materi pada siswa saat pembelajaran berlangsung, sehingga siswa dapat lebih paham saat mempelajari materi yang sampaikan oleh guru. Salah satu media pembelajaran yang mendukung dalam kegiatan belajar yaitu *trainer kit* sensor. Media pembelajaran *trainer kit* sensor dapat memberi gambaran tentang karakteristik sensor dan prinsip sistem kendali menggunakan sensor. Media akan membuat pemahaman siswa dengan siswa yang lain dan guru dapat disamakan. Terkadang

pemahaman siswa akan materi yang diajarkan berbeda-beda dikarenakan siswa mempunyai gambaran tersendiri dalam memahami materi.

Media pembelajaran *trainer kit* sensor ini akan digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran sensor dan aktuator untuk siswa kelas XI kompetensi keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih. Pengembangan media pembelajaran yang berupa *trainer kit* sensor dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan ADDIE. Tahap pengembangan *trainer kit* meliputi: (1) analisis kebutuhan, (2) desain produk, (3) pengembangan produk, (4) ujicoba produk, dan (5) revisi produk. Setelah produk divalidasi oleh ahli media, ahli materi dan guru, kemudian produk akan diujicobakan pada siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih.

Media pembelajaran *trainer kit* dibuat dengan bentuk modul terpisah. Papan utama sebagai sistem minimum terpisah dengan modul sensor. Media pembelajaran *trainer kit* ini disertakan buku panduan untuk membantu penggunaannya. Pembuatan *trainer kit* ini diharapkan dapat membantu peserta didik khususnya jurusan Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih dalam memahami dan menguasai materi tentang sensor dan aktuator.

D. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana unjuk kerja media pembelajaran *Trainer Kit* Sensor untuk peserta didik Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Pengasih?

2. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran *Trainer Kit Sensor* untuk peserta didik Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Pengasih?
3. Bagaimana pencapaian hasil belajar peserta didik setelah dilakukan upaya pembelajaran menggunakan media pembelajaran *Trainer Kit Sensor*?

BAB III

METODE PENELITIAN

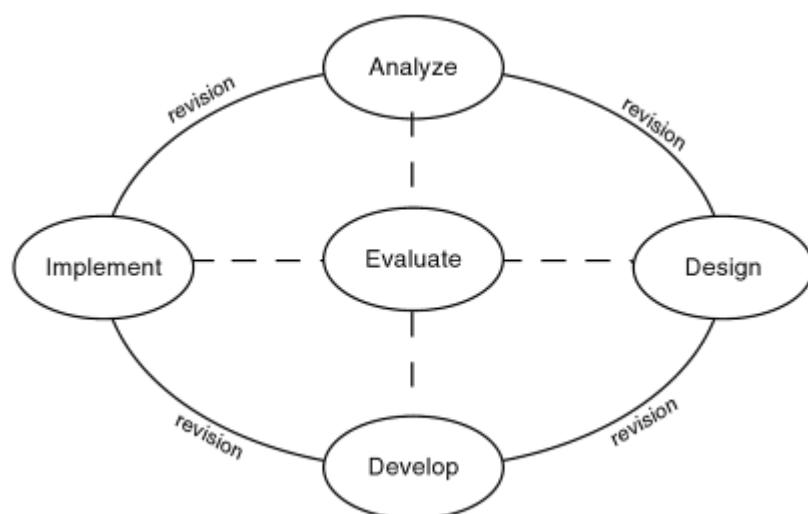
A. Model Pengembangan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan penelitian pengembangan atau *Research and Development (R&D)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji produk hasil pengembangan yang layak digunakan dan sesuai dengan kebutuhan. Seperti yang dikemukakan oleh Sugiyono (2011: 407) bahwa "Penelitian *research and development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut". Pendapat tersebut juga hampir sama dengan pendapat Sugiyono (2011: 9) bahwa "Penelitian dan pengembangan (*research and development*) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan atau memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran".

Pengembangan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah pengembangan media pembelajaran *trainer kit* sensor pada mata pelajaran sensor dan aktuator SMK Negeri 2 Pengasih. Pengembangan berupa *trainer k it* yang dilengkapi dengan modul panduan penggunaan media pembelajaran. Model pengembangan produk menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*).

Model pengembangan ADDIE memiliki 5 tahap pokok yaitu (1) tahap Analisis (*Analysis*): tahap ini merupakan langkah untuk mencari atau menganalisa kebutuhan, dari analisa yang didapat kemudian ditentukan masalah dan solusi yang tepat, (2) tahap Desain (*Design*): tahap ini merupakan tahap perancangan

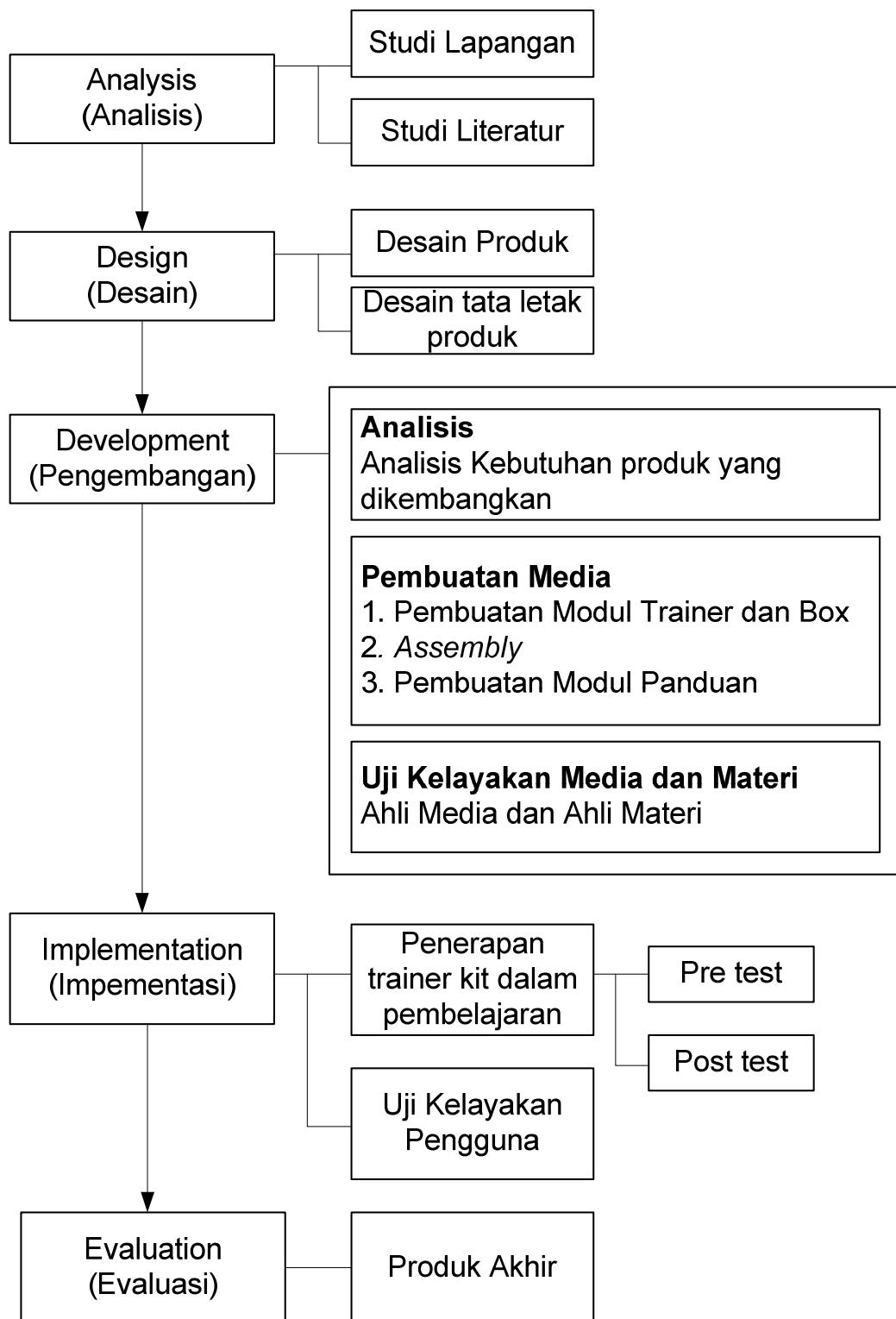
produk sesuai analisa yang diperoleh ditahap sebelumnya, (3) tahap Pengembangan (*Development*): tahap ini merupakan tahap untuk merealisasikan hasil rancangan dan memvalidasikan pada ahli media dan ahli materi untuk mengetahui kelayakan produk, (4) tahap Implementasi (*Implementation*): merupakan tahap ujicoba langsung kepada guru dan siswa untuk mengetahui kelayakan penggunaan produk dalam pembelajaran dan pengaruhnya terhadap hasil belajar siswa, (5) tahap Evaluasi (*Evaluation*): merupakan tahap penilaian produk untuk mengetahui kelebihan atau kekurangan yang ada pada produk hasil pengembangan.



Gambar 9. Langkah-langkah Model Pengembangan ADDIE menurut Branch (2009:2)

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan yang digunakan untuk menghasilkan media pembelajaran *trainer kit* sensor menyesuaikan dengan model pengembangan ADDIE diuraikan sebagai berikut:



Gambar 10. Prosedur Penelitian ADDIE

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Kegiatan analisis dilakukan melalui kegiatan studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan dilakukan dengan cara observasi langsung ke sekolah yang akan digunakan untuk penelitian. Observasi yang dilakukan adalah dengan mewawancaraai guru mata pelajaran sensor dan aktuator tentang media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran sensor dan aktuator. Tujuan dari observasi untuk menentukan kebutuhan media pembelajaran sensor dan spesifikasinya.

Analisis berikutnya dengan kegiatan studi literatur. Studi literatur dengan cara melakukan kajian teori melalui buku-buku dan sumber informasi lainnya berkaitan dengan media pembelajaran sensor yang akan dikembangkan.

2. Tahap Desain (*Design*)

Tahap desain (*design*) merupakan langkah untuk merencanakan media pembelajaran yang akan dikembangkan sesuai permasalahan yang ditemukan saat tahap analisis. Tahap desain meliputi dua tahap yaitu: (a) desain produk dan, (b) desain tata letak produk yang akan dikembangkan.

Tahapan pertama yaitu desain produk, dalam desain produk dibuat dengan mempertimbangkan kebutuhan yang ada di SMK Negeri 2 Pengasih Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri. Media pembelajaran dirancang berbentuk *trainer kit* yang terdapat beberapa modul sensor yang bersifat *portable*. Penedesainan produk dibuat menggunakan *software* ISIS Proteus untuk pembuatan desain *hardware* dan Code Vision AVR untuk pembuatan *software* program. Sedangkan untuk kebutuhan desain berupa grafis dibuat menggunakan Corel Draw

X6. Desain produk terdiri dari *Trainer* dan Modul Praktikum. *Trainer* terdiri dari modul utama sistem minimum dan modul-modul berbagai sensor.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan ini meliputi (a) analisis kebutuhan, (b) pembuatan *trainer kit* sensor, dan (c) ujicoba. Pengembangan dilakukan dari persiapan kebutuhan sampai ujicoba untuk mendapatkan tingkat kelayakan dari para ahli media dan ahli materi.

a. Analisis kebutuhan

Pembuatan produk dilaksanakan setelah menganalisis kebutuhan dan pengumpulan komponen serta peralatan kerja. Analisis kebutuhan komponen dan alat kerja disesuaikan dengan hasil desain produk. Penggunaan komponen juga dipertimbangkan dengan menggunakan komponen yang mudah didapatkan. Hal tersebut dilakukan agar proses pengembangan berjalan lancar dan apabila ada kerusakan komponen mudah didapatkan kembali untuk perbaikan.

b. Pembuatan *Trainer Kit* Sensor

Pembuatan dan pengembangan *trainer kit* sensor terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu: (1) perancangan media, (2) pembuatan media, (3) pengujian media, dan (4) pembuatan modul praktikum.

Tahap perancangan media dibagi menjadi 2 tahapan, yaitu perancangan elektronik dan perancangan *hardware*. Perancangan media terlebih dahulu membuat desain elektronik, desain dibuat menggunakan bantuan *software* Proteus. Desain yang dibuat pertama kali adalah *schematic* rangkaian, kemudian membuat desain dari PCB. Langkah perancangan berikutnya yaitu mendesain

hardware box penyimpanan. Kerangka desain box digambar dengan bantuan *software* CorelDraw X6.

Tahap pembuatan media dibagi menjadi 2 tahapan, yaitu pembuatan elektronik dan pembuatan *hardware*. Tahap pembuatan elektronik adalah tahap dimana merealisasikan rancangan elektronik yang sudah dibuat *schematic* dan desain PCBnya menjadi *board* elektronika. Langkah pembuatan media berikutnya adalah pembuatan *hardware* box penyimpanan. Langkah ini adalah realisasi dari desain box yang sudah dirancang sebelumnya.

Tahap pengujian media dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja media pembelajaran sesuai atau tidak dengan rancangan yang diinginkan. Pengujian dilakukan untuk menguji hasil pembuatan terutama pada bagian elektroniknya. Pengujian elektronik dilakukan dengan cara memprogram modul utama dan mencoba modul-modul sensornya satu per satu dipasang ke soket modul utama. *Trainer Kit* dianggap tidak ada masalah bila hasil dari *input* dari sensor dapat diolah dan ditampilkan hasil pengolahannya oleh modul utama di dalam LCD.

Tahap setelah pengujian yaitu pembuatan modul praktikum. Modul praktikum dibuat sebagai panduan praktikum siswa dan sebagai buku bahan ajar guru. Modul praktikum dibuat berdasarkan urutan materi yang akan diajarkan pada siswa. Modul praktikum memuat langkah-langkah perangkaian *trainer kit* sensor dan cara pembacaan hasil pengamatan.

c. Ujicoba

Tahap ujicoba dilaksanakan untuk mendapatkan pernyataan kelayakan dari ahli media dan ahli materi. Ujicoba ini melibatkan dosen dan guru untuk menilai produk sebelum diterapkan dalam pembelajaran. Hasil dari ujicoba dijadikan

masukan untuk memperbaiki produk. Produk akan diterapkan dalam pembelajaran bila telah dinyatakan layak dari para ahli.

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi dilakukan setelah *trainer kit* sensor dinyatakan layak untuk pembelajaran oleh ahli media dan ahli materi. Implementasi *trainer kit* sensor diterapkan pada kelas XI kompetensi keahlian Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih. Penerapan dalam pembelajaran bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan dan pengaruh penggunaan *trainer kit* sensor terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran sensor dan aktuator. Pengaruh penggunaan media pembelajaran *trainer kit* sensor dilihat dari hasil belajar siswa. Untuk mengetahui hasil belajar, siswa diberikan tes yaitu, *pretest* dan *posttest*. *Pretest* diberikan untuk mengetahui kemampuan awal siswa sebelum pembelajaran menggunakan media *trainer kit* sensor. *Posttest* digunakan untuk mengetahui kemampuan siswa setelah pembelajaran menggunakan *trainer kit* sensor. Setelah memberikan pembelajaran menggunakan *trainer kit* sensor, kemudian siswa diberikan angket untuk mendapatkan penilaian tingkat kelayakan *trainer kit* sensor sebagai media pembelajaran.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui kekurangan yang terdapat pada *trainer kit* yang dikembangkan. Hasil evaluasi dapat dijadikan bahan analisa untuk dilakukan proses pengembangan kembali agar mendapatkan produk yang sesuai kebutuhan dan membenahi kekurangan. Setelah produk dinyatakan layak dapat dilakukan penyebarluasan hasil akhir produk penelitian dan pengembangan.

Penyebarluasan diharapkan untuk dapat diimplementasikan oleh guru di kelas masing-masing.

C. Subyek Penelitian

Penelitian *Research and Development* dilaksanakan di (1) Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY, untuk proses pengembangan dan validasi *trainer kit* sensor. Proses proses validasi melibatkan beberapa dosen ahli dalam bidang media pembelajaran dan materi ajar. Hasil validasi dari ahli dijadikan masukkan untuk mengembangkan lagi produk sebelum diujicobakan dalam pembelajaran. (2) SMK Negeri 2 Pengasih sebagai tempat implementasi produk *trainer kit* sensor pada situasi pembelajaran yang sebenarnya. (3) Waktu penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai April 2015 untuk pembuatan *trainer kit* sensor, dan bulan Mei sampai Juni 2015 untuk proses implementasi di SMK Negeri 2 Pengasih.

Subyek dalam penelitian ini yaitu siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih. Siswa diberikan soal *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal sebelum menggunakan *trainer kit* sensor. Selanjutnya siswa diberikan pembelajaran menggunakan media *trainer kit* sensor dan di akhir pembelajaran diberikan soal *posttest* serta angket uji kelayakan.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data digunakan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yang kemudian dilakukan analisis data. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kuesioner (Angket) dan Tes:

1. Angket

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan memberikan pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk mendapatkan informasi atau data yang diperlukan. Penggunaan angket dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran *trainer kit* sensor untuk siswa kompetensi keahlian teknik elektronika industri. Penyusunan angket sebagai alat ukur didasarkan pada kisi-kisi angket. Dalam penelitian ini yang menjadi responden adalah ahli media, ahli materi, guru mata pelajaran, dan peserta didik. Angket yang telah dijawab oleh responden, kemudian diskor dengan ketentuan penilaian yang telah ditetapkan. Jenis data yang akan didapatkan dengan menggunakan angket adalah jenis data interval.

2. Tes

Teknik pengumpulan data menggunakan tes akan mendapatkan jenis data nominal. Teknik pengumpulan data dengan tes digunakan untuk melihat nilai hasil belajar peserta didik. Bentuk tes adalah soal pilihan ganda sebanyak 20 butir. Tes dibagi menjadi 2 yaitu *Pretest* dan *Posttest*. *Pretest* diberikan untuk mengetahui kemampuan awal siswa sebelum pembelajaran menggunakan media *trainer kit* sensor. *Posttest* digunakan untuk mengetahui kemampuan siswa setelah pembelajaran menggunakan *trainer kit* sensor.

E. Instrumen Penelitian

Menurut Sugiyono (2011:148) instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa lembar angket dan soal tes.

1. Instrumen Penelitian Non Tes (Angket)

Instrumen yang digunakan adalah berupa lembar angket. Lembar angket yang digunakan adalah jenis angket tertutup, yaitu angket yang sudah dilengkapi dengan pilihan jawaban dan responden hanya tinggal memilih jawaban saja. Lembar angket tersebut diberikan kepada ahli materi, ahli media, dan pengguna. Instrumen angket disusun berdasarkan kisi-kisi yang diadopsi dan disesuaikan dari Wisnu Tri Nugroho (2015) dan Roni Setiawan (2012).

a. Instrumen Angket Ahli Media

Angket ini diajukan kepada ahli media untuk mendapatkan penilaian dari aspek tampilan, teknis, dan manfaat media pembelajaran yang dikembangkan.

Berikut tabel kisi-kis instrument untuk ahli media:

Tabel 2. Kisi-kisi untuk Ahli Media

No	Aspek	Indikator	Butir	Jumlah
1.	Desain	Wawasan tentang <i>hardware</i>	1-9	9
		Fungsi aplikatif		
2.	Teknis	Teknis pengoperasian <i>hardware</i>	10-19	10
3.	Kemanfaatan	Manfaat bagi siswa	20-31	12
		Manfaat bagi guru		
Total Butir				31

b. Instrumen Angket Ahli Materi

Instrumen angket untuk ahli materi diberikan kepada ahli materi untuk mendapatkan penilaian dan masukan tentang isi materi agar tetap relevan dengan media pembelajaran yang dikembangkan. Berikut tabel kisi-kis instrument untuk ahli materi:

Tabel 3. Kisi-kisi untuk Ahli Materi

No	Aspek	Indikator	Butir	Jumlah
1.	Materi	Materi yang terkandung dalam <i>Trainer Kit Sensor</i>	1-16	16
		Materi dalam Modul Panduan		
2.	Kemanfaatan	Manfaat bagi guru	17-19	3
		Manfaat bagi siswa		
Total Butir				19

c. Instrumen Angket Pengguna

Pengguna dari media pembelajaran ini adalah siswa SMK, dengan pertimbangan tersebut instrumen angket untuk pengguna diambil dari 3 aspek berikut:

Tabel 4. Kisi-kisi untuk Pengguna

No	Aspek	Indikator	Butir	Jumlah
1.	Materi	Materi dalam Modul Panduan	1-4	4
2.	Pembelajaran	Bagi Peserta didik	5-10	6
3.	Teknis	Teknis pengoperasian <i>hardware</i>	11-17	7
Total Butir				17

Data yang nantinya diperoleh akan dibuat dalam bentuk Skala *Likert* dengan gradasi sangat positif sampai sangat negatif. Langkah selanjutnya adalah menyusun butir-butir pernyataan, butir-butir pernyataan dibuat dalam bentuk pernyataan tertutup yang sudah dilengkapi alternatif jawaban. Tabel penskoran pilihan jawaban yang terdiri dari sangat setuju, setuju, tidak setuju dan sangat tidak setuju (Wahidmurni, 2010).

Tabel 5. 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

2. Instrumen Penelitian Tes

Metode tes digunakan untuk mengukur kemampuan siswa dalam memahami materi yang diberikan. Tes adalah alat yang digunakan untuk mengukur pengetahuan atau penguasaan obyek ukur terhadap seperangkat konten dan materi tertentu (H. Djali dan Pudji M., 2007: 6). Instrumen tes berupa soal pilihan ganda sebanyak 20 butir. Instrumen tes terdiri dari 2 bagian yaitu *pretest* dan *posttest*. *Pretest* berfungsi mengukur kemampuan awal siswa sebelum menggunakan *trainek kit* sensor, sedangkan *posttest* berfungsi untuk mengukur kemampuan yang dicapai siswa setelah menggunakan *trainer kit* sensor. Berikut adalah kisi-kisi instrumen tes.

Tabel 6. Kisi-kisi soal *Pretest*

No	Indikator	Butir	Jumlah
1	Memahami pengertian umum sensor	1	1
2	Memahami prinsip kerja sensor	3, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18	8
3	Memahami konfigurasi <i>hardware</i> sensor	5, 8, 19	3
4	Memahami penerapan sensor dalam kehidupan	6	1
5	Memahami penerapan sensor pada lingkungan industri	12	1
6	Memahami tentang sistem kendali dan penerapannya	7, 9, 10	3
7	Memahami sistem kendali sensor berbasis mikrokontroler	2, 4, 20	3
Total Butir			20

Tabel 7. Kisi-kisi soal *Posttest*

No	Indikator	Butir	Jumlah
1	Memahami pengertian umum sensor	1	1
2	Memahami prinsip kerja sensor	3, 4, 8, 13, 16, 17, 18	7
3	Memahami konfigurasi <i>hardware</i> sensor	10, 15, 19	3
4	Memahami penerapan sensor dalam kehidupan	6, 11	2
5	Memahami penerapan sensor pada lingkungan industri	14	1
6	Memahami tentang sistem kendali dan penerapannya	7, 9, 12	3
7	Memahami sistem kendali sensor berbasis mikrokontroler	2, 5, 19,	3
Total Butir			20

F. Uji Instrumen

1. Uji Validitas

Menurut Sugiyono (2010:173) instrumen yang valid ialah instrument tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang hendak diukur. Penelitian ini menggunakan instrumen angket dan instrumen tes. Pengujian validitas instrumen dilakukan dengan melibatkan para ahli (*expert judgement*) untuk menguji kesesuaian instrumen dengan tujuan penelitian. Dalam hal ini setelah instrumen dikonstruksi tentang aspek-aspek yang akan diukur dengan berlandaskan teori tertentu, maka selanjutnya dikonsultasikan dengan ahli.

2. Uji Reliabilitas

Sugiyono (2010: 173) menjelaskan bahwa instrumen yang reliabel adalah instrumen yang bila digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama, akan menghasilkan data yang sama. Uji reabilitas instrumen yang dilakukan pada

penelitian ini adalah dengan menggunakan rumus *Alpha*, berikut adalah rumus untuk uji reliabilitas:

$$r_i = \frac{k}{(k-1)} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_{\text{st}}^2} \right\} \dots \dots \dots \quad (\text{i})$$

(Sugiyono, 2010: 365)

Keterangan :

r_i = reliabilitas instrumen

K = mean kuadrat antara subyek

$\sum s_i^2$ = mean kuadrat kesalahan

s_t^2 = varians total

Rumus untuk varians total dan varians item:

(Sugiyono, 2010: 365)

Keterangan :

ΣK_i = jumlah kuadrat seluruh item

$\Sigma K_s = \text{jumlah kuadrat subjek}$

Setelah koefisien reliabilitas telah diketahui, maka selanjutnya diinterpretasikan dengan sebuah patokan. Untuk menginterpretasikan koefisien *Alpha* menurut Suharsimi Arikunto (2009: 245) digunakan kategori berikut:

0,800 – 1,000 = Sangat Tinggi

$$0,600 - 0,799 = \text{Tinggi}$$

$$0.400 - 0.599 = \text{Cukup}$$

$0.200 - 0.399 = \text{Rendah}$

0,000 – 0,199 = Sangat Rendah

Perhitungan untuk mencari *Alpha* dapat juga dihitung menggunakan bantuan *software* Ms. Excel. Dengan adanya *software* Ms. Excel ini hasil juga mendekati sama jika dihitung menggunakan *software* analisis seperti SPSS.

G. Teknik Analisis Data

1. Analisis Data Kelayakan

Teknik analisis data yang akan dilakukan adalah menggunakan deskriptif kualitatif, yaitu memaparkan produk media hasil rancangan setelah diimplementasikan dalam bentuk produk jadi dan menguji tingkat kelayakan produk.

Setelah data-data diperoleh selanjutnya adalah mengubah data kualitatif menjadi kuantitatif dengan menggunakan skala *Likert* dengan penilaian 4 gradasi yaitu 4, 3, 2, 1 dengan arti Sangat Setuju, Setuju, Tidak Setuju, Sangat Tidak Setuju. Proses selanjutnya adalah memaparkan mengenai kelayakan produk untuk diimplementasikan pada siswa Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih. Setelah data yang diperoleh, maka selanjutnya adalah melihat bobot pada masing-masing tanggapan dan menghitung skor reratanya dengan rumus berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots \dots \dots \dots \text{(iii)}$$

Keterangan:

\bar{x} = Skor Rata – rata

n = Jumlah Penilai

$$\sum X = \text{skor total masing – masing}$$

Rumus perhitungan persentase skor ditulis dengan rumus berikut :

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

Jika nilai persentase rerata telah di dapat maka selanjutnya adalah penunjukan predikat kualitas dari produk yang dibuat berdasarkan skala pengukuran *Rating Scale*. Skala penunjukan *Rating Scale* adalah pengubahan data kualitatif menjadi kuantitatif. Menurut Sugiyono (2010:141) "Dengan *Rating scale* data mentah yang diperoleh berupa angka kemudian ditafsirkan dalam pengertian kualitatif". Berikut table merupakan *Rating scale* yang digunakan untuk penafsiran kelayakan produk:

Tabel 8. Kategori Kelayakan Berdasarkan *Rating Scale*

No	Skor dalam Persen (%)	Kategori Kelayakan
1	0% - 25%	Sangat Tidak Layak
2	>25% - 50%	Kurang Layak
3	>50% - 75%	Layak
4	>75% - 100%	Sangat Layak

Media pembelajaran dinyatakan layak apabila data hasil penelitian untuk uji kelayakan memiliki rata-rata yang memberikan hasil akhir pada kriteria minimal "Layak". Lebih rendah dari kriteria "Layak" atau dalam kriteria "Tidak Layak" maka media pembelajaran tidak dapat digunakan dalam pembelajaran.

2. Analisis *Pretest* dan *Posttest*

Analisis *pretest* dan *posttest* menggunakan statistik deskriptif. Menurut Sugiyono (2010: 207-208) statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan

yang berlaku untuk umum atau generalisasi. Analisis yang dilakukan yaitu mencari rerata, median, modus, varian dan standar deviasi dari *pretest* dan *posttest*.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

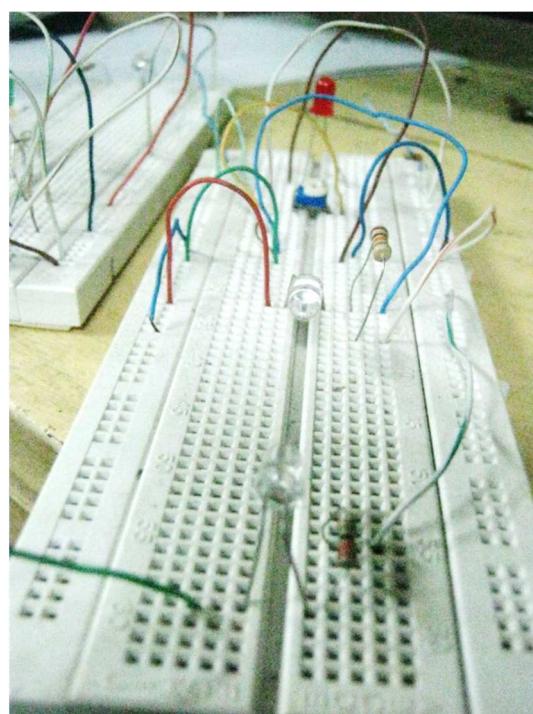
Deskripsi hasil penelitian membahas langkah pengembangan media pembelajaran *trainer kit* sensor hingga dinyatakan layak sebagai media pembelajaran dan pengaruh penggunaan *trainer kit* sensor pada mata pelajaran sensor dan aktuator. Langkah pengembangan meliputi: 1) Analisis (*Analysis*), 2) Desain (*Design*), 3) Pengembangan (*Development*), 4) Implementasi (*Implementation*), 5) Evaluasi (*Evaluation*). Pengaruh penggunaan media pembelajaran *trainer kit* sensor dapat dilihat dari hasil belajar. Hasil belajar didapatkan dengan melihat perbedaan hasil *pretest* dan *posttest*. Deskripsi hasil penelitian dibahas dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Analisis (*Analysis*)

Kegiatan yang dilakukan pada tahap analisis adalah studi lapangan dengan melakukan observasi dan wawancara guru SMK Negeri 2 Pengasih pada bulan November – Desember 2014. Dalam proses observasi dan wawancara, guru mata pelajaran Sensor dan Aktuator SMK N 2 Pengasih menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran masih kurang media pembelajaran. Media yang digunakan untuk praktikum masih berupa komponen terpisah. Media yang masih berupa komponen terpisah tersebut harus dirangkai terlebih dahulu menggunakan *project board* dan kabel jumper sebagai penghubung antar komponen sebelum digunakan untuk praktikum. Kekurangan dari media yang sudah ada yaitu masih banyak terjadi kesalahan dalam merangkai sensor yang akan digunakan praktikum. Kesalahan

dalam merangkai dapat merusak komponen praktikum, sehingga dapat menyebabkan pemborosan dalam penggunaan komponen praktikum.

Kekurangan lainnya adalah perlu banyak waktu untuk merangkai komponen sebelum melaksanakan pengamatan praktikum, apabila terjadi kesalahan dalam merangkainya, akan lebih banyak waktu yang dibutuhkan untuk mencari kesalahan dan merangkai kembali. Pengulangan perakitan mengakibatkan peserta didik cenderung mengalami kebosanan, hal ini menjadi salah satu faktor menurunnya motivasi belajar siswa yang akan berakibat menurunnya hasil belajar siswa. Jumlah media yang disediakan sekolah masih sedikit, dikarenakan mata pelajaran sensor dan aktuator tergolong baru dalam kurikulum 2013.



Gambar 11. Media Pembelajaran Sensor di SMK N 2 Pengasih

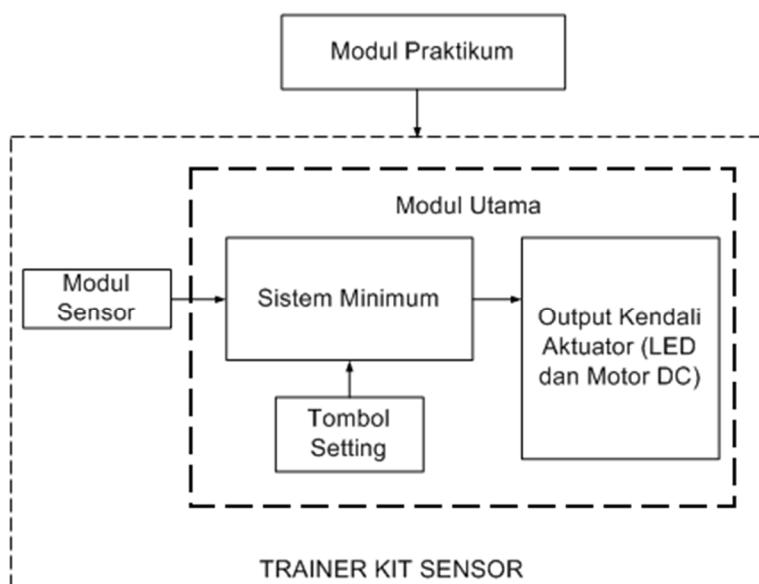
Kegiatan setelah studi lapangan adalah studi literature dengan melakukan kajian dari beberapa sumber teori untuk mendapatkan konsep teori (a) Penelitian

pengembangan menggunakan metode ADDIE. (b) Media pembelajaran untuk mata pelajaran Sensor dan Aktuator.

2. Desain (*Design*)

Tahap desain (*design*) merupakan langkah untuk merencanakan media pembelajaran yang akan dikembangkan sesuai permasalahan yang ditemukan saat tahap analisis. Kegiatan yang dilakukan pada tahap desain adalah (a) desain produk dan, (b) desain tata letak produk yang akan dikembangkan.

Tahap pertama desain produk, dalam desain produk dibuat dengan mempertimbangkan kebutuhan yang ada di SMK Negeri 2 Pengasih Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri. Media yang dibutuhkan adalah media pembelajaran yang interaktif dan dapat memberi gambaran terkait karakteristik sensor. Media pembelajaran dirancang berbentuk *trainer kit* yang terdapat beberapa modul sensor yang bersifat *portable*. *Trainer kit* terdiri dari modul utama sistem minimum dan modul-modul berbagai sensor.



Gambar 12. Diagram blok rancangan *trainer kit* sensor

Dari rancangan diagram blok pada gambar 12, kemudian dilanjutkan ke tahap desain tata letak produk. Perancangan disesuaikan dengan fungsi utama yaitu sebagai *Trainer* yang bisa mengatasi kesalahan-kesalahan yang mungkin dilakukan oleh pengguna *trainer*.

3. Pengembangan (*Development*)

Produk yang akan dikembangkan adalah media pembelajaran *Trainer Kit Sensor*. Proses pengembangan media dibagi menjadi 3 tahap lagi, yaitu (a) analisis kebutuhan, (b) pembuatan *trainer kit* sensor, dan (c) uji kelayakan media dan materi.

a. Analisis Kebutuhan

Pembuatan produk dilaksanakan setelah menganalisis kebutuhan dan pengumpulan komponen serta peralatan kerja. Analisis kebutuhan komponen dan alat kerja disesuaikan dengan hasil desain produk. Desain produk yang akan dibuat yaitu media pembelajaran *Trainer Kit Sensor*. Penggunaan komponen dipertimbangkan dengan menggunakan komponen yang mudah didapatkan. Penggunaan komponen yang mudah dicari bertujuan agar proses pengembangan berjalan lancar dan bila terjadi kerusakan dapat dengan mudah mencari pengganti komponennya. Analisis kebutuhan *Trainer Kit Sensor* dilihat pada tabel 9 berikut :

Tabel 9. Komponen kebutuhan pembuatan *trainer kit*

No	Modul trainer	Komponen yang dibutuhkan
1	Modul Sistem Minimum	<ul style="list-style-type: none">a. Bagian Regulator<ul style="list-style-type: none">1) Saklar ON/OFF2) Jack DC3) IC Regulator 78054) Elco5) Dioda6) Mosfet TIP-417) LED8) Resistor

No	Modul trainer	Komponen yang dibutuhkan
		<ul style="list-style-type: none"> b. Bagian <i>input</i> <ul style="list-style-type: none"> 1) Push button c. Bagian kontrol <ul style="list-style-type: none"> 1) IC ATMega32 2) Resistor 3) Dioda 4) Kapasitor Keramik 5) Crystal 6) Elco 7) USB ASP 8) Pin <i>header male / female</i> d. Bagian aktuator <ul style="list-style-type: none"> 1) Transistor 2) Dioda 3) LED 10mm 4) Motor DC e. Bagian <i>interface</i> <ul style="list-style-type: none"> 1) Variable Resistor 2) LCD Character 2x16
2	Modul Sensor Suhu	<ul style="list-style-type: none"> a. LM35 b. Transistor c. Resistor d. Pin <i>header male / female</i> e. Motor DC (opsi)
3	Modul Sensor Gas	<ul style="list-style-type: none"> a. Sensor MQ-7 b. Transistor c. Resistor d. Dioda e. Pin <i>header male / female</i> f. Motor DC (opsi)
4	Modul Sensor <i>Rotary</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Sensor LG JT-02 b. <i>Rotary Encoder</i> c. Transistor d. Resistor e. Dioda f. Pin <i>header male / female</i> g. Motor DC (opsi)
5	Modul Sensor Kelembaban Tanah	<ul style="list-style-type: none"> a. Sensor kelembaban tanah b. Resistor c. Pin <i>header male / female</i>
6	Modul Sensor Jarak	<ul style="list-style-type: none"> a. Sensor Ultrasonic HC-SR04 b. Resistor c. Pin <i>header male / female</i>

No	Modul trainer	Komponen yang dibutuhkan
7	Modul Sensor Beban	a. Sensor Beban FSR b. Resistor c. Pin <i>header male / female</i>

b. Pembuatan *Trainer Kit* Sensor

Pembuatan *trainer kit* sensor terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu: (1) perancangan media, (2) pembuatan media, (3) pengujian media, dan (4) pembuatan modul praktikum.

1) Perancangan Media

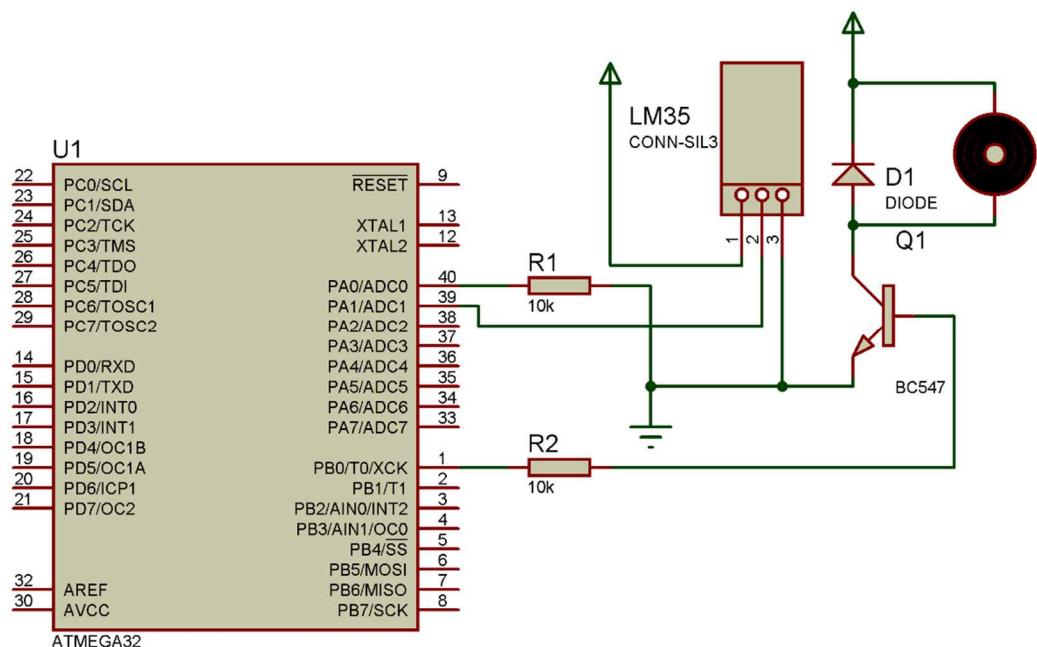
Perancangan media dibagi menjadi 2 tahapan, yaitu perancangan elektronik dan perancangan *hardware*. Perancangan media terlebih dahulu membuat desain elektronik. Desain elektronik *trainer* dibuat menggunakan software ISIS Proteus untuk skematik dan *layout* PCB. Pemrograman dari media dibuat menggunakan Code Vision AVR dengan downloader menggunakan USB ASP. Pendetainan media pembeajaran *trainer kit* Sensor sebagai berikut:

a) Modul Utama

Modul utama berupa sistem minimum ATMega32 dengan catu daya 5v DC dan 12v DC. Tata letak PIN ATMega32 dibuat dengan model socket untuk memudahkan pemasangan modul sensornya. Modul utama sudah terpasang dalam satu board langsung dengan aktuator, tombol setting dan catu daya. Aktuator yang dipasang dalam *trainer kit* ini adalah motor DC dan LED. Tombol setting pada *trainer kit* ini menggunakan 6 tombol, yaitu: 1) tombol reset, 2) tombol mode, 3) tombol next, 4) tombol back, 5) tombol up dan 6) tombol down. Gambar rangkaian modul utama *trainer kit* sensor dapat dilihat pada lampiran 10.

b) Modul Sensor Suhu LM35

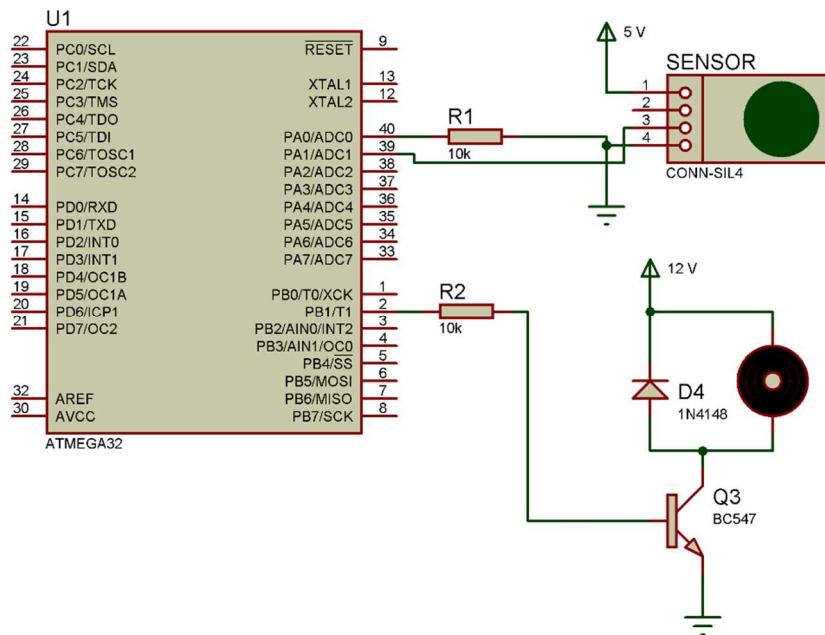
Modul sensor suhu LM35 ini memiliki *output analog* yang dapat diproses pada PORT A mikrokontroler. Modul sensor suhu ini terdapat pin untuk menghubungkan motor DC sebagai aktuator tambahan. Aktuator motor DC dikendalikan melalui PIN B.0 untuk mengaktifkannya. Gambar 13 merupakan rangkaian dari Modul Sensor Suhu LM35:



Gambar 13. Rangkaian Modul Sensor LM35

c) Modul Sensor Gas MQ-7

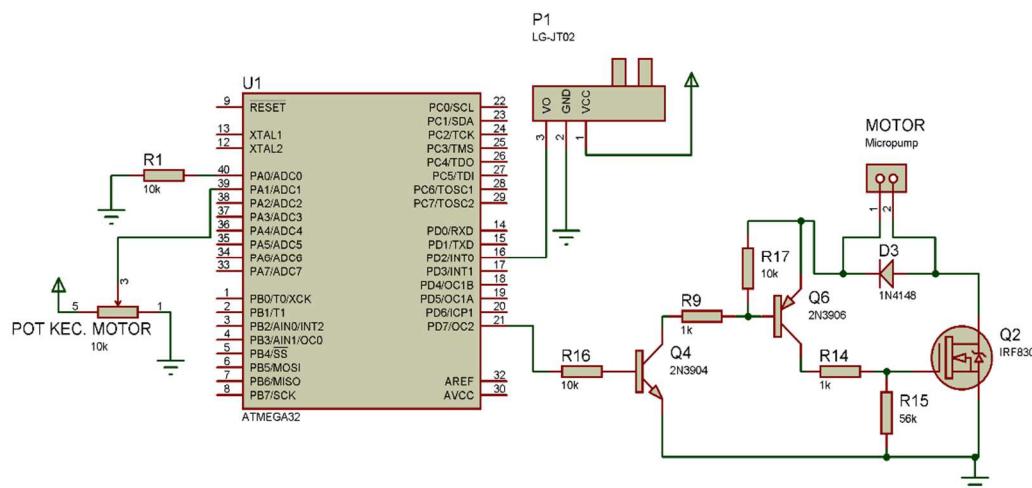
Modul sensor gas MQ-7 memiliki output analog yang dapat diproses pada PORT A mikrokontroler. Modul sensor gas MQ-7 ini dilengkapi dengan aktuator motor DC yang langsung terpasang pada papan modulnya. Modul ini dibuat dengan memberi sebuah miniatur ruangan sebagai gambaran simulasi sebuah ruangan bila terpapar gas karbonmonoksida. Gambar 14 merupakan rangkaian dari Modul Sensor Gas MQ-7:



Gambar 14. Rangkaian Modul Sensor Gas MQ-7

d) Modul Sensor Kecepatan Putar

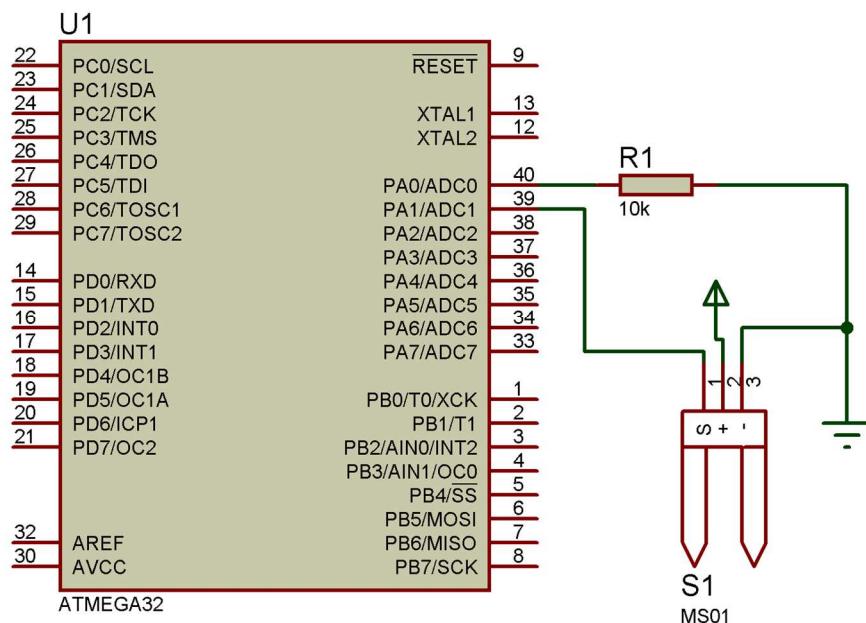
Modul sensor kecepatan putar ini menggunakan fungsi *interrupt* pada port mikrokontroler untuk menghitung cacahan dari sensor. Fungsi interrupt difungsikan pada PIN D.2 (INT 0) pada atmega 32. Gambar 15 merupakan rangkaian dari Modul Sensor Putaran:



Gambar 15. Rangkaian Modul Sensor Putaran LG-JT02

e) Modul Sensor Kelembaban Tanah

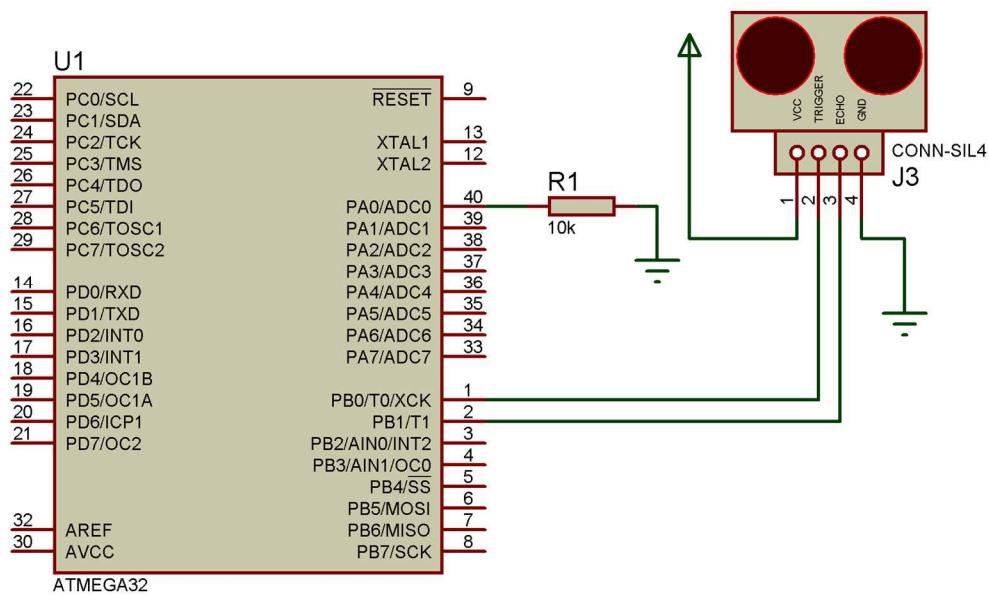
Modul sensor kelembaban tanah ini memiliki *output analog* yang dapat diproses pada PORT A mikrokontroler. Gambar 16 merupakan rangkaian dari Modul Sensor kelembaban tanah:



Gambar 16. Rangkaian Modul Sensor Kelembaban Tanah

f) Modul Sensor Ultrasonic HC-SR04

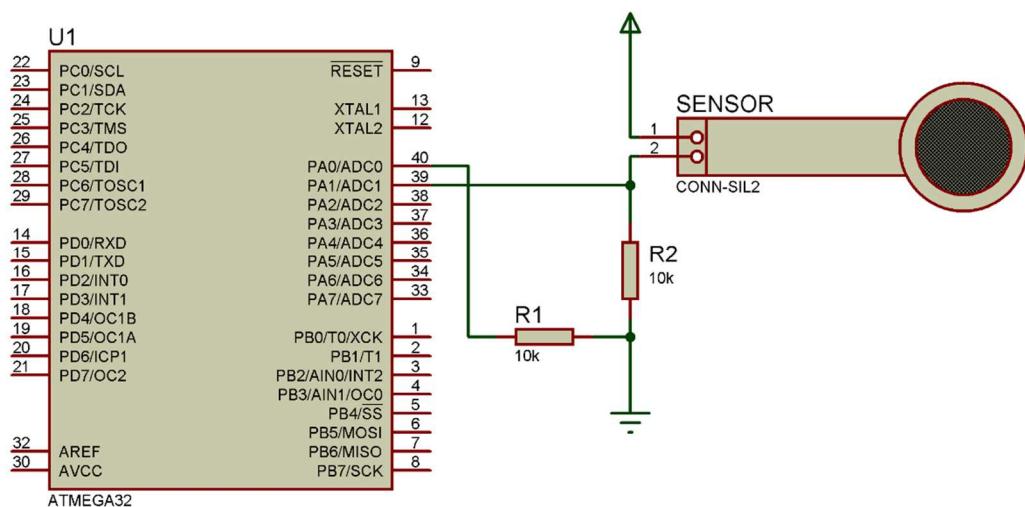
Sensor HC-SR04 sering digunakan untuk aplikasi alat pengukur jarak. PIN yang digunakan pada modul sensor HC-SR04 adalah PIN B.0 sebagai trigger dan PIN B.1 sebagai echo. Gambar 17 merupakan rangkaian dari Modul Sensor Ultrasonic HC-SR04:



Gambar 17. Rangkaian Modul Sensor Ultrasonic HC-SR04

g) Modul Sensor Beban FSR

Modul sensor beban FSR ini memiliki *output analog* yang dapat diproses pada PORT A mikrokontroler. Gambar 18 merupakan rangkaian dari Modul Sensor Beban FSR:



Gambar 18. Rangkaian Modul Sensor Beban FSR

Langkah berikutnya setelah mendesain elektronik yaitu mendesain *hardware* berupa box penyimpanan, dudukan modul utama dan miniatur simulasi ruangan. Pendetainan *hardware* dibuat dengan bantuan *software* CorelDraw X6. Box terbuat dari *multiplex* dengan ketebalan 9 milimeter dan dibungkus dengan karpet hitam sebagai pelapisnya. Ukuran box yaitu panjang 550 milimeter, lebar 300 milimeter dan tinggi 175 milimeter. Di dalam box dibuat menjadi 2 ruang untuk modul *trainer kit* dan peralatan pendukung, seperti: multimeter, kabel *probe* CRO, dan USB ASP.

Dudukan modul utama terbuat dari bahan akrilik transparan. Dudukan dengan ukuran panjang 200 milimeter, lebar 150 milimeter dan tinggi 30 milimeter. Dudukan modul utama ini diberi 4 lubang untuk memasang *banana plug* yang digunakan sebagai titik ukur.

Miniatur simulasi ruangan terbuat dari bahan akrilik transparan. Miniatur simulasi ruangan dibuat dengan ukuran panjang 78 milimeter, lebar 32 milimeter dan tinggi 45 milimeter. Miniatur simulasi ruangan ini hanya dipasang pada modul sensor gas.

2) Pembuatan Media

Pembuatan media pembelajaran *Trainer Kit* Sensor dibagi menjadi 2 tahap, yaitu pembuatan elektronik dan pembuatan *hardware*. Pembuatan elektronik meliputi pembuatan PCB dan pemasangan komponen. Pembuatan PCB menggunakan bantuan jasa cetak PCB untuk mendapatkan hasil PCB yang berkualitas. *Hardware* yang menggunakan bahan akrilik dibuat dengan bantuan *Laser Cutting* untuk hasil yang lebih presisi dan rapi. Pembuatan media pembelajaran *Trainer kit* Sensor dibagi dalam 2 kategori seperti berikut:

a) Elektronik

(1) Modul Utama

Modul utama berisi perangkat sistem minimum (SISMIN) yang menggunakan *chip* ATMega 32 sebagai kontrol utama. Modul utama berisi rangkaian sistem minimum mikrokontroler AVR 40 pin yang sudah dilengkapi soket-soket *port* I/O mikrokontroler yang kompatibel dengan Modul Sensor. Rangkaian modul utama menggunakan 2 buah *power supply* 5 volt DC dan 12 volt DC. Penggunaan 2 *power supply* ini dikarenakan untuk menunjang kinerja sistem kontrol utama agar bekerja optimal dan agar dapat menyuplai tegangan aktuator tanpa mengganggu kinerja sistem kontrol utama. Gambar 19 merupakan realisasi modul utama:

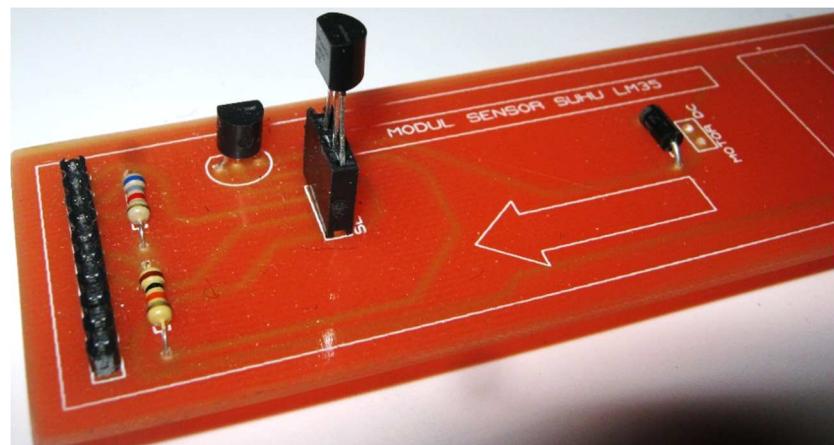


Gambar 19. Realisasi modul utama

(2) Modul Sensor Suhu LM35

Modul sensor suhu LM35 memiliki *output* tegangan analog. Data *output* tegangan analog diolah dengan fasilitas ADC dari mikrokontroler ATMega 32.

Pengolahan data analog pada modul utama diaktifkan di PORT A.1. Gambar 20 merupakan realisasi modul sensor suhu LM35:



Gambar 20. Realisasi modul sensor suhu LM35

(3) Modul Sensor Gas MQ-7

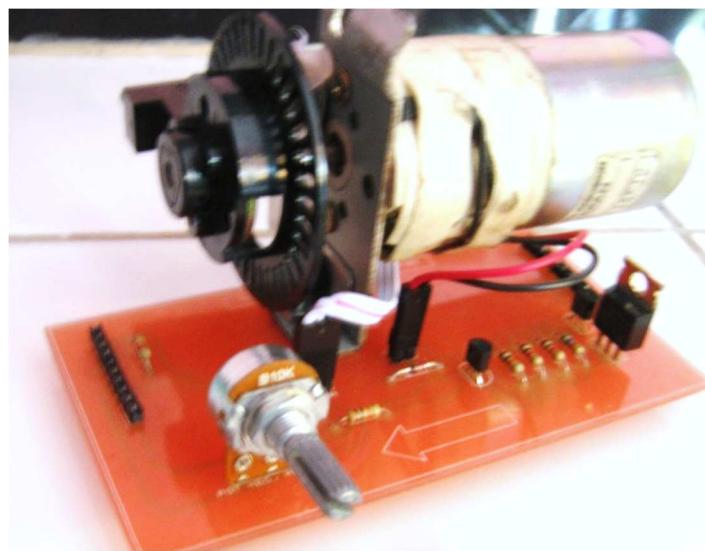
Modul sensor gas MQ-7 memiliki 2 data *output* berupa tegangan analog dan data digital. Data yang digunakan untuk diolah pada modul sensor gas ini adalah data *output* analog. Pengolahan data analog pada modul utama diaktifkan di PORT A.1. Gambar 21 merupakan realisasi modul sensor gas MQ-7:



Gambar 21. Realisasi modul sensor gas MQ-7

(4) Modul Sensor Putaran LG-JT02

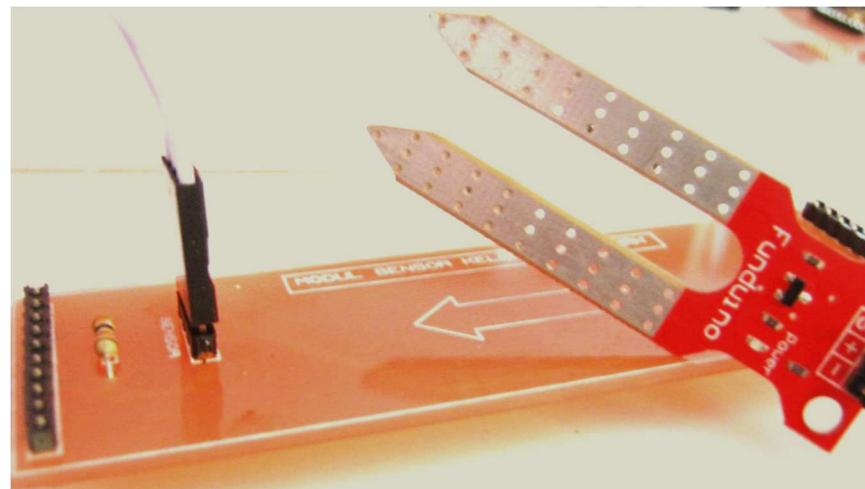
Modul sensor putaran LG-JT02 memiliki data *output* berupa sinyal digital *clock*. Modul sensor ini menggunakan fungsi interrupt pada port mikrokontroler untuk menghitung data cacahan dari sensor. Gambar 22 merupakan realisasi dari modul sensor putaran LG-JT02:



Gambar 22. Realisasi modul sensor putaran LG-JT02

(5) Modul Sensor Kelembaban Tanah

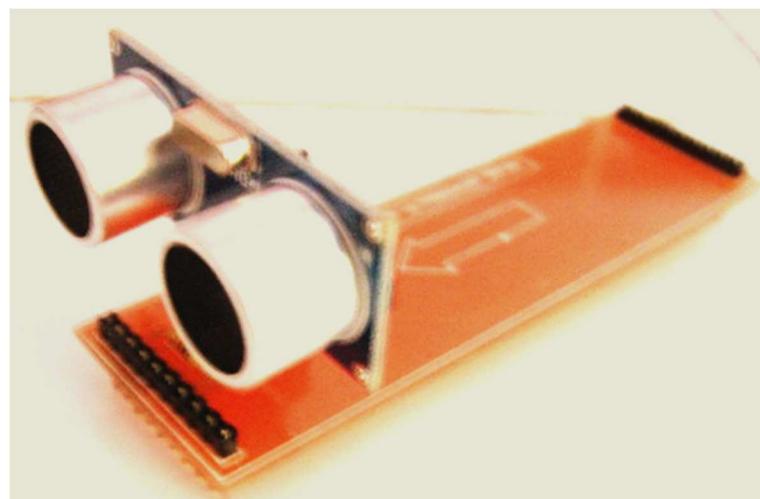
Modul sensor kelembaban tanah memiliki *output* tegangan analog. Data *output* tegangan analog diolah dengan fasilitas ADC dari mikrokontroler ATMega 32. Pengolahan data analog pada modul utama diaktifkan di PORT A.1. Gambar 23 merupakan realisasi modul sensor kelembaban tanah:



Gambar 23. Realisasi modul sensor kelembaban tanah

(6) Modul Sensor Ultrasonic HC-SR04

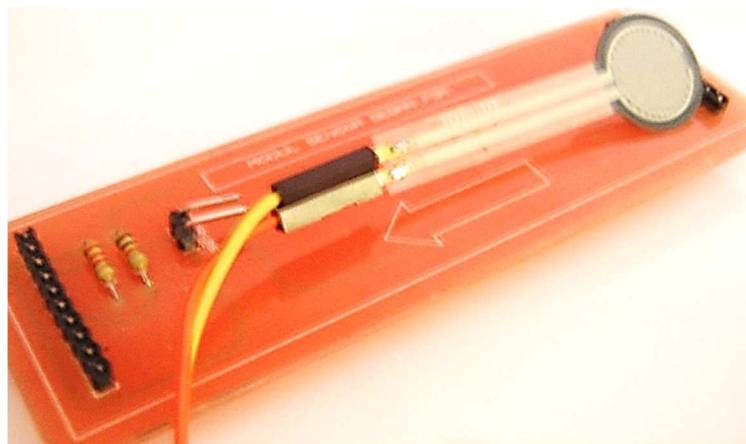
Modul sensor HC-SR04 memiliki *output* digital untuk diolah oleh mikrokontroler. Sensor ini bekerja dengan menggunakan pantulan gelombang ultrasonic. Port yang digunakan untuk mengakses sensor HC-SR04 dalam modul ini yaitu pada Port B.1 sebagai penerima sinyal dari pin Echo sensor dan pada Port B.0 sebagai pemicu sinyal ke pin Trigger sensor. Gambar 24 merupakan realisasi modul sensor ultrasonic HC-SR04:



Gambar 24. Realisasi modul sensor ultrasonic HC-SR04

(7) Modul Sensor Beban FSR

Modul sensor beban FSR memiliki *output* tegangan analog. Data *output* tegangan analog diolah dengan fasilitas ADC dari mikrokontroler ATMega 32. Pengolahan data analog pada modul utama diaktifkan di PORT A.1. Modul ini digunakan untuk mendeteksi perubahan kekuatan tekanan. Jika dipasangkan pada modul utama, maka data yang ditampilkan berupa nilai tegangan dalam Volt dan menampilkan nilai beban dalam Newton. Gambar 25 merupakan realisasi modul sensor beban FSR:



Gambar 25. Realisasi modul sensor beban FSR

b) *Hardware*

(1) Box Penyimpanan

Box penyimpanan terbuat dari *multiplex* dengan ketebalan 9 milimeter dan dibungkus dengan karpet hitam sebagai pelapisnya. Mempunyai diameter panjang 550 milimeter, lebar 300 milimeter dan tinggi 175 milimeter. Pembuatan box ini bertujuan untuk menyimpan media *trainer kit sensor*. Ruang penyimpanan dibagi menjadi 2 yaitu untuk menyimpan modul *trainer kit* dan peralatan pendukung.

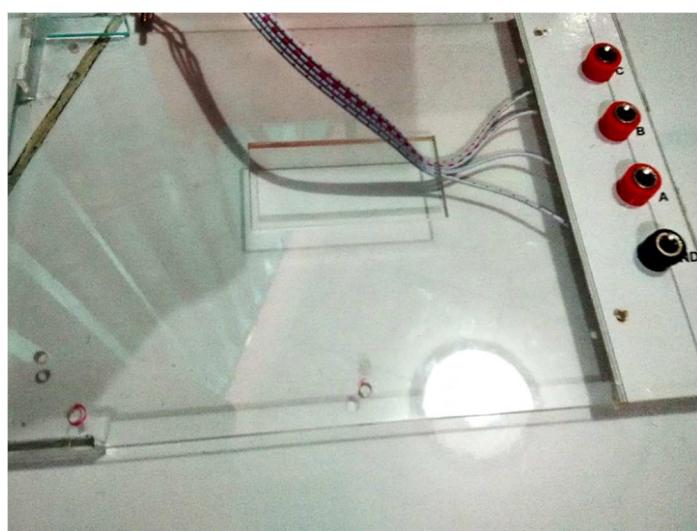
Gambar 26 merupakan realisasi box penyimpanan:



Gambar 26. Realisasi box penyimpanan

(2) Dudukan Modul Utama

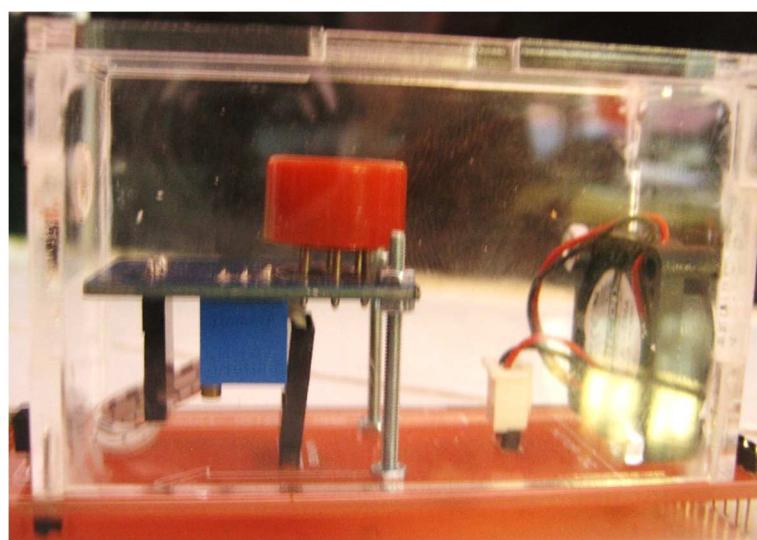
Dudukan modul utama dibuat menggunakan bahan akrilik transparan. Dudukan dengan ukuran panjang 200 milimeter, lebar 150 milimeter dan tinggi 30 milimeter. Dudukan modul utama ini diberi 4 lubang untuk memasang *banana plug* yang digunakan sebagai titik ukur. Titik ukur diberi nama masing-masing untuk memudahkan dalam membedakan titik ukur pengukuran data dari sensor. Gambar 27 merupakan realisasi dudukan modul utama:



Gambar 27. Realisasi dudukan modul utama

(3) Miniatur Simulasi Ruangan

Miniatur simulasi ruangan ini hanya ada di modul sensor gas MQ-7. Miniatur simulasi ruangan ini dibuat sebagai simulasi nyata bila ada kandungan gas di dalam sebuah ruangan. Miniatur simulasi ruangan terbuat dari bahan akrilik transparan. Miniatur simulasi ruangan memiliki ukuran panjang 78 milimeter, lebar 32 milimeter dan tinggi 45 milimeter. Gambar 28 merupakan realisasi miniature simulasi ruangan:



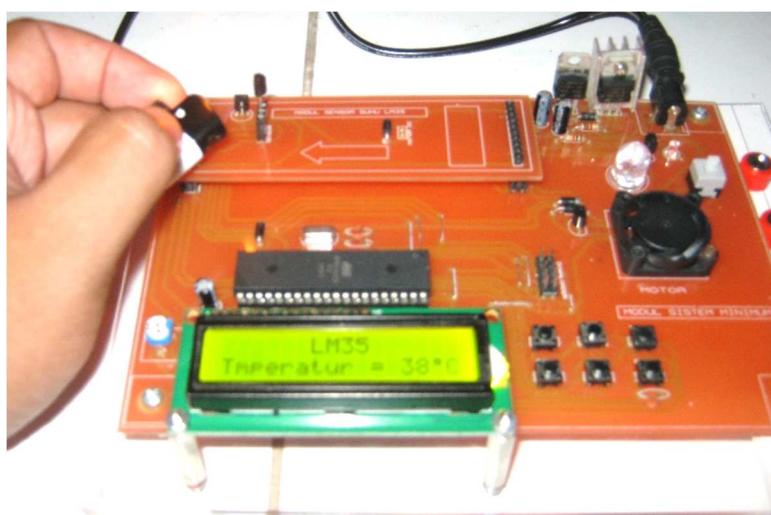
Gambar 28. Realisasi miniature simulasi ruangan

3) Pengujian Media

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja media pembelajaran, apakah sesuai dengan rancangan produk atau tidak. Pengujian dilakukan untuk menguji hasil pembuatan terutama pada elektroniknya. Pengujian elektronik dilakukan dengan cara memprogram modul utama dan memasang modul-modul sensor satu per satu ke soket modul utama. Berikut hasil dari pengujian media pembelajaran *Trainer Kit Sensor*.

a) Pengujian Modul Sensor Suhu LM35

Pengujian modul sensor suhu LM35 dilakukan dengan memprogram ADC pada PORT A.1 untuk mengolah data analog dari sensor. Hasil olahan ADC kemudian ditampilkan pada LCD yang diprogram pada PORT C. Tampilan LCD berupa nilai suhu dengan satuan derajat Celcius. Pengujian sensor suhu LM35 dilakukan dengan menggunakan alat ukur multimeter untuk mengetahui tegangan output dari sensor.



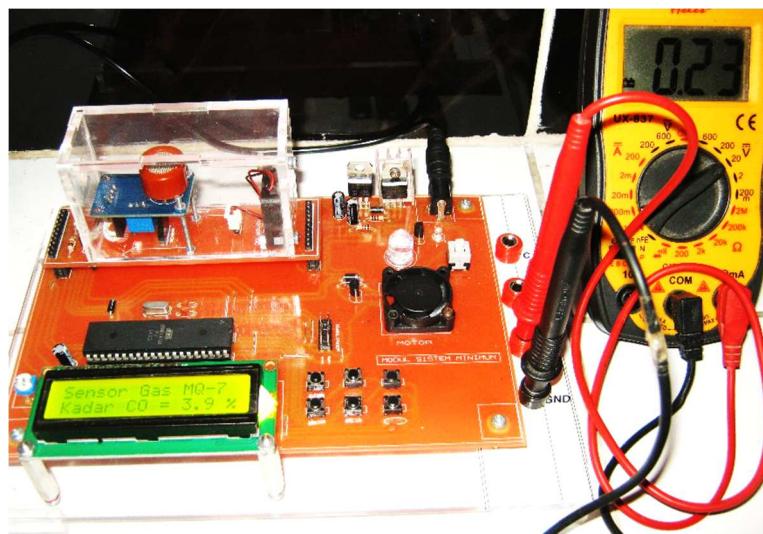
Gambar 29. Pengujian modul sensor suhu LM35

Tabel 10. Hasil Pengujian Modul Sensor Suhu LM35

No.	Suhu Aktual (° Celcius)	Suhu Terukur (° Celcius)	Tegangan (Volt)
1	29,2	29	0,38
2	50,3	50	0,78
3	45,2	45	0,65
4	43,1	43	0,62
5	38,3	38	0,50
6	35,8	36	0,46
7	32,5	32	0,40

b) Pengujian Modul Sensor Gas MQ-7

Pengujian modul sensor gas MQ-7 dilakukan dengan memprogram ADC pada PORT A.1 untuk mengolah data analog dari sensor. Hasil olahan ADC kemudian ditampilkan pada LCD yang diprogram pada PORT C. Tampilan LCD berupa nilai persentase dari kadar gas Karbonmonoksida (CO). Pengujian sensor gas MQ-7 dilakukan dengan menggunakan alat ukur multimeter untuk mengetahui tegangan output dari sensor.



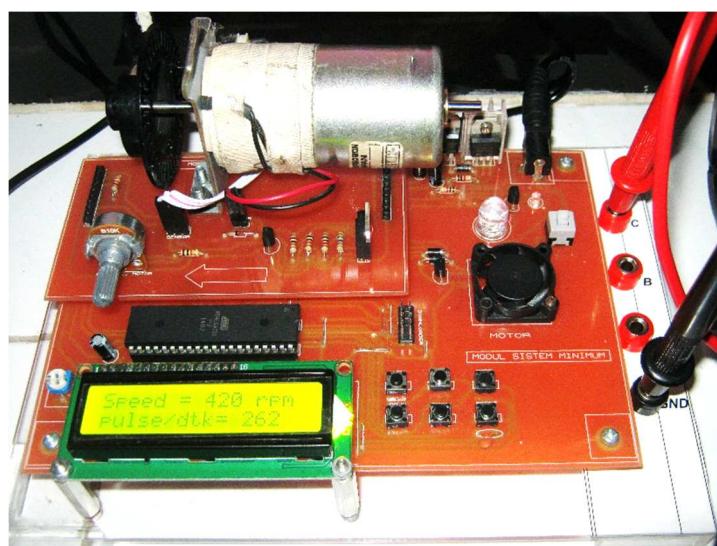
Gambar 30. Pengujian Modul Sensor Gas MQ-7

Tabel 11. Hasil Pengujian Modul Sensor Gas MQ-7

No.	Kadar CO	Tegangan (Volt)
1	80 %	4,38
2	60 %	3,41
3	50 %	2,93
4	40 %	2,02
5	30 %	1,86
6	3,9 %	0,23
7	3,5 %	0,22

c) Pengujian Modul Sensor Putaran LG-JT02

Pengujian modul sensor putaran LG-JT02 dilakukan dengan bantuan *oscilloscope* untuk melihat bentuk gelombang yang dihasilkan dari pencacahan sensor. Modul sensor putaran ini memanfaatkan fasilitas *interrupt* untuk mengolah data cacahan sensor. Hasil dari pengolahan data cacahan sensor ditampilkan dalam LCD dengan tampilan kecepatan putar motor (rpm) dan banyaknya cacahan yang dihasilkan dalam 1 detik (pulse/detik).



Gambar 31. Pengujian Modul Sensor Putaran LG-JT02

Tabel 12. Hasil Pengujian Modul Sensor Putaran LG-JT02

No.	Kecepatan	Divisi Horizontal	Time/Div	Periode	Frekuensi (Hz)	Kecepatan Hasil Hitung
1	360	5 div	1 ms	5 ms	200	333.3
2	600	2.6 div	1 ms	2.6 ms	384.6	641
3	720	2.2 div	1 ms	2.2 ms	454.5	757.5
4	840	1.8 div	1 ms	1.8 ms	555.6	925.8
5	960	1.7 div	1 ms	1.7 ms	588.2	980.3
6	1200	1.4 div	1 ms	1.4 ms	714.2	1190.3
7	1440	1.2 div	1 ms	1.2 ms	833.3	1388.8

No.	Kecepatan	Divisi Horizontal	Time/Div	Periode	Frekuensi (Hz)	Kecepatan Hasil Hitung
8	1680	1 div	1 ms	1 ms	1000	1666.7
9	2160	1.6 div	500 us	800 us	1250	2083.3
10	2280	1.5 div	500 us	750 us	1333.3	2222.2

d) Pengujian Modul Sensor Kelembaban Tanah

Pengujian modul sensor kelembaban tanah dilakukan dengan menancapkan sensor didalam tanah kemudian sedikit demi sedikit diberi air dengan takaran yang sudah ditentukan. Takaran air menggunakan suntikan yang sudah ada ukuran dalam satuan cc. Hasil dari pembacaan sensor akan diolah dan ditampilkan dalam LCD dengan tampilan nilai kelembaban. Pengukuran tegangan output sensor diukur dengan multimeter pada titik ukur **A – GND**.



Gambar 32. Pengujian Modul Sensor Kelembaban Tanah

Tabel 13. Hasil Pengujian Modul Sensor Kelembaban Tanah

No.	Air	Kelembaban	V out (volt)
1	1 cc	60.9 %	2.44
2	1 cc	75.0 %	2.98
3	2 cc	79.3 %	3.15
4	2 cc	87.5 %	3.48
5	4 cc	96.2 %	3.81

e) Pengujian Modul Sensor Ultrasonic HC-SR04

Pengujian modul sensor ultrasonic HC-SR04 dilakukan dengan bantuan dari *oscilloscope* untuk melihat lebar gelombang yang dihasilkan dari pin echo sensor. Hasil pengolahan data mikrokontroler berupa jarak antara benda penghalang dengan sensor. Pengujian sensor ultrasonic HC-SR04 dilakukan dengan memberi penghalang di depan sensor dengan jarak yang ditentukan, kemudian melihat hasil jarak pengukuran sensor dan jarak aktual.



Gambar 33. Pengujian Modul Sensor Ultrasonic HC-SR04

Tabel 14. Hasil Pengujian Modul Sensor Ultrasonic HC-SR04

No.	Jarak (cm)	Divisi Horizontal	Time / Div	Periode (t)	Jarak Hasil Perhitungan (cm)
1	5	0.3 div	1 ms	0.3 ms	5.16
2	10	0.6 div	1 ms	0.6 ms	10.32

No.	Jarak (cm)	Divisi Horizontal	Time / Div	Periode (t)	Jarak Hasil Perhitungan (cm)
3	15	0.9 div	1 ms	0.9 ms	15.48
4	20	1.15 div	1 ms	1.15 ms	19.78
5	25	1.45 div	1 ms	1.45 ms	24.94
6	30	0.7 div	2.5 ms	1.75 ms	30.1
7	35	0.8 div	2.5 ms	2 ms	34.4
8	40	0.95 div	2.5 ms	2.37 ms	40.85
9	45	1.05 div	2.5 ms	2.62 ms	45.15
10	50	1.16 div	2.5 ms	2.9 ms	49.88

f) Pengujian Modul Sensor Beban FSR

Pengujian modul sensor beban FSR dilakukan dengan memprogram ADC pada PORT A.1 untuk mengolah data analog dari sensor. Hasil olahan ADC kemudian ditampilkan pada LCD yang diprogram pada PORT C. Tampilan LCD berupa nilai tegangan dan nilai gaya (*force*) yang dihasilkan dari tekanan benda terhadap sensor. Pengujian sensor beban FSR dilakukan dengan menggunakan alat ukur multimeter untuk mengetahui tegangan output dari sensor. Data yang diambil dari ujicoba sensor beban ini adalah tegangan terukur dari LCD, tegangan terukur dari multimeter, dan gaya (*force*) terukur dari LCD.



Gambar 34. Pengujian Modul Sensor Beban FSR

Tabel 15. Hasil Pengujian Modul Sensor Beban FSR

No.	V out (LCD)	V out (multimeter)	Gaya/Force (LCD)	Berat (kg)
1	0.5 volt	0,43 volt	0.15 Newton	0.0153
2	1 volt	1.07 volt	0.31 Newton	0.0316
3	1.5 volt	1.57 volt	0.55 Newton	0.0561
4	2.5 volt	2.59 volt	1.31 Newton	0.1336
5	4 volt	4.04 volt	5.09 Newton	0.5193

4) Pembuatan Modul Praktikum

Modul praktikum dibuat sebagai panduan praktikum siswa dan sebagai buku bahan ajar guru. Modul praktikum dibuat berdasarkan urutan materi yang akan diberikan pada siswa. Didalam modul praktikum memuat langkah-langkah perangkaian *trainer kit* sensor dan cara pembacaan hasil pengamatan. Modul praktikum dilampirkan pada lampiran 1.

c. Uji Kelayakan Media dan Materi

1) Uji Kelayakan Oleh Ahli

Tahap uji kelayakan oleh ahli dilakukan untuk mendapatkan pernyataan bahwa media layak digunakan untuk pembelajaran. Tahap uji kelayakan meliputi uji kelayakan materi yang diperoleh dari ahli materi dan uji kelayakan media yang diperoleh dari ahli media. Ahli materi adalah seseorang yang memiliki keahlian dalam bidang mikrokontroller atau bidang sensor, sedangkan ahli media adalah seseorang yang ahli dalam bidang media pembelajaran.

Sebelum mendapatkan penilaian kelayakan dari para ahli, terlebih dahulu media pembelajaran didemokan kepada masing-masing ahli selanjutnya para ahli mengisis angket kelayakan media pembelajaran. Para ahli dapat memberikan saran untuk perbaikan media pembelajaran. Saran dari para ahli akan digunakan untuk melakukan perbaikan.

a) Hasil Uji Kelayakan Materi

Uji kelayakan ini berupa angket penilaian terhadap kualitas materi dan kemanfaatan yang dinilai oleh ahli materi. Persentase data penilaian ahli materi disajikan dalam tabel 16 berikut:

Tabel 16. Skor Ahli Materi

No	Aspek	No Butir	Nilai Max	Responden	
				Ahli 1	Ahli 2
1	Materi	1	4	3	4
		2	4	4	4
		3	4	4	3
		4	4	3	4
		5	4	4	4
		6	4	3	3
		7	4	3	4
		8	4	3	4

No	Aspek	No Butir	Nilai Max	Responden	
				Ahli 1	Ahli 2
2	Kemanfaatan	9	4	3	3
		10	4	3	4
		11	4	3	4
		12	4	4	4
		13	4	3	3
		14	4	3	4
		15	4	3	3
		16	4	4	4
		17	4	3	4
		18	4	3	4
		19	4	3	4

Setelah mendapatkan data dari ahli materi, maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk mencari nilai persentase kelayakan media *Trainer Kit Sensor*. Berikut perhitungan persentase tersebut:

(1) Mencari Nilai Rerata Skor

Perhitungan dimulai dari menghitung rerata tiap butir pernyataan. Kemudian dengan rumus yang sama nantinya dapat mencari rerata tiap aspek. Perhitungan rerata skor menggunakan rumus berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{6}{2} = 3$$

(2) Mencari Persentase

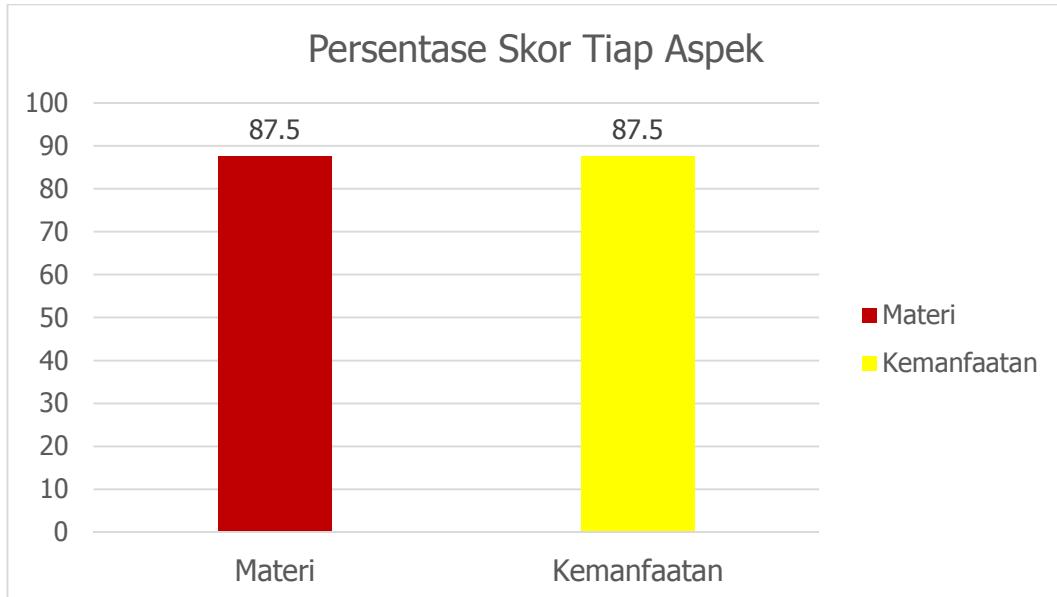
Mencari nilai persentase kelayakan dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$kelayakan (\%) = \frac{\sum \text{Hasil skor}}{\sum \text{Skor max}} \times 100\% = \frac{3.50}{4} \times 100\% = 87.50\%$$

Tabel 17. Hasil Uji Kelayakan Materi

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Rerata Tiap Aspek	Rerata Skor Total	Persentase Tiap Aspek	Persentase Total
1.	Materi	Materi yang terkandung dalam <i>Trainer Kit Sensor</i>	3.50	3.50	87.50	87.50
		Materi dalam Modul Panduan				
2.	Kemanfaatan	Manfaat bagi guru	3.50		87.50	
		Manfaat bagi siswa				

Berdasarkan tabel 17 maka persentase uji kelayakan materi yang ditinjau dari aspek materi dan kemanfaatan dapat digambarkan dalam diagram seperti berikut:



Gambar 35. Grafik Uji Kelayakan Materi

Berdasarkan gambar 35 dapat diperoleh data kelayakan yang ditinjau dari aspek materi dan kemanfaatan. Pada aspek materi mendapatkan 87.50% dan

pada aspek kemanfaatan mendapatkan 87.50%. Data ini didapat dari 2 ahli materi yaitu dosen yang ahli dalam bidang sensor dan guru pengampu mata pelajaran Sensor dan Aktuator. Data yang diperoleh dari kedua ahli, *trainer kit* sensor dikategorikan "Sangat Layak" dari aspek Materi dan "Sangat Layak" dari aspek Kemanfaatan.

b) Hasil Uji Kelayakan Media

Uji kelayakan ini berupa penilaian oleh ahli media pembelajaran yang ditinjau dari tiga aspek yaitu desain, teknis dan kemanfaatan. Persentase data penilaian ahli media disajikan dalam tabel 18 berikut:

Tabel 18. Skor Ahli Media

No	Aspek	No Butir	Nilai Max	Responden	
				Ahli 1	Ahli 2
1	Desain	1	4	4	4
		2	4	4	3
		3	4	4	3
		4	4	4	3
		5	4	4	3
		6	4	3	4
		7	4	3	3
		8	4	3	3
		9	4	4	3
2	Teknik	10	4	4	4
		11	4	3	4
		12	4	4	3
		13	4	4	4
		14	4	3	3
		15	4	4	3
		16	4	4	3
		17	4	4	4
		18	4	3	3
		19	4	4	3
3	Kemanfaatan	20	4	4	3
		21	4	4	3
		22	4	3	3

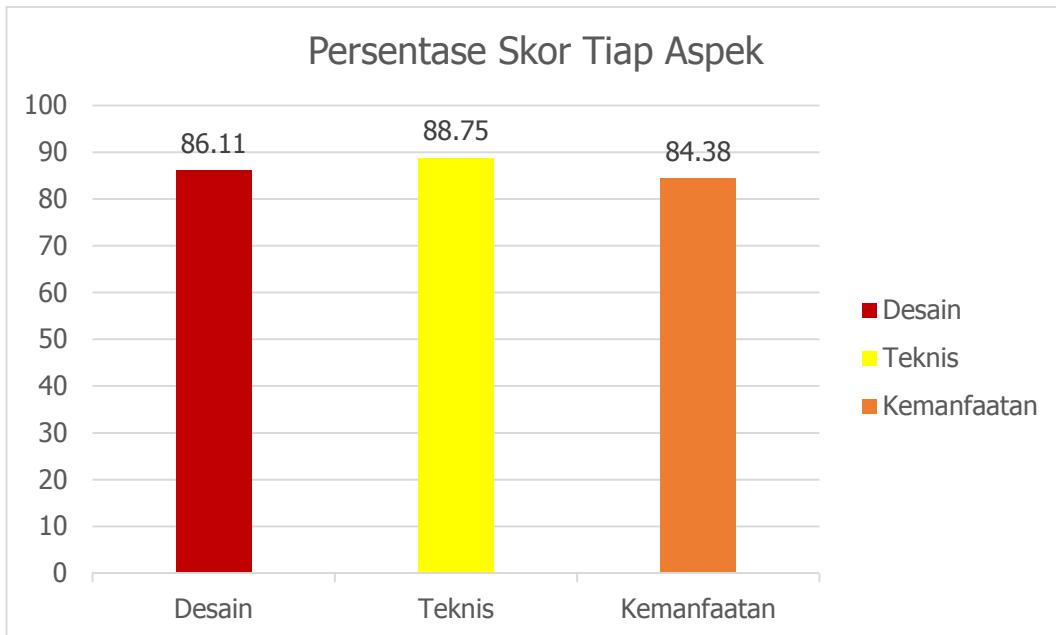
No	Aspek	No Butir	Nilai Max	Responden	
				Ahli 1	Ahli 2
		23	4	4	3
		24	4	4	3
		25	4	3	4
		26	4	4	3
		27	4	4	4
		28	4	3	3
		29	4	3	3
		30	4	3	4
		31	4	3	3

Setelah memperoleh data dari ahli media maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan kelayakan media *trainer kit* sensor dengan cara perhitungan yang sama seperti uji kelayakan materi. Data uji kelayakan media dapat dilihat pada tabel 19 berikut ini:

Tabel 19. Hasil Uji Kelayakan Media

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Rerata Tiap Aspek	Rerata Skor Total	Persentase Tiap Aspek	Persentase Total	
1.	Desain	Wawasan tentang <i>hardware</i>	3.44	3.46	86.11	86.41	
		Fungsi aplikatif					
2.	Teknis	Teknis pengoperasian <i>hardware</i>	3.55		88.75		
3.	Kemanfaatan	Manfaat bagi siswa	3.38		84.38		
		Manfaat bagi guru					

Berdasarkan tabel 19 maka persentase kelayakan yang ditinjau dari tiga aspek yaitu desain, teknis dan kemanfaatan dapat digambarkan dalam diagram seperti berikut:



Gambar 36. Grafik Uji Kelayakan Media

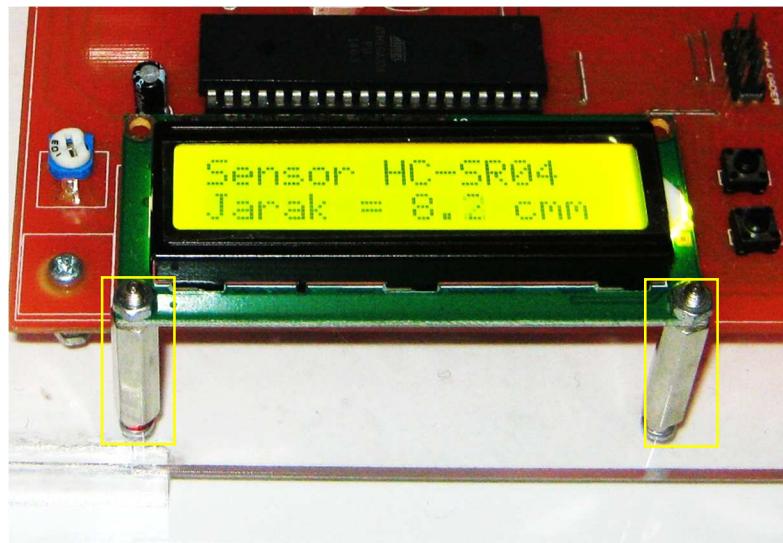
Berdasarkan grafik diatas dapat diperoleh data uji kelayakan media yang ditinjau dari aspek desain memperoleh 86.11%, dari aspek teknis diperoleh 88.75%, sedangkan dilihat dari aspek kemanfaatan diperoleh nilai sebesar 84.38%. Data yang diperoleh dari kedua ahli, *trainer kit* sensor mendapatkan kategori "Sangat Layak" pada ketiga aspek.

c) Revisi Media Pembelajaran

Hasil validasi dari para dosen ahli terdapat saran-saran untuk memperbaiki media pembelajaran agar lebih layak digunakan. Revisi dilakukan pada beberapa bagian fisik media pembelajaran dan materi dalam modul praktikum. Revisi dibagi menjadi 2 bagian sebagai berikut:

(1) Revisi Fisik

Revisi dari fisik media pembelajaran tidak begitu banyak yang harus direvisi. Revisi yang dilakukan pada fisik hanya menambah *spacer* untuk menahan LCD.



Gambar 37. Penambahan Penyangga LCD

(2) Revisi Modul Praktikum

(a) Penggantian tabel praktikum sensor kelembaban tanah

Penggantian tabel untuk memudahkan siswa melakukan pengamatan.

Dalam tabel yang sebelumnya nilai kelembabannya sudah diketahui dan siswa tinggal mengamati hasil pengukuran pada multimeter. Jika kelembaban yang diketahui akan menyulitkan siswa untuk mengatur kelembabannya dengan penambahan air yang pas.

e. Buat Tabel seperti dibawah ini dan isilah dengan hasil pengamatan yang telah dilakukan.

No.	Air	Kelembaban	V out (Volt)
1	1 ml		
2	1 ml		
3	2 ml		
4	2 ml		
5	4 ml		

Gambar 38. Perubahan Tabel Praktikum Sensor Kelembaban Tanah

(b) Menambah gambar langkah-langkah praktikum



Gambar 39. Langkah Praktikum Sensor Gas MQ-7

Penambahan gambar langkah-langkah praktikum ditujukan untuk memudahkan siswa dalam melakukan praktikum mandiri. Pada modul sebelumnya langkah-langkah hanya berupa perintah kalimat tanpa ada gambar contoh cara mengoperasikan sensornya.

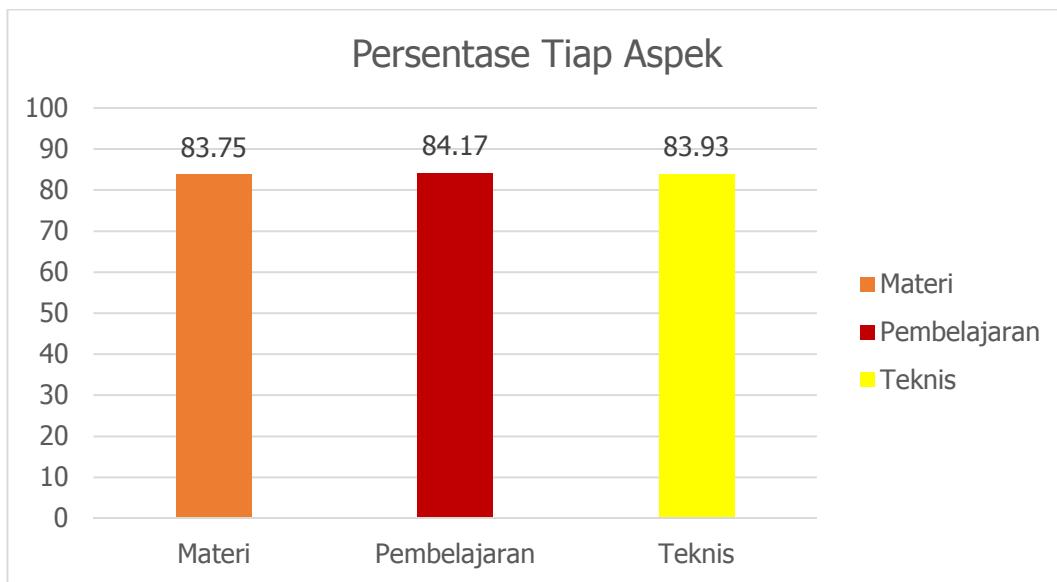
2) Ujicoba Terbatas

Ujicoba terbatas dilakukan pada 10 responden siswa kelas XI TEI 2. Kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan bahan revisi sebelum melaksanakan implementasi sebenarnya. Data yang didapat dari ujicoba terbatas sebagai berikut:

Tabel 20. Hasil Ujicoba Terbatas

Aspek	Persentase Tiap Aspek
Materi	83.75
Pembelajaran	84.17
Teknis	83.93

Berdasarkan tabel 20 maka persentase yang didapatkan dari ujicoba terbatas dapat digambarkan dalam diagram seperti berikut:



Gambar 40. Grafik Kelayakan Ujicoba Terbatas

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari ujicoba terbatas, *trainer kit* sensor dapat dikategorikan “Sangat Layak” untuk digunakan dalam proses pembelajaran sensor dan aktuator sebenarnya.

3) Uji Reliabilitas

Instrumen yang diuji adalah instrument pengguna yang digunakan untuk mengukur tingkat kelayakan *Trainer Kit Sensor* oleh responden siswa. Instrumen sebelumnya telah dikonsultasikan pada para ahli untuk mendapatkan hasil data yang valid. Uji reliabilitas dilakukan bersamaan dengan pengambilan data saat ujicoba terbatas. Pengujian reliabilitas menggunakan rumus *alpha* dengan bantuan *software* Ms. Excel. Hasil perhitungan didapatkan nilai sebesar 0.94, dari nilai tersebut instrumen dapat dikategorikan “Sangat Reliabel”. Data perhitungan terlampir pada lampiran 8.

Tabel 21. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Pengguna

Tabel Uji Reliabilitas	
n	10
n^2	100
ΣXt^2	326041
$(\Sigma Xt)^2$	32907
St^2	30.29
Jki	1967
JKs	19215
Si	4.55
ri	0.944206009
Kategori	Sangat Reliabel

4. Implementasi (*Implementation*)

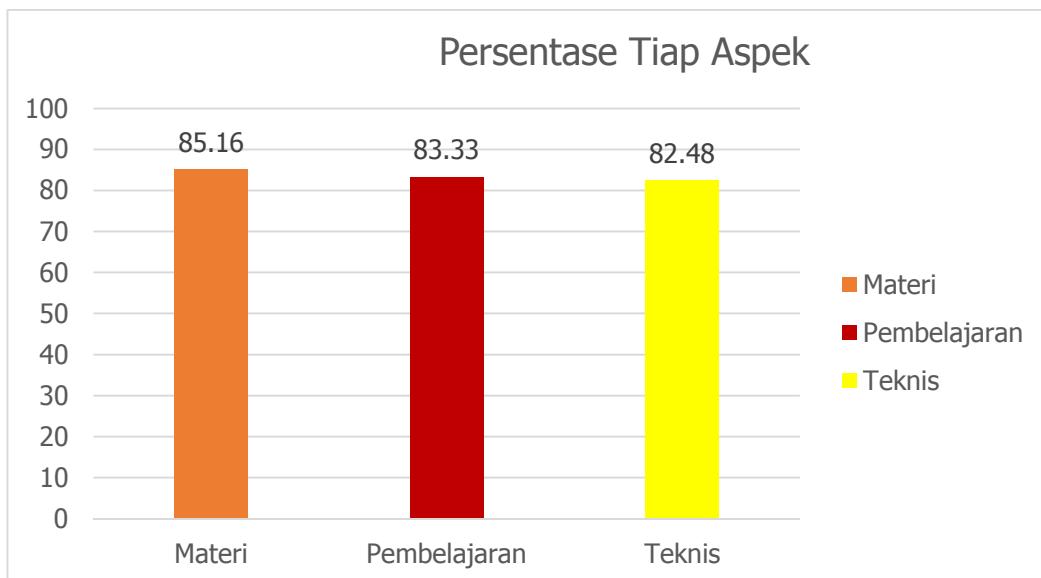
a. Uji Kelayakan Oleh Pengguna

Implementasi media pembelajaran *trainer kit* sensor dilaksanakan pada tanggal 26 Mei 2015 pada kelas XI TEI 1. Media pembelajaran diimplementasikan pada 32 siswa. Hasil implementasi untuk mendapatkan data uji kelayakan dijabarkan pada tabel 22 berikut:

Tabel 22. Hasil Uji Kelayakan Oleh Pengguna

Aspek	Persentase Tiap Aspek
Materi	85.16
Pembelajaran	83.33
Teknis	82.48

Berdasarkan tabel 22 maka persentase tiap aspek pada uji kelayakan oleh siswa dapat digambarkan dalam diagram seperti berikut:



Gambar 41. Grafik Uji Kelayakan Pengguna

Berdasarkan gambar, hasil persentase uji kelayakan media *trainer kit* sensor mencapai persentase sebesar 85.16% pada aspek materi, 83.33% pada aspek pembelajaran dan 82.48% pada aspek teknis. Persentase total dari penggabungan hasil 3 aspek tersebut mendapatkan nilai sebesar 83.66%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran *Trainer Kit Sensor* "Sangat Layak" digunakan sebagai media pembelajaran di SMK Negeri 2 Pengasih pada kelas XI Teknik Elektronika Industri untuk mata pelajaran Sensor dan Aktuator.

b. Uji Lapangan Operasional

Uji lapangan operasional diterapkan guna mengetahui peningkatan hasil belajar siswa setelah dilaksanakan pembelajaran berbantu *Trainer Kit Sensor* yang telah dibuat. Uji lapangan operasional dilaksanakan pada 32 siswa kelas XI TEI 1. Peningkatan hasil belajar diukur dengan pelaksanaan *pretest* dan *posttest*.

Tabel 23. Hasil *Pretest* dan *Posttest*

No.	Siswa	Pretest	Posttest
1	Siswa 1	82.35	82.35
2	Siswa 2	88.24	82.35
3	Siswa 3	35.29	76.47
4	Siswa 4	35.29	76.47
5	Siswa 5	88.24	76.47
6	Siswa 6	29.41	82.35
7	Siswa 7	70.59	82.35
8	Siswa 8	23.53	76.47
9	Siswa 9	58.82	76.47
10	Siswa 10	29.41	76.47
11	Siswa 11	64.71	82.35
12	Siswa 12	76.47	82.35
13	Siswa 13	35.29	82.35
14	Siswa 14	35.29	76.47
15	Siswa 15	70.59	70.59
16	Siswa 16	76.47	82.35
17	Siswa 17	82.35	82.35
18	Siswa 18	76.47	70.59
19	Siswa 19	47.06	88.24
20	Siswa 20	58.82	76.47
21	Siswa 21	82.35	76.47
22	Siswa 22	52.94	76.47
23	Siswa 23	47.06	88.24
24	Siswa 24	70.59	64.71
25	Siswa 25	35.29	70.59
26	Siswa 26	70.59	82.35
27	Siswa 27	35.29	76.47
28	Siswa 28	47.06	76.47
29	Siswa 29	76.47	76.47
30	Siswa 30	35.29	76.47
31	Siswa 31	82.35	82.35
32	Siswa 32	41.18	88.24
Rata-rata		57.54	78.68
Selisih			21.14

Dari hasil perhitungan pada Tabel 23 menunjukan bahwa sebelum dilakukan pembelajaran menggunakan *Trainer Kit Sensor* nilai rata-rata siswa adalah 57,54. Pembelajaran menggunakan media *Trainer Kit Sensor* dapat mencapai hasil belajar siswa dengan nilai rata-rata menjadi 78,68. Hal ini berarti terdapat peningkatan nilai rata-rata sebesar 21,14.

Analisis data dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dari data nilai *pretest* dan nilai *posttest*. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan bantuan *software Microsoft excel*. Perhitungan statistik deskriptif dari data berupa nilai *pretest* dan nilai *posttest* ditunjukkan pada Tabel 24.

Tabel 24. Statistik deskriptif nilai *pretest* dan *posttest*

No	Statistik deskriptif	Pretest	Posttest
1	Mean	57.54	78.68
2	Median	58.82	76.47
3	Modus	35.29	76.47
4	Varian (s^2)	430.26	28.46
5	Standar deviasi	20.74	5.34

5. Evaluasi (*Evaluation*)

Setelah dilakukan implementasi dalam pembelajaran, maka dilakukan evaluasi terhadap hasil implementasi. Setelah melakukan implementasi media pada pengguna yang sesungguhnya tidak terdapat perubahan terhadap produk, baik *Trainer* ataupun modul praktikum. Dengan demikian dapat media pembelajaran *Trainer Kit Sensor* layak digunakan sebagai media pembelajaran di SMK Negeri 2 Pengasih pada kelas XI Teknik Elektronika Industri untuk mata pelajaran Sensor dan Aktuator.

B. Hasil Produk

Produk yang dihasilkan pada penelitian ini adalah media pembelajaran dalam bentuk *Trainer Kit* Sensor dan Modul Praktikum. Pengoperasian *Trainer* dibagi menjadi enam job praktikum pada mata pelajaran Sensor dan Aktuator.

Praktikum pertama sampai keempat bertujuan untuk mengajarkan penggunaan sensor yang memanfaatkan fasilitas ADC dari mikrokontroler. Sensor yang digunakan pada praktikum memanfaatkan fasilitas ADC antara lain adalah sensor suhu LM35, sensor gas MQ-7, sensor beban FSR (*Force Sensitive Resistor*), dan sensor kelembaban tanah Funduino. Praktikum kelima adalah praktikum yang bertujuan mengajarkan penggunaan sensor yang mengaksesnya menggunakan fasilitas *timer* dan *input/output* dari mikrokontroler. Praktikum yang kelima ini menggunakan sensor *ultrasonic* seri HC-SR04. Praktikum yang keenam yaitu praktikum dengan sensor yang menggunakan fasilitas *interrupt* dari mikrokontroler untuk mengaksesnya. Sensor yang digunakan pada praktikum keenam yaitu sensor *rotary photointerrupter* seri LG JT-02.

C. Pembahasan Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja media pembelajaran, kelayakan media pembelajaran dan peningkatan hasil belajar oleh siswa dengan bantuan media pembelajaran. Penilaian kelayakan diambil dari aspek materi, pembelajaran dan teknis. Media pembelajaran dinyatakan layak apabila rerata kelayakannya mencapai kriteria Layak. Peningkatan hasil belajar diukur menggunakan *pretest* dan *posttest*. Peningkatan hasil belajar peserta didik dilihat dari pencapaian tingkat kelulusan peserta didik.

1. Unjuk Kerja Media Pembelajaran *Trainer Kit Sensor*

Berdasarkan hasil unjuk kerja dan pengujian yang dilakukan terhadap *Trainer Kit Sensor*, maka dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Modul Sensor Suhu LM35

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perubahan suhu yang diterima sensor LM35 berakibat pada perubahan tegangan *output* dari sensor. Hasil ujicoba menunjukkan bahwa semakin panas suhu yang diterima sensor, maka semakin besar tegangan *output* yang dihasilkan oleh sensor. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa modul sensor suhu memiliki kinerja yang baik karena dapat mendeteksi perubahan suhu.

b. Modul Sensor Gas MQ-7

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perubahan kadar gas karbonmonoksida yang dimasukkan ke dalam simulasi ruangan dapat dideteksi dengan baik oleh sensor MQ-7. Pengujian dilakukan dengan menggunakan gas korek api dimasukkan dalam simulasi ruang, semakin besar kadar gas karbonmonoksida maka tegangan *output* sensor akan semakin besar pula. Dapat dilihat dari hasil ujicoba yang dilakukan pada kadar CO 80% tegangan *output* sensor 4,38 volt, dan pada kadar CO menurun menjadi 60% tegangan *output* sensor juga menurun menjadi 3,41 volt. Dari hasil data tersebut dapat diketahui sensor gas MQ-7 dapat mendeteksi adanya gas CO, namun keakuratan dari sensor ini masih diragukan, karena sensor ini biasa difungsikan untuk mendeteksi adanya gas CO di dalam sebuah ruangan.

c. Modul Sensor Putaran LG-JT02

Modul sensor ini terdiri dari sensor *photointerrupter* LG-JT02 dan *Rotary Encoder*. *Rotary encoder* dipasang pada ujung *shaft* motor DC sebagai pencacah yang dideteksi oleh sensor *photointerrupter* LG-JT02. Motor DC sebagai penggerak *Rotary Encoder* dapat diatur kecepatannya dengan menggunakan potensiometer.

Dari data hasil pengujian dapat diketahui bahwa semakin cepat motor berputar, maka hasil cacahan (pulsa) semakin banyak juga. Lebar gelombang pulsa diamati dengan *oscilloscope*. Contoh perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

No.	Kecepatan	Divisi Horizontal	Time/Div	Periode	Frekuensi (Hz)	Kecepatan Hasil Hitung
1	360	5 div	1 ms	5 ms	200	333.3

$$\text{Periode (T)} = \text{Divisi Horizontal} \times \text{Time/Div}$$

$$= 5 \times 1 \text{ ms}$$

$$= 5 \text{ ms}$$

$$\text{Frekuensi (Hz)} = 1/T$$

$$= 1 / 5 \cdot 10^{-3}$$

$$= 200 \text{ Hz}$$

$$\text{Rotary pe Minutes (RPM)} = \frac{\text{Jumlah Pulsa dalam 1 detik}}{\text{Jumlah Lubang}} \times 60$$

$$= \frac{200}{36} \times 60$$

$$= 333.3$$

d. Modul Sensor Kelembaban Tanah

Pengujian sensor kelembaban tanah dilakukan dengan mengisi sebuah wadah kecil dengan tanah kering kemudian menancapkan sensor ke tanah tersebut. Data sebelum tanah diberi air dicatat terlebih dahulu untuk mengetahui kelembaban awal tanah. Dari data ujicoba yang diperoleh dapat diketahui bahwa modul sensor kelembaban tanah dapat bekerja dengan baik mendekripsi kadar air dalam tanah. Hasil ujicoba menunjukkan bahwa semakin banyak kadar air dalam tanah, maka tegangan output sensor semakin besar.

e. Modul Sensor Ultrasonic HC-SR04

Modul sensor ultrasonic HC-SR04 bekerja berdasarkan pantulan gelombang ultrasonik. Hasil pengujian dapat diketahui bahwa semakin jauh jarak objek yang memantulkan gelombang, maka semakin besar periode waktu gelombang yang dipantulkan. Gelombang diamati dengan bantuan *oscilloscope*. Contoh perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

No.	Jarak (cm)	Divisi Horizontal	Time/Div	Periode (t)	Jarak Hasil Perhitungan (cm)
1	5	0.3 div	1 ms	0.3 ms	5.16

$$S = \frac{V \times t}{2}$$

$$S = \frac{344 \times 0,3 \cdot 10^{-3}}{2}$$

$$S = \frac{344 \times 0,0003}{2}$$

$$S = \frac{0,1032}{2} = 0,0516 \text{ m} = 5,16 \text{ cm}$$

Dari hasil pengukuran dan hasil perhitungan jarak diketahui sensor ultrasonic HC-SR04 dapat mengukur jarak dengan baik. Selisih toleransi jarak pengukuran aktual dan hasil perhitungan sekitar 1-2 milimeter.

f. Modul Sensor Beban FSR

Pengujian modul sensor beban FSR dilakukan dengan menekan pada bagian bulatan sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin berat beban tekanannya maka tegangan output semakin besar. Dari data yang diperoleh dapat diketahui bahwa sensor beban FSR ini dapat bekerja dengan baik. Sensor beban FSR ini dapat dilihat bahwa tekanan yang bias diterima hanya sekitar 5 newton sampai 7 newton, dikarenakan tegangan yang dihasilkan dari beban 5 newton sudah mendekati 4,04 volt dan maksimal tegangan output yaitu 5 volt. Pengukuran berat beban dengan sensor ini tidak linear hasilnya, bisa dilihat dari pertambahan tegangan yang linear tetapi kenaikan tekanan tidak tetap.

2. Pembahasan Kelayakan *Trainer Kit* Sensor

Untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran *Trainer Kit* Sensor, digunakan instrumen yang telah dikonsultasikan dan mendapatkan *expert judgment* oleh para ahli. Instrument yang telah disepakati kemudian diukur tingkat reliabilitas menggunakan rumus *alpha*. Setelah tingkat reliabilitas tercapai maka instrumen digunakan untuk mengukur tingkat kelayakan media pembelajaran *Trainer kit* Sensor. Pengukuran kelayakan dilakukan pada 3 tahap, yaitu uji kelayakan materi, uji kelayakan media, dan uji kelayakan oleh pengguna. Berikut data yang diperoleh dari ketiga tahap pengujian.

a. Uji Kelayakan Materi

Penilaian ditinjau dari aspek materi dan kemanfaatan. Pada aspek materi mendapatkan 87,50% dan pada aspek kemanfaatan mendapatkan 87,50%. Data ini didapat dari 2 ahli materi yaitu dosen yang ahli dalam bidang sensor dan guru pengampu mata pelajaran Sensor dan Aktuator. Data yang diperoleh dari kedua ahli, *trainer kit* sensor dikategorikan "Sangat Layak" dari aspek Materi dan "Sangat Layak" dari aspek Kemanfaatan. Berdasarkan data tersebut, uji kelayakan materi *Trainer kit* Sensor mendapat persentase skor sebesar 87,50%. Melihat nilai total yang didapat dari kedua ahli materi, maka media pembelajaran ini dikategorikan "Sangat Layak" untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Sensor dan Aktuator di SMK N 2 Pengasih.

b. Uji Kelayakan Media

Uji kelayakan media didapatkan dari 2 ahli media. Penilaian ditinjau dari aspek desain memperoleh 86,11%, dilihat dari aspek teknis, nilai yang diperoleh 88,75%, sedangkan dilihat dari aspek kemanfaatan diperoleh nilai sebesar 84,38%. Data yang diperoleh dari kedua ahli, *trainer kit* sensor mendapatkan kategori "Sangat Layak" pada ketiga aspek. Berdasarkan data tersebut, uji kelayakan media *Trainer kit* Sensor mendapat persentase skor sebesar 83,66%. Melihat nilai total yang didapat dari kedua ahli media, maka media pembelajaran ini dikategorikan "Sangat Layak" untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Sensor dan Aktuator di SMK N 2 Pengasih.

c. Uji Kelayakan Oleh Pengguna

Uji pemakaian dilakukan pada 32 siswa kelas XI Teknik Elektronika Industri SMK N 2 Pengasih. Penilaian dilihat dari 3 aspek, yaitu aspek materi, aspek

pembelajaran dan aspek teknis. Hasil persentase uji kelayakan media *trainer kit* sensor mencapai persentase sebesar 85,16% pada aspek materi, 83,33% pada aspek pembelajaran dan 82,48% pada aspek teknis. Persentase total dari penggabungan hasil 3 aspek tersebut mendapatkan nilai sebesar 83,66%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran *Trainer Kit* Sensor "Sangat Layak" digunakan sebagai media pembelajaran di SMK Negeri 2 Pengasih pada kelas XI Teknik Elektronika Industri untuk mata pelajaran Sensor dan Aktuator.

3. Pembahasan Uji Lapangan Operasional

Peningkatan hasil belajar peserta didik setelah dilakukan upaya pembelajaran dengan *Trainer Kit* Sensor adalah:

Tabel 25. Peningkatan hasil belajar siswa

No	Kategori	Pretest	Posttest
1	Nilai > KKM 75 (Lulus)	10	28
2	Nilai < KKM 75 (Tidak Lulus)	22	4
Jumlah peserta didik yang belajar tuntas (nilai 75 ke atas)		10	28
Nilai rata-rata		57,54	78,68
Persentase kelulusan		31,25 %	87,50 %
Jumlah siswa		32	32

Tabel 25 menunjukkan bahwa sebelum dilakukan pembelajaran menggunakan *Trainer Kit* Sensor nilai rata-rata siswa adalah 57,54. Pembelajaran menggunakan media *Trainer Kit* Sensor dapat mencapai hasil belajar siswa dengan nilai rata-rata menjadi 78,68. Hal ini berarti terdapat peningkatan nilai rata-rata sebesar 21,14. Pada penelitian ini hasil rata-rata *pretest* dan *posttest*

digunakan untuk melihat kemungkinan peningkatan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan media *trainer kit* sensor. Untuk mendapatkan hasil pasti peningkatan hasil belajar harus dilakukan penelitian lebih terfokus pada pengaruh media terhadap hasil belajar siswa.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Setelah kegiatan penelitian dan pengembangan media pembelajaran *Trainer kit Sensor* selesai, hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil unjuk kerja *trainer kit* sensor sebagai media pembelajaran mata pelajaran Sensor dan Aktuator sesuai dengan desain yang dirancang. Hal itu ditunjukan dengan (1) setiap modul sensor dapat mendeteksi perubahan stimulus yang diberikan, sebagai contoh: sensor suhu dapat mendeteksi perubahan suhu dengan perbandingan selisih pengukuran dengan thermometer tidak begitu besar, (2) modul sensor dan aktuator dapat dikombinasikan pada mode kendali, (3) data sensor yang berupa tegangan analog dapat terbaca oleh multimeter dan data yang berupa gelombang kotak (*pulse*) dapat terbaca oleh *oscilloscope* (4) respon dari sensor yang diolah mikrokontroler dapat ditampilkan pada *interface LCD* yang ada di modul utama.
2. Tingkat kelayakan media pembelajaran *Trainer Kit Sensor* menurut penilaian ahli materi mendapatkan persentase skor 87,50% dengan kategori "Sangat Layak". Tingkat kelayakan media pembelajaran *Trainer Kit Sensor* menurut penilaian ahli media mendapatkan persentase skor 83,66% dengan kategori "Sangat Layak". Tingkat kelayakan media pembelajaran *Trainer kit Sensor* dalam penelitian pemakaian oleh pengguna dinilai dari 3 aspek, yaitu: (1) aspek materi dengan persentase skor 85,16%, (2) aspek pembelajaran dengan persentase skor 83,33%, (3) aspek teknis dengan persentase skor 83,66%. Dari ketiga aspek

tersebut media pembelajaran *Trainer kit* Sensor dikategorikan "Sangat Layak" digunakan dalam pembelajaran kelas XI mata pelajaran Sensor dan Aktuator pada Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK N 2 Pengasih.

3. Pencapaian nilai rata-rata siswa setelah menggunakan media pembelajaran *trainer kit* sensor dari 57,54 meningkat menjadi 78,68. Selisih nilai rata-rata siswa mencapai sebesar 21,14.

B. Keterbatasan Penelitian

Penelitian pengembangan media pembelajaran *Trainer kit* Sensor tentunya belum bisa menjadi media yang sempurna. Setelah kegiatan penelitian pengembangan selesai dan berdasarkan BAB IV media pembelajaran *Trainer kit* Sensor masih memiliki keterbatasan:

1. Sensor masih kurang supaya sesuai pada silabus. Pada silabus disebutkan sensor Proximity, namun dalam *Trainer Kit* Sensor ini tidak ada modul sensor Proximity karena barang sulit didapatkan dan harga lumayan tinggi.
2. Soal test masing kurang aplikatif sesuai dengan *Trainer Kit* Sensor yang dikembangkan.
3. Pemrograman *Trainer Kit* Sensor ini tidak dibahas secara detail dalam pembelajaran, siswa hanya diajarkan penggunaan untuk pengamatan karakteristik sensor.

C. Saran

Saran untuk pengembangan penelitian terkait media pembelajaran *Trainer Kit* Sensor ini:

1. Penambahan sensor Proximity untuk memenuhi jenis sensor yang disebutkan dalam silabus.
2. Penelitian selanjutnya dapat memfokuskan untuk mengamati pengaruh media *Trainer Kit* Sensor ini terhadap peningkatan hasil belajar siswa.
3. Pengembangan media *Trainer Kit* Sensor dapat dilakukan dengan menambahkan *Graphic User Interface* (GUI) yang bisa diakses melalui komputer untuk memonitor hasil pengolahan data sensor.
4. Pembahasan pemrograman *Trainer Kit* Sensor ini perlu dibahas secara terpisah, agar menambah pengetahuan dan wawasan siswa terhadap pemrograman sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Prabhandita. 2012. *Pengembangan Dan Implementasi Media Pembelajaran Trainer Kit Sensor Ultrasonik Pada Mata Diklat Praktik Sensor Dan Transduser Di SMK Negeri 2 Depok Sleman*. Skripsi: UNY.
- Agnes Dwi Cahyani. 2013. *Pengembangan Modul Pembelajaran Elektronika Dasar Berbasis Pendidikan Karakter di SMK Piri 1 Yogyakarta*. Skripsi: UNY
- Anindyo Pradito. 2013. *Prototype Sorting Station sebagai Media Pembelajaran PLC pada Mata Diklat Perakitan dan Pengoperasian Sistem Kendali di SMK Negeri 2 Yogyakarta*. Skripsi: UNY.
- Arif S. Sadiman, dkk. 2011. *Media Pendidikan, Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Asnawir dan M. Basyiruddin Usman. 2002. *Media Pembelajaran*. Padang: Ciputat Pers.
- Azhar Arsyad. 2003. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Azhar Arsyad. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Azhar Arsyad. 2013. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Baskara. 2013. *MQ-7 Sensor Gas CO*. <http://baskarapunya.blogspot.co.id/2013/05/mq-7-sensor-gas-co.html>. Diakses pada 10 April 2015, 10.32 WIB.
- Benny A Pribadi. 2009. *Model Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: PT. Dian Rakyat.
- Branch, Robert Maribe. 2009. *Instructional Design: The ADDIE Approach*. USA: Springer.
- Evercolors. --. *LG-JT02 – OPIC Photointerrupter with Connector*. China: Evercolors.
- Gagne, R.M., 1970. *The Conditions of Learning*. New York : CBS College Publishing

- H. Djali dan Pudji Muljono. 2007. Pengukuran Dalam Bidang Pendidikan. Jakarta: Grasindo.
- Interlink Electronics. --. *FSR 400 Datasheet*. USA: Interlink Electronics, Inc.
- Marian, P. 2012. *LM 35 Datasheet*. <http://www.electroschematics.com/6393/lm35-datasheet/>. Diakses pada 10 April 2015, 11.02 WIB.
- Marian, P. 2012. *HC SR04 Datasheet*. <http://www.electroschematics.com/8902/hc-sr04-datasheet/>. Diakses pada 11 April 2015, 09.32 WIB.
- Martinis Yamin. 2007. *Kiat Membelajarkan Siswa*. Jakarta: Gaung Persada Press Jakarta.
- Nana Sudjana dan A. Rivai. 2005. *Media Pengajaran*. Bandung: C.V. Sinar Baru Bandung.
- Nana Sudjana. 2010. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar. (Cet. XV)*. Bandung: PT. Ramaja Rosdakarya.
- Oemar Hamalik. 2002. *Psikologi Belajar dan Mengajar*. Bandung: Sinar Baru.
- Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 Pasal 19 tentang Standar Nasional Pendidikan.
- Rizki Edi Juwanto. 2013. *Media Pembelajaran Mikrokontroler Avr Untuk Siswa Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta*. Skripsi Yogyakarta : UNY.
- Roni Setiawan. 2012. *Pengembangan Robot Pendekripsi Objek Berdasarkan Warna Dengan Sensor Kamera Sebagai Media Pembelajaran*. Skripsi Yogyakarta : UNY.
- Siswoyo, dkk. 2012. *Ilmu Pendidikan*. Yogyakarta: UNY Press.
- Sugihartono, dkk. 2007. *Psikologi Pendidikan*. Yogyakarta: UNY Press.

- Sugiyono. 2010. *Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2011. *Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2013. *Statistik untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Suharsimi Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Suharsimi Arikunto. 2009. *Manajemen Penelitian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Sukiman. 2012. *Pengembangan Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Pedagogia.
- Suprihatiningrum, Jamil. 2013. *Strategi Pembelajaran Teori & Aplikasi*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Syaiful Sagala. 2007. *Konsep dan Makna Pembelajaran : Untuk Membantu Memecahkan Problematika dalam Belajar*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Tim TAS FT UNY. 2013. *Pendoman Penyusunan Tugas Akhir Skripsi*. Yogyakarta: UNY.
- Triton Prawira Budi. 2006. *SPSS 13.0 Terapan: Riset Statistik Parametrik*. Yogyakarta: C.V Andi Offset (Penerbit Andi).
- Wahidmurni. 2010. *Evaluasi Pembelajaran*. Yogyakarta: Nuha Litera.
- Wisnu Tri Nugroho. 2015. *Pengembangan Trainer Kit Fleksibel untuk Mata Pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta*. Skripsi Yogyakarta : UNY.

LAMPIRAN 1

Modul Praktikum

MODUL PRAKTIKUM SENSOR DAN AKTUATOR



**TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI
SMK NEGERI 2 PENGASIH**

Modul Sensor Ultrasonic HC-SR04
Modul Sensor Suhu LM35
Modul Sensor Gas MQ-7
Modul Sensor Beban FSR
Modul Sensor *Rotary LG JT02*
Modul Sensor Kelembaban Tanah



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah, penyusun panjatkan kehadirat ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis berhasil menyusun "**Modul Praktikum Sensor dan Aktuator**". Modul Pembelajaran ini merupakan bahan ajar pada kegiatan praktikum mata pelajaran Piranti Sensor dan Aktuator yang digunakan sebagai panduan teori dan praktikum peserta diklat Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) pada program keahlian Teknik Elektronika Industri.

Modul Praktikum Sensor dan Aktuator merupakan satu kesatuan dengan *Trainer Kit* Sensor sebagai media pembelajaran pada praktikum sensor dan aktuator. Modul bahan ajar praktikum ini berisi pengetahuan, pengenalan, dan penggunaan konsep dasar sensor dan kendali. Terdiri dari berbagai macam sensor dan memiliki sistem kendali sederhana yang digunakan untuk membantu siswa dalam memahami konsep penggunaan sensor dan kendali dalam sistem otomasi industri.

Penyusun menyadari banyaknya kekurangan dalam penyusunan modul ini, sehingga saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan. Semoga modul pembelajaran ini banyak memberikan manfaat.

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.

Yogyakarta, Maret 2015

Penyusun,



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
I. PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi	1
B. Metode Praktikum	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul	2
D. Panduan Penggunaan Modul	3
E. Tujuan Akhir	7
F. Kompetensi	8
II. PEMBELAJARAN	9
A. Konsep Dasar Sensor dan Sistem Kendali	9
1. Pengertian Sensor	9
2. Pengertian Sistem Kendali	9
3. Latihan	11
B. Praktikum Pengenalan dan Pengendalian Sensor	12
1. Sensor Suhu (LM35)	12
2. Sensor Jarak (Ultrasonic HC-SR04)	16
3. Sensor Kelembaban Tanah (<i>Soil Moisture Sensor</i>).....	23
4. Sensor <i>Rotary (Photointerrupter LG-JT02)</i>	27
5. Sensor Gas (MQ-7)	33
6. Sensor Beban (<i>Force Sensitive Resistor / FSR</i>)	37
III. PENUTUP	41

PENDAHULUAN

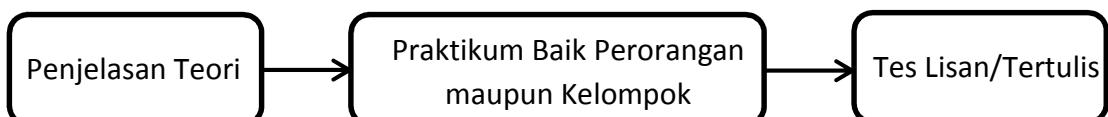
A. Deskripsi

Modul Pembelajaran Praktikum Sensor dan Kendali merupakan satu kesatuan dengan *Trainer Kit* Sensor sebagai media pembelajaran pada praktikum materi ajar sensor dan aktuator. Modul praktikum ini berisi pengetahuan, pengenalan, dan penggunaan tentang konsep dasar sensor dan kendali. Terdiri dari berbagai macam sensor dan memiliki sistem kendali sederhana yang digunakan untuk membantu siswa dalam memahami konsep penggunaan sensor dan kendali dalam dunia industri.

Modul ini menekankan pada penguasaan ilmu otomasi industri yang mencakup tentang pengetahuan dasar tentang sensor dan sistem kendali. Dengan menguasai pembelajaran pada modul ini, diharapkan peserta didik dapat menguasai materi Piranti Sensor dan Aktuator.

B. Metode Praktikum

Pola yang digunakan dalam pembelajaran ini adalah pola kegiatan yang didasarkan pada prinsip mengaplikasikan konsep dalam praktik. Pelaksanakan praktikum yang disadari dengan benar alasan dan tujuannya sehingga tidak menjadi beban bagi peserta didik. Peserta didik diharapkan mampu melaksanakan praktikum dengan penuh kesadaran dan kehati-hatian dengan mengerti betul tentang kegiatan yang akan dilakukan dalam praktikum. Secara umum sistematika praktikum mata pelajaran Sensor dan Aktuator ini dapat dijelaskan dengan skema pada Gambar 1. Berikut :



Gambar 1. Skema Sistematika Kegiatan Praktikum

Setelah melaksanakan kegiatan praktikum setiap peserta didik diwajibkan mengkonsultasikan hasil praktikumnya kedalam laporan sementara baik secara perorangan/kelompok. Hasil dari konsultasi kemudian tiap peserta diklat diwajibkan

membuat analisis hasil praktikum yang telah dilakukan dan dituangkan kedalam laporan. Setiap laporan dikumpul pada kegiatan praktikum selanjutnya. Dan sistematika laporan praktikum minimal adalah sebagai berikut :

1. Tujuan
2. Teori Singkat/Dasar Teori
3. Alat dan Bahan
4. Analisis Praktikum
5. Kesimpulan

C. Petunjuk Penggunaan Modul

A. Petunjuk Bagi Peserta Didik

Peserta didik diharapkan dapat berperan aktif dan berinteraksi dengan sumber belajar yang dapat digunakan, karena itu harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a. Langkah – langkah belajar :
 - 1) Persiapkan alat dan Bahan
 - 2) Menggunakan sistem keselamatan kerja yang benar.
 - 3) Bekerja secara kelompok untuk pekerjaan yang kompleks
 - 4) Melakukan diskusi tentang hal-hal yang akan dilakukan dalam mempraktikan materi modul.
 - 5) Bacalah dengan seksama uraian materi pada setiap kegiatan belajar.
 - 6) Cermatilah langkah-langkah kerja pada setiap kegiatan belajar sebelum mengerjakan, bila belum jelas tanyakan pada instruktur.
 - 7) Jangan menghubungkan alat ke sumber tegangan secara langsung sebelum disetujui oleh instruktur.
 - 8) Kembalikan semua peralatan praktik yang digunakan.
- b. Perlengkapan yang harus dipersiapkan

Guna menunjang keselamatan dan kelancaran kegiatan praktikum, maka persiapkanlah seluruh perlengkapan yang diperlukan. Beberapa perlengkapan yang harus dipersiapkan adalah :

- 1) Pakaian Kerja (*wear pack*).
- 2) *Trainer Kit Sensor*.

- 3) Modul Praktikum Sensor dan Aktuator.
 - 4) Alat Ukur seperti Multimeter, dan Oscilloscope.
- c. Hasil Pembelajaran

Hasil pembelajaran peserta didik yang akan dicapai setelah selesai mengikuti modul ini adalah peserta didik mampu memahami dan menjelaskan prinsip kerja tiap – tiap sensor. Peserta didik mampu merencanakan kendali otomatis dengan menggunakan sensor sebagai input. Peserta didik mampu memahami perbedaan antara sistem kendali terbuka dan tertutup.

B. Peran Guru

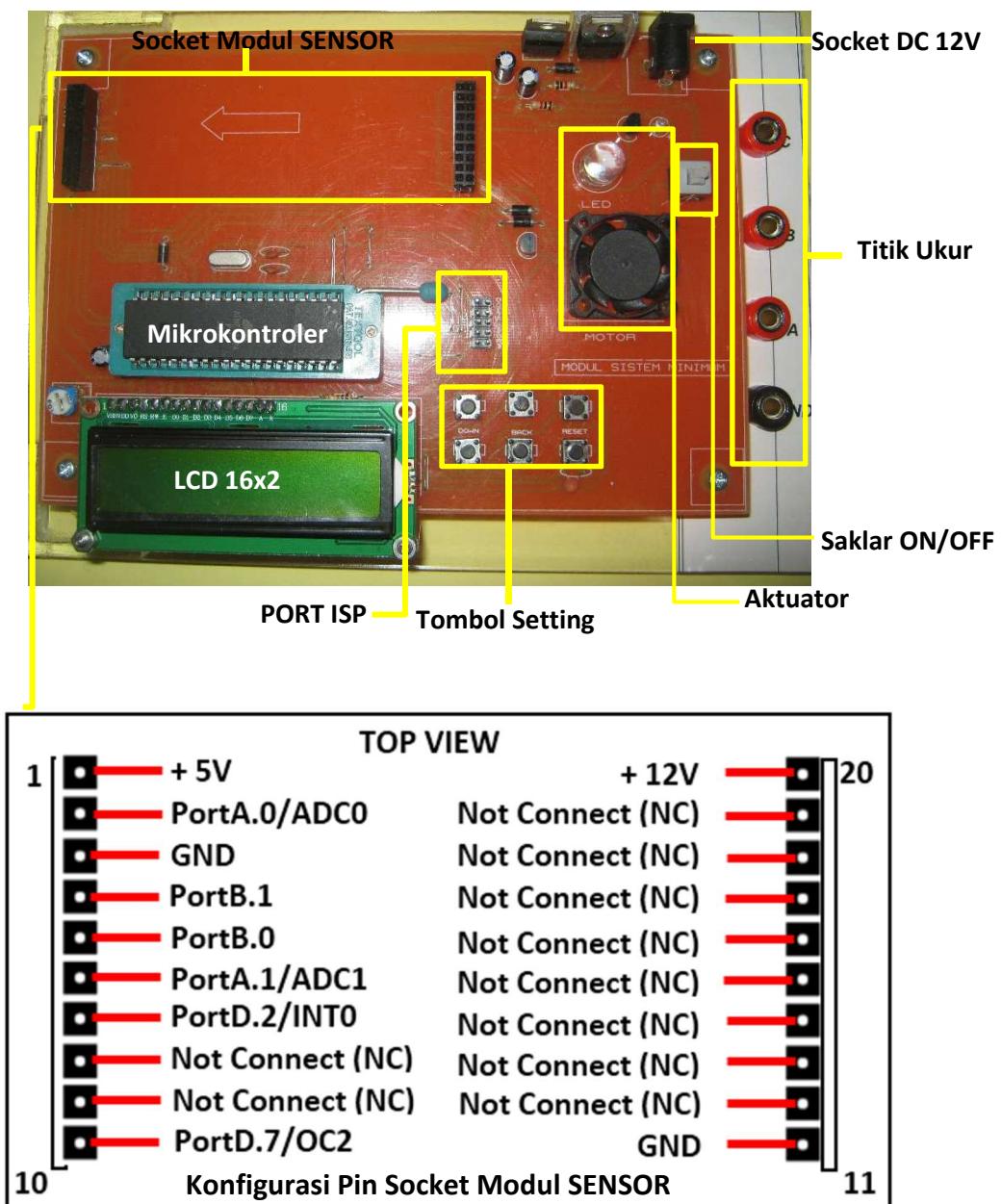
- a. Membantu peserta didik dalam merencanakan proses belajar.
- b. Membimbing peserta didik melalui tugas – tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
- c. Membantu peserta didik dalam memahami konsep, praktik baru, dan menjawab pertanyaan peserta diklat mengenai proses belajar.
- d. Membantu peserta didik untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
- e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan
- f. Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.

D. Panduan Penggunaan Modul

A. Tata Letak Modul Utama

Modul utama Trainer Kit Sensor ini merupakan rangkaian sistem minimum Atmega 32 yang dijadikan sebagai kendali utama. Bagian modul utama terbagi menjadi beberapa bagian yaitu bagian Input, bagian input ini adalah tempat dimana modul sensor dipasang sebagai masukan yang akan diolah oleh mikrokontroler. Bagian berikutnya yaitu bagian kendali, pada bagian kendali yang paling utama adalah mikrokontroler, mikrokontroler ini yang mengolah data masukan dari sensor dengan didukung tombol-tombol untuk membantu pengaturan kendali yang diinginkan. Bagian modul utama berikutnya adalah bagian Output, bagian ini mengeluarkan data hasil olahan mikrokontroler maupun data dari murni sensor. Bagian output untuk menampilkan berupa tulisan menggunakan LCD 16x2, untuk

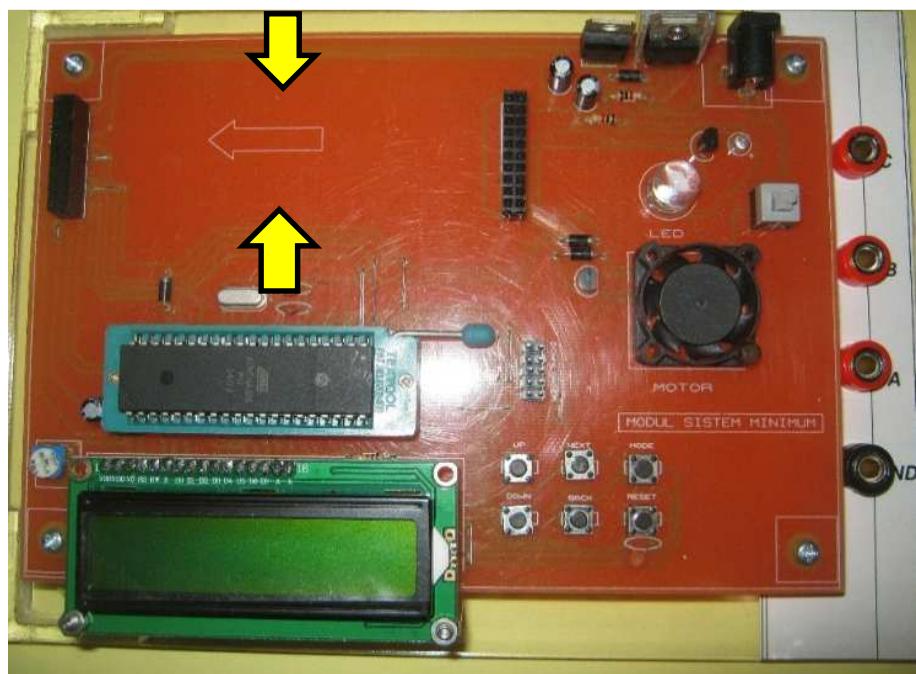
hasil olahan dari mikrokontroler digunakan sebagai output kendali aktuator berupa LED dan Motor DC, sedangkan untuk mengetahui data murni dari sensor dapat diketahui dengan mengukur pada titik ukur. Bagian terakhir adalah bagian blok supply, supply dibagi menjadi 2 yaitu untuk supply 12Volt dan supply 5Volt. Modul utama dapat digunakan dengan dua fungsi yaitu Mode Belajar Sensor dan Mode Belajar Kendali.



B. Cara Memasang Modul Sensor

1. Ambil Modul Sensor yang akan digunakan.
2. Pastikan Modul Utama dalam keadaan **OFF** sebelum Modul Sensor dipasang.

- Letakkan dan paskan modul sensor pada modul sistem minimum di bagian socket modul sensor. Ikuti arah panah penunjuk pada modul utama, dan sesuaikan dengan panah pada modul sensor.



- Pas-kan dan tekan kebawah hingga seluruh port modul sensor masuk dan tidak ada yang terselip.
- Hidupkan (ON) modul utama, Modul akan otomatis masuk ke "Mode Belajar Sensor" dan amati perubahan nilai hasil pembacaan sensor.

C. Melakukan Pengukuran

- Tentukan modul sensor yang akan anda gunakan, kemudian pasangkan pada modul utama hingga LCD menunjukkan data yang dideteksi oleh sensor.
- Ambil alat ukur multimeter dan oscilloscope. Penggunaan alat ukur pada titik ukur tergantung pada jenis sensor yang akan diamati.



3. Lakukan pengukuran pada titik ukur yang berada pada bagian kanan modul utama, terdiri dari 3 titik ukur A, B, dan C dengan keterangan sebagai berikut :

- a. **Titik Ukur A** : Mengukur output dari sensor yang outputnya berupa tegangan analog seperti sensor gas (MQ-7), sensor suhu LM35, sensor beban FSR, dan sensor kelembaban tanah.

Cara Ukur :

- Hubungkan Kabel Jumper Multimeter berwarna merah pada titik A, dan Kabel Jumper berwarna hitam pada titik GND.
- Atur Skala Multimeter.
- Amati perubahan tegangan pada multimeter.

- b. **Titik Ukur B** : Titik ukur output dari sensor ultrasonik HC-SR04, berupa pulsa hasil pantulan gelombang ultrasonic yang telah diubah menjadi pulsa kotak.

Cara Ukur :

- Kalibrasi Oscilloscope terlebih dahulu.
- Hubungkan Ujung Probe/Kabel Berwarna **merah** Pada Titik **B**, dan kabel berwarna **hitam** pada titik **GND**.
- Atur Volt/Div dan Time/Div untuk mendapatkan bentuk gelombang yang baik.

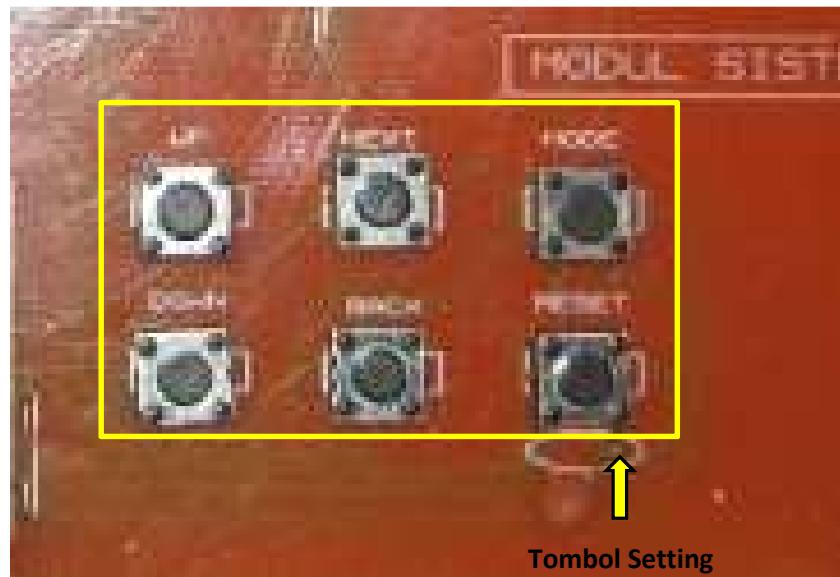
- c. **Titik Ukur C** : Titik ukur output dari sensor *rotary (photointerrupter LG-JT02)*, berupa pulsa kotak hasil deteksi lubang yang terdapat pada *rotary encoder*.

Cara Ukur :

- Kalibrasi Oscilloscope terlebih dahulu.
- Hubungkan Ujung Probe/Kabel Berwarna **merah** Pada Titik **C**, dan kabel berwarna **hitam** pada titik **GND**.
- Atur Volt/Div dan Time/Div untuk mendapatkan bentuk gelombang yang baik.

D. Melakukan Kendali Output (Mode Belajar Kendali)

1. Ambil modul sensor yang akan digunakan dan pasangkan pada modul utama hingga LCD menunjukkan data yang dideteksi oleh sensor.
2. Tekan tombol **MODE** hingga muncul tulisan “Mode Belajar Kendali”. Coba lakukan kendali output menggunakan tombol kendali yang terdiri dari **up, down, next, back**.



3. Tekan tombol **NEXT**
4. Masukkan nilai batas atas dengan menekan tombol **UP** dan **DOWN**. Tekan tombol **NEXT**
5. Masukkan nilai batas bawah dengan menekan tombol **UP** dan **DOWN**. Tekan tombol **NEXT**
6. Pilih Output LED atau MOTOR DC, dengan menekan tombol **UP** dan **DOWN**. Tekan tombol **NEXT**.
7. Lakukan perubahan stimulus terhadap sensor dan lihat apa yang terjadi pada output.

E. Tujuan Akhir

Setelah pembelajaran praktikum ini, diharapkan Peserta diklat dapat memahami karakteristik setiap sensor, memahami cara kerjanya, serta mengetahui aplikasi penggunaan sensor didalam sistem kendali.

F. Kompetensi

Modul Praktikum Pembelajaran ini merupakan modul untuk mata pelajaran Sensor dan Aktuator dengan uraian kompetensinya dijabarkan sebagai berikut :

Mata Pelajaran : Sensor dan Aktuator	
Kompetensi Dasar	Materi Pembelajaran
1.1. Mendeskripsikan piranti pendektesi posisi 1.2. Mengartikulasikan aplikasi sensor posisi 1.3. Menentukan kondisi operasi sensor posisi 1.4. Men-set up sensor posisi	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor Posisi <ul style="list-style-type: none"> - potensiometer - rotary encoder - Ultrasonik
2.1. Mendeskrisikan piranti pendektesi kecepatan sudut 2.2. Mengartikulasikan aplikasi sensor kecepatan sudut 2.3. Menentukan kondisi operasi sensor kecepatan sudut 2.4. Men-set up sensor kecepatan sudut	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor kecepatan sudut <ul style="list-style-type: none"> - optical tachometer - toothed-rotor tachometer - direct tachometer - Photointerrupter
3.1. Mendeskripsikan piranti pendektesian bebanmekanik 3.2. Mengartikulasikan aplikasi sensor beban 3.3. Menentukan kondisi operasi sensor beban mekanik 3.4. Men-set up sensor beban	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor beban (Load) <ul style="list-style-type: none"> - strain gauge - semiconductor force sensor
4.1. Menganalisis piranti pendektesi tekanan 4.2. Mengartikulasikan piranti pendektesi tekanan 4.3. Menguji kondisi operasi sensor tekanan. 4.4. Men-set up sensor tekanan	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor tekanan <ul style="list-style-type: none"> - bourdon tube - bellow - semiconductor pressure sensor
5.1 Menganalisis piranti pendektesi suhu 5.2 Mengartikulasikan sensor suhu 5.3 Menguji kondisi operasi sensor suhu 5.4 Men-setup sensor suhu.	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor suhu <ul style="list-style-type: none"> - bimetal - thermocouple - resistance temperature detector - thermistor - LM35



PEMBELAJARAN



A. Konsep Dasar Sensor & Sistem Kendali

1. Pengertian Sensor

Secara umum sensor didefinisikan sebagai alat yang mampu menangkap fenomena fisika atau kimia yang kemudian mengubahnya menjadi sinyal elektrik baik arus listrik maupun tegangan. Fenomena fisika yang mampu menstimulus sensor untuk menghasilkan sinyal elektrik seperti suhu, tekanan, medan magnet, jarak, cahaya, dll. Sedangkan fenomena kimia yang mampu menstimulus sensor seperti kadar gas tertentu di dalam udara, dan kelembaban udara.

Dalam modul praktikum ini akan dijelaskan beberapa jenis sensor yang bisa diterapkan di dunia industri dan di kehidupan sehari-hari. *Trainer Kit Sensor* sebagai alat bantu pembelajaran materi sensor dan aktuator menyajikan beberapa jenis sensor, yaitu: (1) Sensor Jarak HC-SR04, (2) Sensor Suhu LM35, (3) Sensor Gas MQ-7, (4) Sensor Beban FSR (Force Sensitive Resistor), (5) Sensor *Rotary* LG JT02, dan (6) Sensor Kelembaban Tanah.

2. Pengertian Sistem Kendali

Sistem Kendali adalah proses pengaturan ataupun pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (*variabel, parameter*) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkuman harga (*range*) tertentu. Di dalam dunia industri, dituntut suatu proses kerja yang aman dan berefisiensi tinggi untuk menghasilkan produk dengan kualitas dan kuantitas yang baik dalam waktu yang telah ditentukan. Otomatisasi sangat membantu dalam hal kelancaran operasional, keamanan (investasi, lingkungan), ekonomi (biaya produksi), mutu produk, dll.

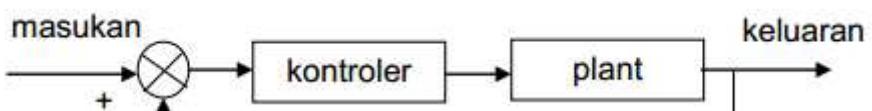
Ada banyak proses yang harus dilakukan untuk menghasilkan suatu produk sesuai standar, sehingga terdapat parameter yang harus dikontrol atau di kendalikan antara lain tekanan (*pressure*), aliran (*flow*), suhu (*temperature*), ketinggian (*level*), kerapatan (*intensity*), dll. Gabungan kerja dari berbagai alat-alat kontrol dalam proses produksi dinamakan sistem pengontrolan proses (*process control system*). Sedangkan

semua peralatan yang membentuk sistem pengontrolan disebut pengontrolan instrumentasi proses (*process control instrumentation*).

Suatu sistem kontrol otomatis dalam suatu proses kerja berfungsi mengendalikan proses tanpa adanya campur tangan manusia (otomatis). Ada dua sistem kontrol pada sistem kendali/kontrol otomatis yaitu :

a. ***Open Loop (Loop Terbuka)***

Suatu sistem kontrol yang keluarannya tidak berpengaruh terhadap aksi pengontrolan. Dengan demikian pada sistem kontrol ini, nilai keluaran tidak di umpan-balikkan ke parameter pengendalian.

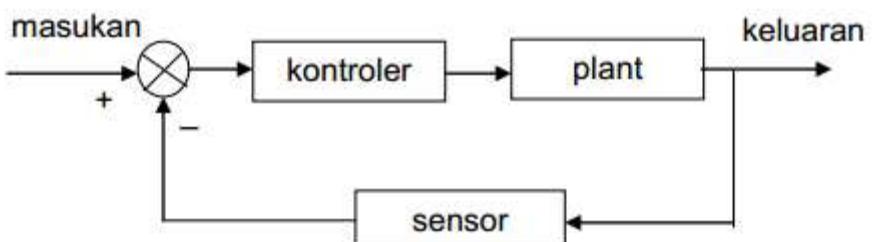


Gambar 2. Diagram Blok Sistem Pengendalian Loop Terbuka

b. ***Close Loop (Loop Tertutup)***

Suatu sistem kontrol yang sinyal keluarannya memiliki pengaruh langsung terhadap aksi pengendalian yang dilakukan. Sinyal *error* yang merupakan selisih dari sinyal masukan dan sinyal umpan balik (*feedback*), lalu diumpulkan pada komponen pengendalian (*controller*) untuk memperkecil kesalahan sehingga nilai keluaran sistem semakin mendekati harga yang diinginkan.

Keuntungan sistem loop tertutup adalah adanya pemanfaatan nilai umpan balik yang dapat membuat respon sistem kurang peka terhadap gangguan eksternal dan perubahan internal pada parameter sistem. Kerugiannya adalah tidak dapat mengambil aksi perbaikan terhadap suatu gangguan sebelum gangguan tersebut mempengaruhi nilai prosesnya.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Pengendalian Loop Tertutup

3. Latihan

- a. Jelaskan apa pengertian dari sensor?
- b. Sebutkan 5 jenis sensor yang saat ini banyak digunakan didunia industri?
- c. Sebutkan 2 macam jenis sistem kendali dan jelaskan!

B. Praktikum Pengenalan dan Pengendalian Sensor

Sensor Suhu (LM35)

1. Tujuan

- a. Mengetahui karakteristik Sensor Suhu LM35
- b. Mengaplikasikan Sensor Suhu LM35
- c. Mengetahui pengaturan sensor suhu LM35 dalam sistem kendali
- d. Mengendalikan penggunaan sensor Suhu LM35 terhadap output

2. Dasar Teori

a. Pengertian Sensor Suhu

Sensor Suhu berarti piranti yang mampu menangkap fenomena perubahan suhu baik didalam udara, air, maupun konduktor. Berbagai macam jenis sensor suhu yang digunakan saat ini antara lain *Thermistor PTC* dan *NTC*, *Thermocouple*, LM35, SHT1x, SHT7x, dll.

Sensor suhu banyak digunakan dalam sistem kontrol piranti elektronik, seperti *Air conditioner*, Kulkas, Setrika Listrik, *Magic Com*, *Microwave*, dan lainnya. Sensor tersebut digunakan untuk mendeteksi suhu udara disekitar, didalam suatu ruangan, atau pada suatu logam. Jenis sensor suhu yang akan dibahas pada materi kali ini adalah sensor suhu LM35.



Gambar 4. Sensor Suhu LM35

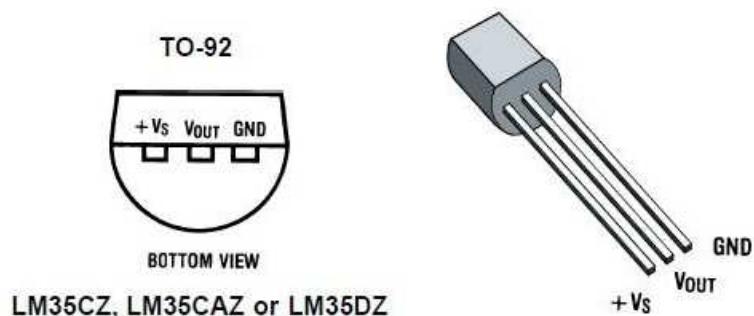
b. Cara Kerja Sensor Suhu LM35

Sensor Suhu LM35 Merupakan sensor suhu yang berbentuk *integrated circuit* (IC). IC LM35 memiliki fungsi dasar sebagai sensor suhu yang memiliki presisi tinggi dan menghasilkan tegangan keluaran yang linear sebanding dengan suhu yang diukur

dalam satuan derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$). IC LM35 tidak memerlukan kalibrasi *eksternal* untuk menghasilkan akurasi yang tepat pada jangkah suhu antara $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hal ini berarti pada suhu $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, sensor ini akan menghasilkan tegangan keluaran sebesar 0 V , sedangkan pada suhu $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ akan menghasilkan tegangan keluaran sebesar 1 V . Pada setiap perubahan suhu sebesar $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ akan mengakibatkan kenaikan tegangan sebesar 10 mV , dengan demikian sensor suhu ini tidak perlu dikalibrasi lagi karena tegangan keluarannya telah sebanding dengan kenaikan suhu dalam skala derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$).

Pendeteksi suhu dengan sensor ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya adalah :

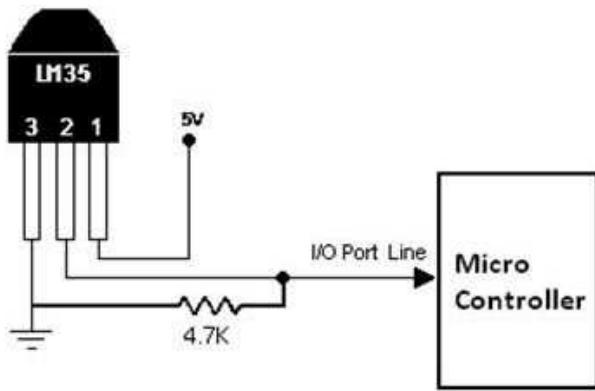
- 1) LM35 sudah dikalibrasi dalam $^{\circ}\text{C}$ sehingga memudahkan dalam mengetahui besar tegangan keluaran sensor pada suhu ($150\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- 2) Setiap kenaikan $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ tegangan keluaran LM35 nilainya sebesar 10 mV .
- 3) Rentang suhu $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $150\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 4) Catu daya 4 V sampai 30 V
- 5) Terdiri dari 3 pin yaitu : V_{cc} , V_{out} , dan Ground .
- 6) Mudah dalam pengoperasian menggunakan mikrokontroler karena output dari sensor ini dapat langsung digunakan.



Gambar 5. Konfigurasi PIN LM35.

c. Pengaturan (men set-up) Sensor Suhu LM35

Penggunaan Sensor Suhu LM35 sangat mudah, mengingat output dari sensor ini sudah berupa tegangan, maka tidak diperlukan rangkaian tambahan. Sama seperti pada sensor cahaya, tegangan outputnya diubah menjadi data digital lalu dengan fitur ADC mikrokontroler, kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan rumus agar hasilnya mendekati nilai pada alat ukur temperatur yang *standart*. Proses penyamaan hasil nilai ini disebut **kalibrasi/adjustment**.



Gambar 6. Rangkaian LM35 dengan Mikorkontroler

3. Alat / Bahan / Instrument

- a. Modul Utama *Trainer* Sensor dan Kendali 1
- b. Modul Sensor Sensor Suhu 1
- c. Multimeter 1
- d. Power Supply 12Volt..... 1

4. Keselamatan Kerja

- a. Berdo'alah sebelum melaksanakan praktikum.
- b. Jangan menghubungkan dengan catu daya sebelum rangkaian diperiksa oleh instruktur/guru.
- c. Ikuti langkah – langkah yang ada dalam modul praktikum ini.
- d. Mintalah petunjuk instrukstur/guru jika terdapat hal – hal yang meragukan.
- e. Jauhkan perlengkapan yang tidak diperlukan dari meja kerja.
- f. Hindari bercanda dengan sesama teman untuk menjaga agar tidak terjadi kecelakaan saat praktikum berlangsung.

5. Langkah Kerja

Lakukanlah percobaan satu demi satu, dimulai dengan langkah-langkah yang harus ditempuh dalam praktikum berikut ini :

- a. Pasangkan Modul Sensor Suhu LM35 pada Modul Sistem Minimum.
- b. Hubungkan modul utama dengan catu daya 12volt, kemudian hidupkan modul dengan menekan saklar.
- c. Panaskan sensor LM35 menggunakan api dari lilin / korek api.



- d. Lakukan pengukuran Tegangan Output menggunakan multimeter pada titik ukur **A - GND.**
- e. Buat Tabel dengan contoh dibawah ini dan isilah dengan hasil pengamatan yang telah dilakukan:

No.	Suhu	V out (Volt)
1	45-46 °C	
2	43 – 44 °C	
3	41 – 42 °C	
4	39 – 40 °C	
5	37 – 38 °C	
6	35 - 36 °C	
7	33 – 34 °C	
8	31 – 32 °C	
9	30 – 31 °C	
10	29 °C	

- f. Tekan tombol **MODE** untuk mengubah mode belajar menjadi mode kendali .
- g. Lakukan Kendali dengan mengubah batas atas, batas bawah suhu, dan output yang diinginkan dengan menekan tombol **NEXT** kemudian atur dengan menekan tombol **UP** dan **DOWN**.
- h. Lakukan kendali sensor suhu untuk dapat stabil pada suhu antara 30 - 33°C. apabila suhu melebihi dari yang ditetapkan maka **motor** berputar.
- i. Simpulkan dan Buat laporan hasil praktikum.

Sensor Jarak (*Ultrasonic HC-SR04*)

1. Tujuan

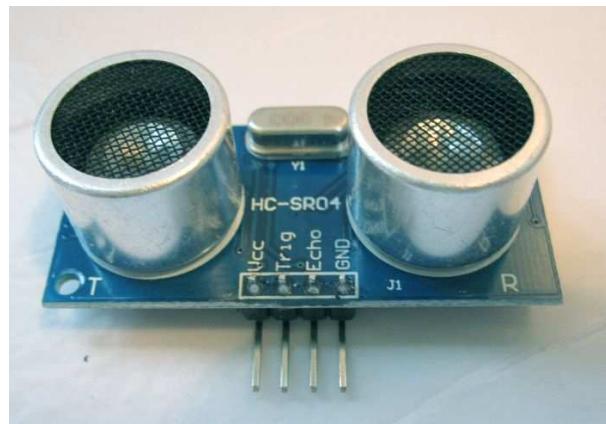
- a. Mengetahui karakteristik Sensor Jarak (Ultrasonik HC-SR04).
- b. Mengaplikasikan Sensor Jarak (Ultrasonik HC-SR04).
- c. Mengetahui pengaturan sensor jarak (Ultrasonik HC-SR04) dalam sistem kendali.
- d. Mengendalikan penggunaan sensor jarak (Ultrasonik HC-SR04) terhadap output.

2. Dasar Teori

a. Pengertian Sensor Jarak

Sensor Jarak berarti sensor yang mampu mendeteksi suatu jarak antara objek dengan sensor, maupun antara objek dengan objek lainnya. Sensor jarak terbagi menjadi beberapa jenis seperti : sensor jarak dengan gelombang ultrasonic, dan sensor jarak dengan menggunakan garis cahaya (proximity).

Sensor ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 500 cm. Sensor *ultrasonic ping* terdiri dari sebuah *chip* pembangkit sinyal 40KHz, sebuah speaker ultrasonic (*transmitter*) dan sebuah mikrofon ultrasonic (*receiver*).



Gambar 7. Sensor Ultrasonic HC-SR04

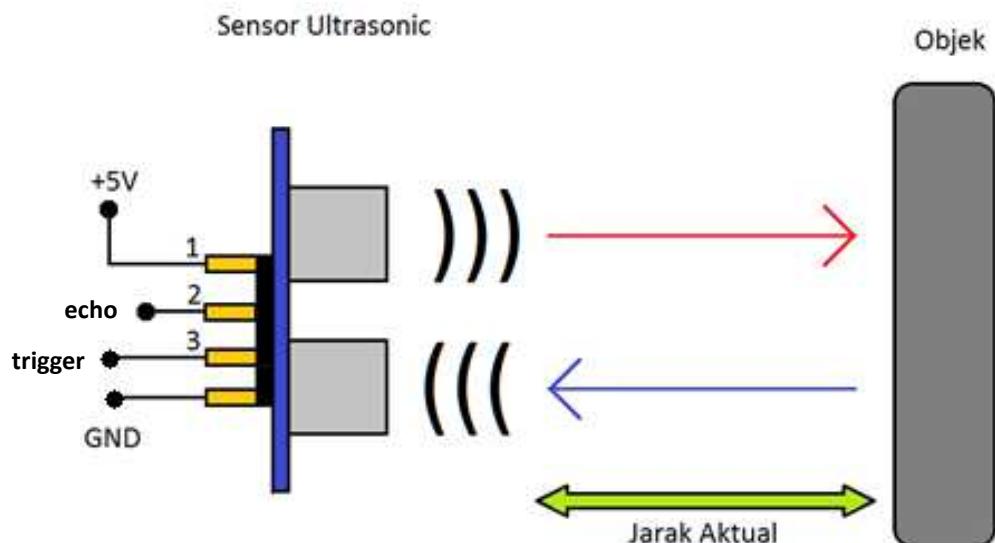
Sensor ultrasonic SRF04 memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- 1) Bekerja pada tegangan DC 5 volt
- 2) Beban arus sebesar 30 mA – 50 mA
- 3) Menghasilkan gelombang dengan frekuensi 40 KHz
- 4) Jangkauan jarak yang dapat dideteksi 3 cm – 400 cm
- 5) Membutuhkan trigger input minimal sebesar 10 uS

b. Cara Kerja Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04

Secara lebih detail sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal piezoelectric akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek piezoelectric.

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz.



Gambar 8. Cara Kerja Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04

Untuk menghitung jarak yang terukur dapat menggunakan persamaan berikut ini.

$$s = \frac{V \times t}{2}$$

Di mana:

V = adalah kecepatan suara 344 m/s

t = adalah waktu tempuh (s)

s = adalah jarak (m)

Sebagai contoh, saat melakukan pengamatan dengan menggunakan oscilloscope diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk memancarkan

gelombang ultrasonik hingga diterima oleh penerima adalah 250uS. Maka dapat diketahui jarak antara sensor dengan objek benda adalah sebagai berikut :

$$S = \frac{V \times t}{2}$$

$$S = \frac{344 \times 250 \cdot 10^{-6}}{2}$$

$$S = \frac{0.000344 \times 250}{2}$$

$$S = \frac{0.086}{2} = 0.043 \text{ m} = 4.3\text{cm}$$

Berikut ini adalah konfigurasi pin pada sensor ultrasonic HC-SR04:



Gambar 9. Konfigurasi Pin HC-SR04

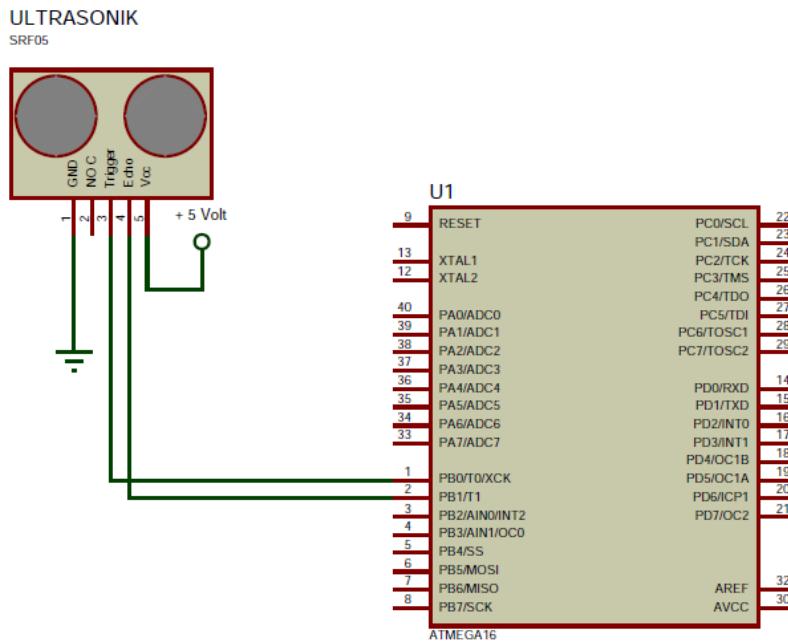
- 1) Pin 5v untuk koneksi ke tegangan 5V dc.
- 2) Echo Output untuk memantau kondisi logika, apakah gelombang ultrasonic sudah diterima kembali atau belum.
- 3) Trigger Input dipakai untuk memicu pembangkitan gelombang ultrasonic. Berupa sinyal 'HIGH' selama minimal 100 us.
- 4) 0 V (GND) dihubungkan ke ground.

c. Pengaturan (men set-up) Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonic HC-SR04 biasa digunakan sebagai sensor jarak pada berbagai sistem kendali. Dalam proses pengendaliannya perlu memperhatikan pada proses pengiriman dan penerimaan data. Urutan proses pengendaliannya adalah sebagai berikut :

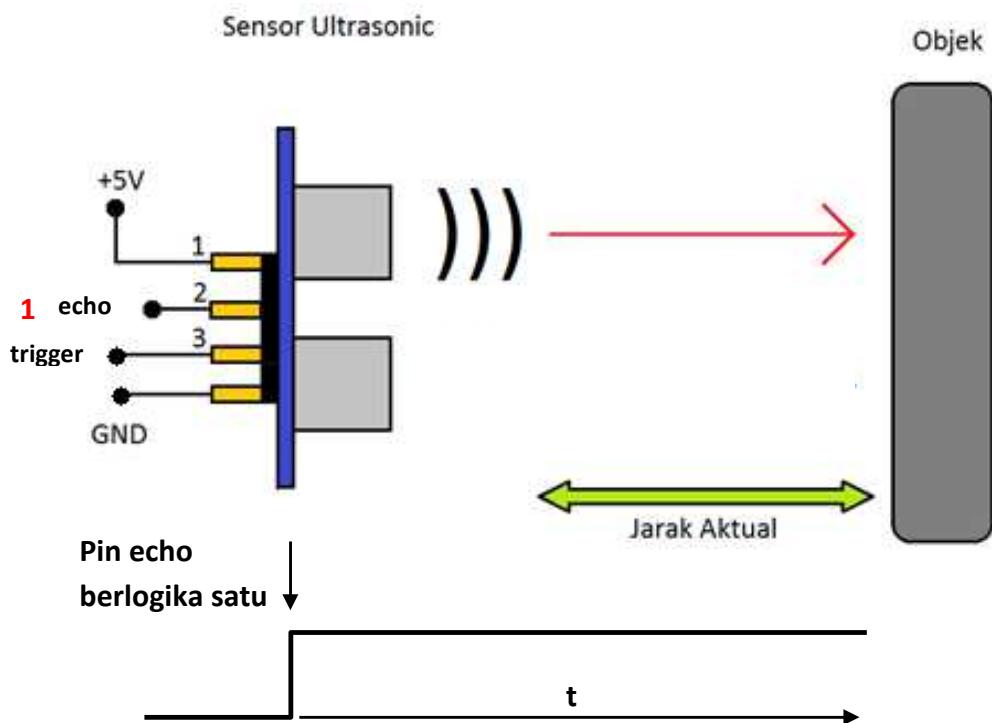
- 1) Konfigurasi pin trigger sebagai input data dari mikrokontroler, yang berarti mikrokontroler mengirim data ke pin trigger sensor. Jika mengirim data berlogika satu (high), maka sensor memancarkan gelombang ultrasonic.

Kemudian pin echo sebagai output data ke mikrokontroler, yang berarti mikrokontroler menerima data dari pin echo sensor.

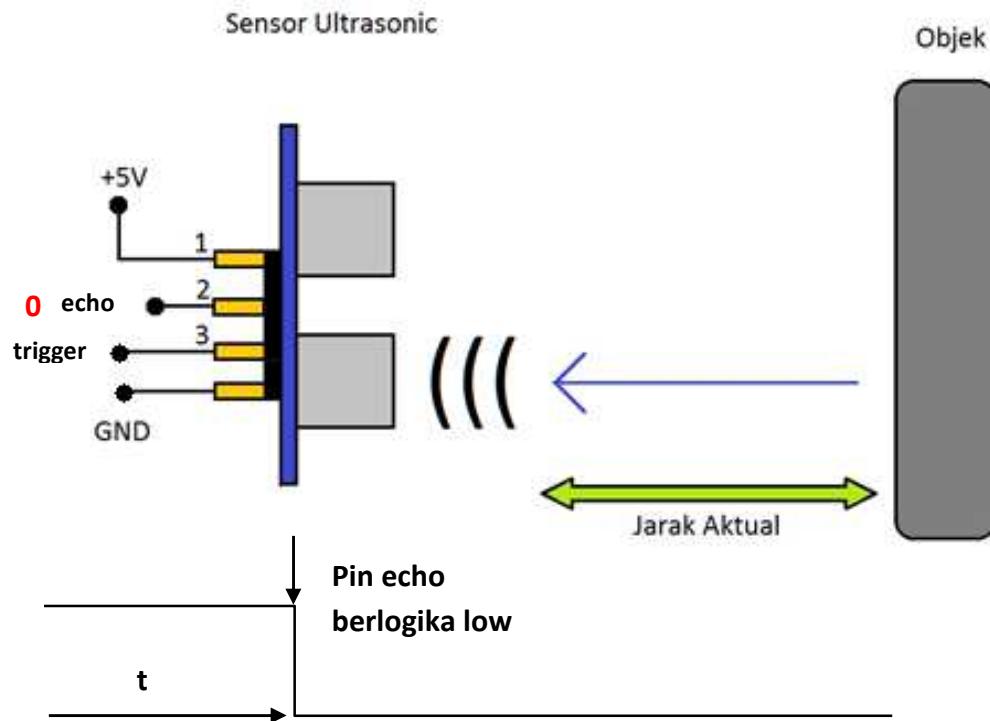


Gambar 10. Rangkaian Sensor HC-SR04 dengan Mikrokontroler

- 2) Konfigurasi pin echo dipasangkan pada Pin B1 yang berarti Pin B1 tersebut disetting sebagai input. Begitu juga pada pin trigger dipasangkan pada Pin B0 yang berarti pin B0 disetting sebagai output.
- 3) Saat gelombang memancar ke arah objek, maka pin echo berlogika satu.



- 4) Kemudian pada proses berikutnya gelombang ultrasonik yang mengenai objek terpantul dan kembali ke sensor pada sisi penerima. Ketika gelombang ultrasonik diterima maka pin echo yang tadinya berlogika satu (high) berubah menjadi nol (low).



- 5) Karena proses pengiriman dan penerimaan datanya berlangsung terus menerus dengan sangat cepat, maka data tersebut dapat dilihat dengan menggunakan oscilloscope.
- 6) Lebar pulsa dalam waktu (t) tersebut direkam sebagai data jarak. Maka untuk mengetahui waktu (t) yang ditempuh, perlu digunakan fitur *timer* pada mikrokontroler.
- 7) Setelah data waktu (t) didapatkan, maka selanjutnya adalah menghitung dengan menggunakan rumus. Rumus perhitungan bisa sedikit dirubah agar hasil perhitungan bisa sesuai dengan jarak aslinya.

3. Alat / Bahan / Instrumen

- a. Modul Utama *Trainer* Sensor dan Kendali 1
- b. Modul Sensor Jarak Ultrasonic HC-SR04 1
- c. Oscilloscope dan Probe 1
- d. Power Supply 12Volt 1

4. Keselamatan Kerja

- a. Berdo'alah sebelum melaksanakan praktikum.
- b. Jangan menghubungkan dengan catu daya sebelum rangkaian diperiksa oleh instruktur/guru.
- c. Ikuti langkah – langkah yang ada dalam modul praktikum ini.
- d. Mintalah petunjuk instrukstur/guru jika terdapat hal – hal yang meragukan.
- e. Jauhkan perlengkapan yang tidak diperlukan dari meja kerja.
- f. Hindari bercanda dengan sesama teman untuk menjaga agar tidak terjadi kecelakaan saat praktikum berlangsung.

5. Langkah Kerja

Lakukanlah percobaan satu demi satu, dimulai dengan langkah-langkah yang harus ditempuh dalam praktikum berikut ini :

- a. Pasangkan Modul Sensor Ultrasonic pada Modul Sistem Minimum.
- b. Ambil sebuah media penghalang kemudian dekatkan pada bagian depan sensor ultrasonic dan amati perubahan jarak pada LCD.
- c. Kalibrasi Oscilloscope kemudian pasang probe pada channel 1 dan letakkan probe pada titik ukur **B – GND!**
- d. Amati gelombang pada oscilloscope dan gerakkan modul untuk melihat perubahan lebar gelombang.
- e. Buat Tabel dengan contoh dibawah ini dan isilah dengan hasil pengamatan yang telah dilakukan :

No.	Jarak	Time/div	Divisi Horizontal	Waktu (t)	Perhitungan Jarak
1	5 cm				
2	10 cm				
3	15 cm				
4	20 cm				
5	25 cm				
6	30 cm				
7	35 cm				
8	40 cm				

9	45 cm				
10	50 cm				

f. Lakukan perhitungan waktu tempuh/periode dengan rumus dibawah ini :

$$\text{Periode (t)} = \text{Divisi Horizontal} \times \text{Time/div}$$

g. Hitung Jarak dengan menggunakan rumus :

$$s = \frac{V \times t}{2}$$

- h. Tekan tombol **MODE** untuk mengubah mode belajar menjadi mode kendali .
- i. Lakukan Kendali dengan mengubah batas atas, batas bawah jarak, dan output yang diinginkan dengan menekan tombol **NEXT** kemudian atur dengan menekan tombol **UP** dan **DOWN**.
- j. Kendalikan sensor jarak dengan jarak yang ditentukan antara 10 – 20cm, apabila jarak melebihi atau kurang dari yang ditentukan maka motor berputar.
- k. Simpulkan dan buat laporan hasil praktikum.

Sensor Kelembaban Tanah

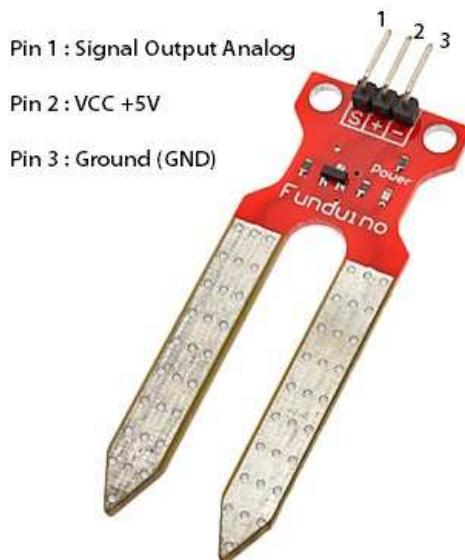
1. Tujuan

- a. Mengetahui karakteristik Sensor Kelembaban Tanah
- b. Mengaplikasikan Sensor Kelembaban Tanah
- c. Mengetahui pengaturan sensor Kelembaban Tanah dalam sistem kendali.
- d. Mengendalikan penggunaan sensor Kelembaban Tanah terhadap output.

2. Dasar Teori

a. Pengertian Sensor Kelembaban Tanah

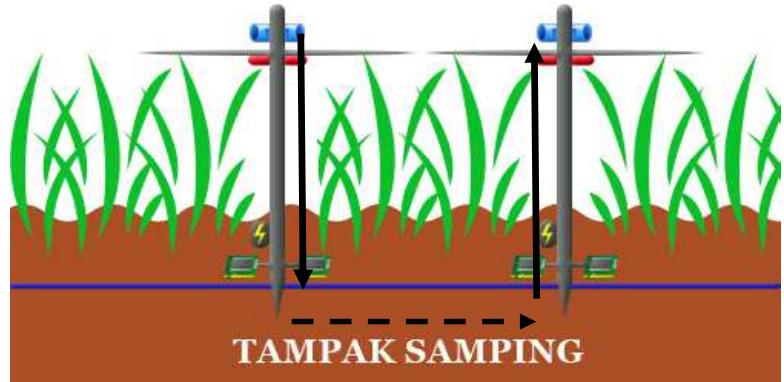
Sensor Kelembaban tanah digunakan untuk mengetahui tingkat kadar air didalam tanah, biasanya sensor ini digunakan untuk mengetahui tingkat kekeringan suatu daerah, atau dalam siklus kecil biasa digunakan untuk mengontrol kadar air didalam suatu pot tanaman.



Gambar 11. Sensor Kelembaban Tanah

b. Cara Kerja Sensor Kelembaban Tanah

Sensor ini memiliki dua batang elektroda yang ditancapkan kedalam tanah, kemudian arus mengalir melalui elektroda yang satu menuju ke elektroda lainnya melewati tanah. Semakin banyak kadar air didalam tanah maka arus yang mengalir semakin besar, begitu pula sebaliknya.



Gambar 12 . Proses aliran arus listrik didalam tanah

Arus listrik yang dikirimkan dari elektroda 1 menuju elektroda 2 melewati tanah tergantung pada kadar air didalamnya. Arus listrik yang diterima oleh elektroda 2 sangat kecil yaitu pada orde milivolt (mV), sehingga ditambahkan rangkaian penguat.

Spesifikasi dari sensor kelembaban tanah adalah sebagai berikut :

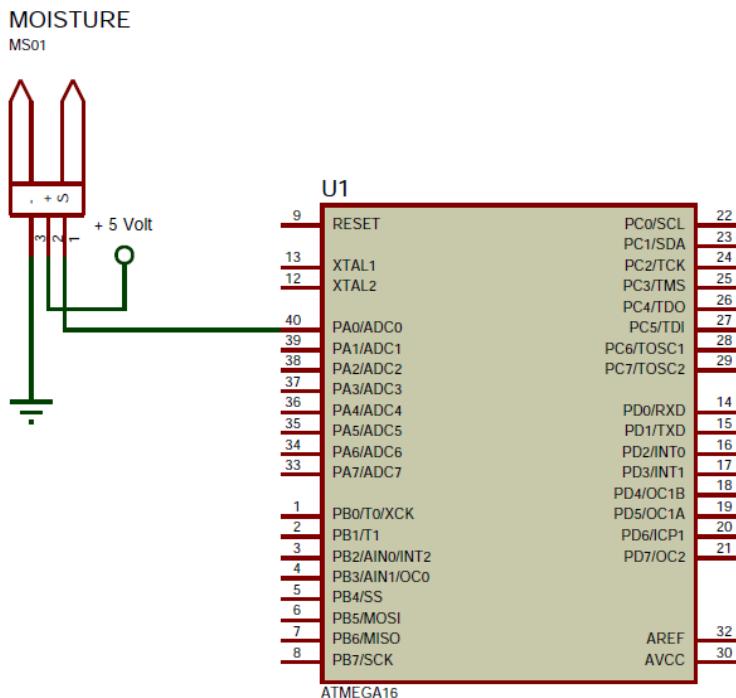
- 1) Membutuhkan supply tegangan input sebesar 3.3v - 5v
- 2) Output berupa sinyal analog dari 0 – 4.2 Volt
- 3) *Current Consumption* 35mA.

Konfigurasi pinnya adalah sebagai berikut :

Pin	Name	Deskripsi
1	+	Supply Vcc + 3.3V – 5V
2	-	Ground
3	S	Analog Signal Output

c. Pengaturan (men set-up) Sensor Kelembaban Tanah

Output dari sensor kelembaban tanah berupa tegangan analog dalam orde volt yaitu 0 – 4.3 volt. Sehingga tidak perlu ditambah dengan rangkaian tambahan. Outputnya langsung dapat digunakan pada mikrokontroler dengan menggunakan fitur ADC (*Analog to Digital Converter*).



Gambar 13. Rangkaian Sensor Kelembaban Tanah dengan Mikrokontroler

3. Alat / Bahan / Instrumen

- a. Modul Utama *Trainer* Sensor dan Kendali 1
- b. Modul Sensor Kelembaban Tanah 1
- c. Multimeter 1
- d. Power Supply 12Volt 1
- e. Pot / gelas plastik 1
- f. Tanah Secukupnya
- g. Air Secukupnya

4. Keselamatan kerja

- a. Berdo'alah sebelum melaksanakan praktikum
- b. Jangan menghubungkan dengan catu daya sebelum rangkaian diperiksa oleh instruktur/guru.
- c. Ikuti langkah – langkah yang ada dalam modul praktikum ini.
- d. Mintalah petunjuk instrukstur/guru jika terdapat hal – hal yang meragukan.
- e. Jauhkan perlengkapan yang tidak diperlukan dari meja kerja.

- f. Hindari bercanda dengan sesama teman untuk menjaga agar tidak terjadi kecelakaan saat praktikum berlangsung.

5. Langkah Kerja

Lakukanlah percobaan satu demi satu, dimulai dengan langkah-langkah yang harus ditempuh dalam praktikum berikut ini :

- a. Pasangkan Modul Sensor Kelembaban Tanah pada Modul Sistem Minimum.
- b. Ambil sebuah Pot Bunga yang kering kemudian tancapkan sensor kedalam tanah hingga batas merah.
- c. Siram pot dengan air sebanyak yang ditentukan dalam tabel dan lihat perubahan kelembaban pada LCD.
- d. Lakukan pengukuran Tegangan Output menggunakan multimeter pada titik ukur **A-GND !**
- e. Buat Tabel seperti dibawah ini dan isilah dengan hasil pengamatan yang telah dilakukan.

No.	Air	Kelembaban	V out (Volt)
1	1 ml		
2	1 ml		
3	2 ml		
4	2 ml		
5	4 ml		

- f. Simpulkan dan buat laporan hasil praktikum.

Sensor Rotary (*Photointerrupter* LG-JT02)

1. Tujuan

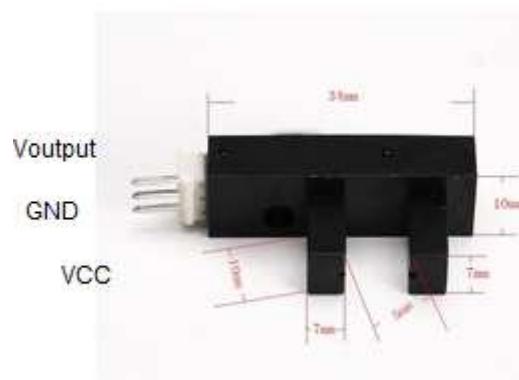
- a. Mengetahui karakteristik Sensor Putaran (*Photointerrupter* LG-JT02)
- b. Mengaplikasikan Sensor Putaran (*Photointerrupter* LG-JT02)
- c. Mengetahui pengaturan sensor Putaran (*Photointerrupter* LG-JT02) dalam sistem kendali.
- d. Mengendalikan penggunaan sensor Putaran (*Photointerrupter* LG-JT02) terhadap output.

2. Dasar Teori

a. Pengertian Sensor Putaran

Sensor Putaran berfungsi sebagai piranti yang mendeteksi perubahan kecepatan rotasi suatu benda yang berputar pada porosnya. Jenis sensor putaran motor ada 2 macam yaitu yang menggunakan prinsip perhitungan jumlah pulsa output dalam detik, atau dengan menggunakan prinsip generator, yaitu semakin cepat kecepatan putaran suatu motor maka tegangan outpunya semakin besar.

Salah satu jenis sensor putaran yang menggunakan prinsip jumlah pulsa output yaitu *photointerrupter* seri LG-JT02 buatan EVERCOLORS. Sensor ini biasa digunakan pada *harddisk*.

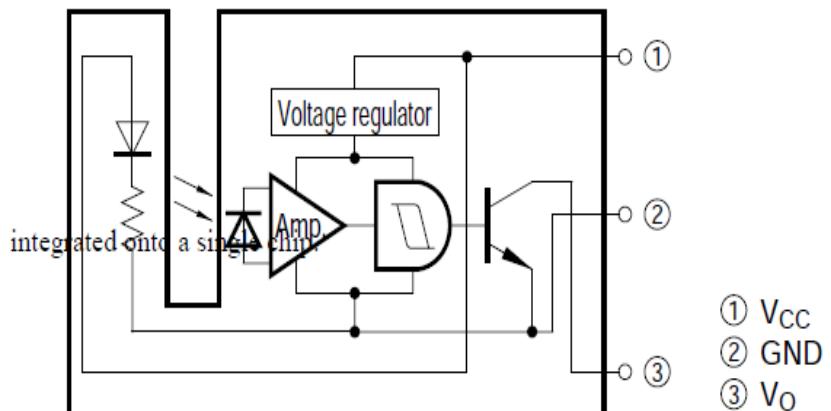


Gambar 14. Sensor *Photointerrupter* LG-JT02

b. Cara Kerja Sensor Putaran

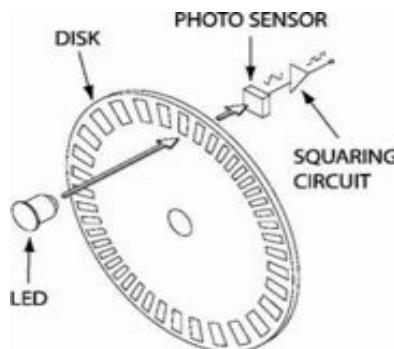
Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan memanfaatkan sinar inframerah yang dipancarkan melalui *transmitter*, dan diterima oleh *receiver photodiode*, kemudian dikuatkan dengan penguat OP-AMP untuk menghasilkan output sinyal analog yang lebih besar. Agar sinyal analog tersebut dapat diaplikasikan dalam mikrokontroler

maka perlu dijadikan pulsa kotak terlebih dahulu dengan menggunakan *Schmitt trigger*. Bentuk blok diagram didalam sensor LG-JT02 adalah sebagai berikut :



Gambar 15. Blok Diagram didalam LG-JT02

Dalam aplikasinya menjadi sensor putaran, maka diperlukan bantuan dari piranti yang bernama *rotary encoder*. Kedua piranti antara *photointerrupter* dan *rotary encoder* sering kita jumpai pada kontrol kecepatan putaran pada *harddisk*. *Rotary encoder* adalah piranti yang berbentuk piringan dan memiliki lubang di ujung sisinya.



Gambar 16. Kombinasi antara *photointerrupter* dan *rotary encoder*.

Untuk menghitung jumlah kecepatan putaran motor, maka dapat kita hitung jumlah lubang didalam *rotary encoder*. Jumlah lubang tersebut mewakili 1 putaran motor. Setiap satu lubang terlewati berarti satu pulsa High (1) yang dihasilkan oleh *photointerrupter*. Jika dalam waktu 1 detik dapat diketahui jumlah pulsa yang dihasilkan oleh *photointerrupter*, maka dapat diketahui kecepatan putaran motor dalam 1 menit sebagai berikut :

$$\text{Rotary Per Minute (RPM)} = \frac{\text{Jumlah Pulsa dalam 1 detik}}{\text{Jumlah Lubang}} \times 60$$

Misal *rotary encoder* dengan jumlah lubang 20, dipasangkan pada *shaft* motor DC yang berputar, kemudian dalam waktu satu detik, jumlah pulsa yang dihasilkan oleh

photointerrupter sebanyak 1200. Maka dapat diketahui kecepatan putaran motor DC tersebut dalam satu menit adalah sebagai berikut :

$$\text{Rotary Per Minutes (RPM)} = \frac{\text{Jumlah Pulsa dlm 1 detik}}{\text{Jumlah lubang}} \times 60$$

$$\text{Rotary Per Minutes (RPM)} = \frac{1200}{20} \times 60$$

$$\text{Rotary Per Minutes (RPM)} = 60 \times 60$$

$$\text{Rotary Per Minutes (RPM)} = 3600$$

Spesifikasi sensor LG-JT02 adalah sebagai berikut :

- 1) Menggunakan supply tegangan 5 – 8 Volt DC
- 2) Tegangan output berlogika high 5 - 8 Volt.
- 3) *Low Level Output Current* 50mA.

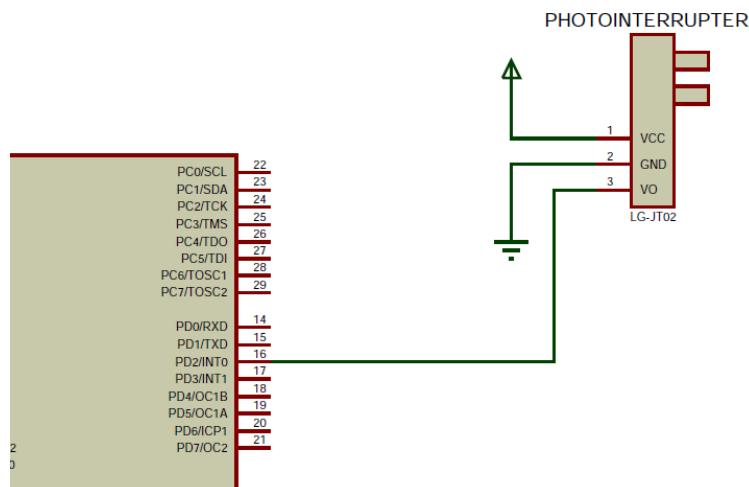
Konfigurasi Pin pada LG-JT-02 adalah sebagai berikut :

Pin	Nama	Deskripsi
1	Vcc	Suppli Tegangan 5 – 8 Volt
2	GND	Ground
3	Vo	Output sinyal High 5 – 8

c. Pengaturan (men set-up) Sensor Putaran

Jika diketahui output dari sensor *photointerrupter* LG-JT02 berupa pulsa. Maka selanjutnya adalah dengan mengatur fitur *external interrupt* pada mikrokontroler. Fitur *external interrupt* adalah fitur yang terdapat pada mikrokontroler yang berfungsi untuk menerima input berupa perubahan pulsa.

Hubungkan output dari sensor *photointerrupter* LG-JT02 ke pin *external interrupt* pada mikrokontroler. Seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 17. Rangkaian Output Photointerrupter menuju ke Mikorkontroler

Fitur *external interrupt* adalah fitur yang berisi program, dimana program tersebut bekerja jika terdapat perubahan pulsa input. Satu kali perubahan pulsa input maka program tersebut dieksekusi satu kali. Program tersebut diisikan dengan rumus penambahan. Sebagai contoh, program tersebut diisi dengan $A = A + 1$, yang berarti variabel A selalu menambah 1 setiap kali ada perubahan pulsa input. Sehingga nilai A adalah jumlah pulsa yang dihasilkan oleh *photointerrupter*.

Selain itu juga memanfaatkan fitur *timer* yang digunakan untuk menghitung waktu. Sehingga jumlah pulsa yang tersimpan pada variable A dapat diambil setiap 1 detik. Artinya, setiap kali *timer* menghitung hingga 1 detik, program utama mengambil data nilai A.

Jika jumlah lubang pada *rotary encoder* adalah 36, maka untuk mendapatkan nilai RPM, data yang diambil dalam satu detik tersebut dimasukkan kedalam rumus sebagai berikut :

$$\text{RPM} = (A/36) * 60 \text{ detik}$$

- RPM Hasil kalkulasi kecepatan dalam menit.
- $A/36$ = adalah jumlah pulsa dibagi /jumlah lubang. Artinya, jika *rotary encoder* memiliki 36 lubang, berarti setiap 36 pulsa mewakili 1 putaran.

Contoh :

Nilai A yang diterima dalam waktu 1 detik adalah 1420. Maka perhitungannya adalah :

- $A/36 = 1420 / 36 = 39.44$, angka 39.44 ini adalah jumlah putaran yang dihasilkan dalam waktu 1 detik. Sehingga untuk mendapatkan nilai RPM perlu dikalikan 60.
- $39.44 \times 60 = 2366.6 \text{ RPM}$

3. Alat / Bahan / Instrumen

- a. Modul Utama *Trainer Sensor dan Kendali* 1
- b. Modul Sensor Putaran (LG-JT02) 1
- c. Oscilloscope dan Probe 1
- d. Power Supply 12Volt 1
- e. Jumper 2

4. Alat / Bahan / Instrumen

- a. Berdo'alah sebelum melaksanakan praktikum
- b. Jangan menghubungkan dengan catu daya sebelum rangkaian diperiksa oleh instruktur/guru.
- c. Ikuti langkah – langkah yang ada dalam modul praktikum ini.
- d. Mintalah petunjuk instrukstur/guru jika terdapat hal – hal yang meragukan.
- e. Jauhkan perlengkapan yang tidak diperlukan dari meja kerja.
- f. Hindari bercanda dengan sesama teman untuk menjaga agar tidak terjadi kecelakaan saat praktikum berlangsung.

5. Langkah Kerja

Lakukanlah percobaan satu demi satu, dimulai dengan langkah-langkah yang harus ditempuh dalam praktikum berikut ini :

- a. Pasangkan Modul Sensor Rotary pada Modul Sistem Minimum.
- b. Coba putar potensiometer pengatur kecepatan motor, dan lihat perubahan kecepatan pada LCD.
- c. Kalibrasi Oscilloscope kemudian pasang probe pada channel 1 dan letakkan probe pada titik ukur **C – GND!**
- d. Putar potensiometer pengatur kecepatan motor dan amati perubahan bentuk gelombang pada oscilloscope.
- e. Buat Tabel seperti dibawah ini dan isilah dengan hasil pengamatan yang telah dilakukan:

No	Instruksi Kecepatan	Kecepatan	Time/div	Div. Horizontal	Periode (T)	Frekuensi (Hz)
1	300 – 400 rpm	360 rpm	1ms	4.2	4.2ms	238
2	700 – 900 rpm					
3	900 – 1100 rpm					
4	1400 – 1550 rpm					
5	1550 – 1850 rpm					
6	1900 – 2200 rpm					
7	2200-2500 rpm					

- f. Lakukan perhitungan frekuensi dengan rumus dibawah ini :

$$\text{Periode (T)} = \text{Divisi Horizontal} \times \text{Time / div}$$

$$= 4.2 \times 1 \text{ ms}$$

$$= 4.2 \text{ ms}$$

$$\text{Frekuensi} = 1/T$$

$$= \frac{1}{4.2 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 238 \text{ Hz}$$

- g. Lakukan perubahan pada potensiometer pengatur kecepatan motor hingga menunjukkan kecepatan motor mendekati instruksi, kemudian catat pada kolom kecepatan. Amati bentuk gelombang, catat time/div yang digunakan, lebar gelombang divisi horizontal, kemudian hitung periode dan frekuensinya seperti pada langkah sebelumnya.
- h. Karena frekuensi adalah banyaknya getaran per detik, maka dapat dikatakan bahwa frekuensi adalah jumlah putaran yang didapat dalam waktu 1 detik. Lakukan perhitungan kecepatan putaran motor dengan rumus dibawah ini :

$$\begin{aligned}\text{Rotary Per Minutes (RPM)} &= \frac{\text{Frekuensi}}{\text{Jumlah lubang}} \times 60 \text{ detik} \\ &= \frac{238}{36} \times 60 \\ &= 396\end{aligned}$$

- i. Kendalikan putaran motor hingga dapat mencapai kecepatan putaran ± 1700 RPM.
- j. Lakukan perubahan dengan mengubah-ubah kecepatan putaran motor.
- k. Simpulkan dan buat laporan hasil praktikum.

Sensor Gas (MQ-7)

1. Tujuan

- a. Mengetahui karakteristik Sensor Gas (MQ-7)
- b. Mengaplikasikan Sensor Gas (MQ-7)
- c. Mengetahui pengaturan sensor Gas (MQ-7) dalam sistem kendali.
- d. Mengendalikan penggunaan sensor Gas (MQ-7) terhadap output.

2. Dasar Teori

a. Pengertian Sensor Gas

Sensor gas berarti piranti yang dapat mendeteksi perubahan fenomena kimia berupa gas tertentu didalam udara. Berbagai macam sensor gas yang saat ini sering kita jumpai seperti sensor gas buatan *FIGARO* ber-seri TGSxxxx dan sensor gas seri MQ-xx buatan *HANWEI Electronics*. Berbagai macam jenis gas yang dapat dideteksi saat ini antara lain, Oksigen (O_2), Karbon dioksida (CO_2), Hidrogen(H), Karbon monoksida (CO), dll. Salah satu jenis sensor pendeteksi gas karbon monoksida yaitu MQ-7.



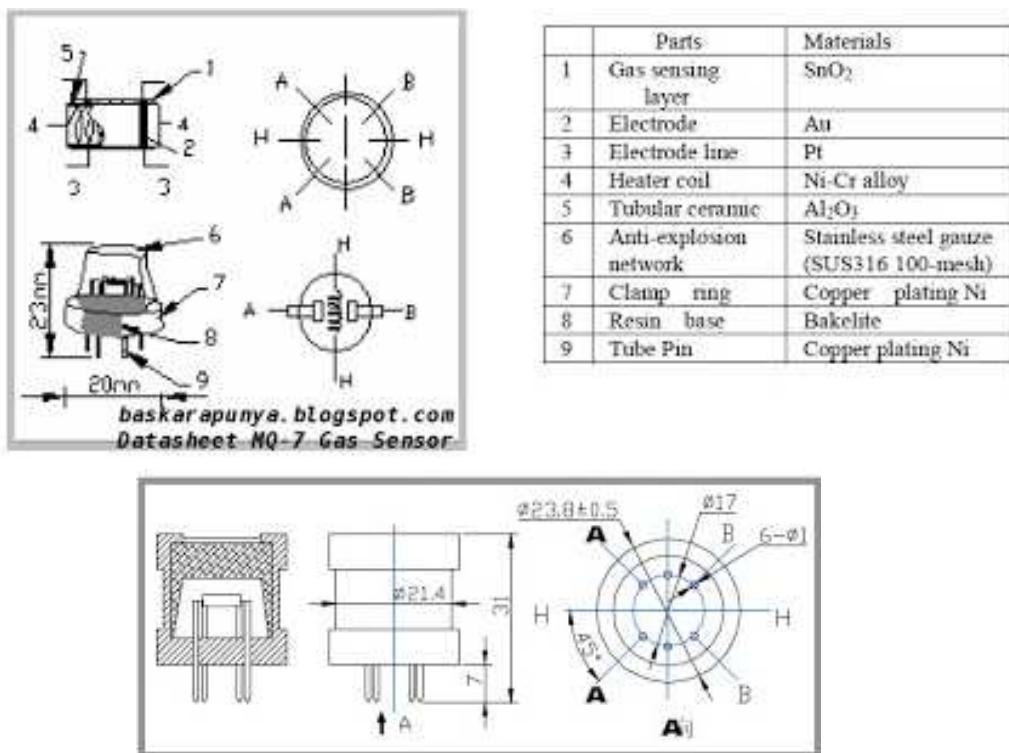
Gambar 18. Sensor MQ-7

b. Cara Kerja Sensor Gas Karbon Monoksida (MQ-7)

MQ-7 sebagai sensor gas yang dapat mendeteksi gas karbon monoksida. Sensor buatan Hanwei China ini terdiri dari keramik $AL2O_3$, lapisan tipis SnO_2 , elektroda serta *heater* yang digabungkan dalam suatu lapisan kerak yang terbuat dari plastic dan *stainless*. Kemasan sensor MQ-7 tersedia dalam dua macam yaitu dari bahan metal dan plastic.

Struktur dan konfigurasi MQ-7 sensor gas ditunjukkan pada gambar. (Konfigurasi A atau B), sensor disusun oleh tabung keramik $AL2O_3$ yang berukuran mikro, Tin

Dioksida (SnO_2) sebagai lapisan sensitif sensor, elektroda untuk pengukuran dan pemanas (*heater*) yang terbuat dari stainless steel. Pemanas berfungsi menyiapkan kondisi kerja yang diperlukan oleh bagian sensitif sensor. MQ-7 dibuat dengan 6 pin, 4 diantaranya digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 lainnya digunakan untuk arus pemanas.



Gambar 19. Konfigurasi sensor MQ-7

Sensor ini dapat beroperasi pada suhu dari -100C sampai 500C dan mengkonsumsi kurang dari 150 mA pada suplai tegangan 5 V.

Fitur sensor gas MQ-7:

- 1) Memiliki sensitivitas tinggi
- 2) Jarak deteksi gas : 10 - 1000 ppm gas CO
- 3) Response time : < 150 detik
- 4) Heater tegangan : 5,0 V
- 5) Dimensi : 20 mm diameter, 10 mm (pin tidak termasuk), 6 mm untuk tinggi pin

c. Pengaturan (men set-up) Sensor Gas

Perlu diketahui bahwa output dari sensor gas CO (MQ-7) berupa tegangan analog, sehingga dalam penggunaannya dengan mikrokontroler hanya menggunakan fitur ADC (*Analog to Digital Converter*). yaitu fitur yang tersedia pada mikrokontroler yang digunakan untuk mengkonversikan data analog berupa tegangan menjadi data digital. Kemudian data

digital inilah yang diperoses menjadi suatu nilai dalam orde kadar CO (%) . Hasil akhir nilai kadar CO tersebut perlu dikalibrasi dengan menggunakan alat yang sejenis, atau dapat dilihat didalam *datasheet* MQ-7.

3. Alat / Bahan / Instrumen

- a. Modul Utama *Trainer* Sensor dan Kendali 1
- b. Modul Sensor Gas Karbon Monoksida (MQ-7) 1
- c. Multimeter 1
- d. Power Supply 12Volt 1
- e. Jumper 2 buah 1

4. Keselamatan Kerja

- a. Berdo'alah sebelum melaksanakan praktikum
- b. Jangan menghubungkan dengan catu daya sebelum rangkaian diperiksa oleh instruktur/guru.
- c. Ikuti langkah – langkah yang ada dalam modul praktikum ini.
- d. Mintalah petunjuk instrukstur/guru jika terdapat hal – hal yang meragukan.
- e. Jauhkan perlengkapan yang tidak diperlukan dari meja kerja.
- f. Hindari bercanda dengan sesama teman untuk menjaga agar tidak terjadi kecelakaan saat praktikum berlangsung.

5. Langkah Kerja

Lakukanlah percobaan satu demi satu, dimulai dengan langkah-langkah yang harus ditempuh dalam praktikum berikut ini :

- a. Pasangkan Modul Sensor Gas Karbon Monoksida (MQ-7) Pada Modul Sistem Minimum.
- b. Isi wadah tersebut dengan asap hasil pembakaran rokok / gas korek api pada lubang yang tersedia.



- c. Amati perubahan kadar gas karbon monoksida yang tertera pada LCD.
- d. Lakukan pengukuran Tegangan Output menggunakan multimeter pada titik ukur **A - GND !**
- e. Buat Tabel seperti dibawah ini dan isilah dengan hasil pengamatan yang telah dilakukan.

No.	Kadar CO	V out (Volt)
1	60 %	
2	50 %	
3	40 %	
4	30 %	
5	25 %	
6	20 %	
7	15 %	
8	10 %	
9	5 %	

- f. Kendalikan sensor agar ketika mendeteksi gas CO dengan kadar diatas 10%.
- g. Lakukan perubahan dengan mengganti batas kadar CO yang dideteksi, dan coba ubah outputnya.
- h. Simpulkan dan buat laporan hasil praktikum.

Sensor Beban (FSR)

1. Tujuan

- a. Mengetahui karakteristik Sensor Beban FSR
- b. Mengaplikasikan Sensor Beban FSR
- c. Mengetahui pengaturan sensor Beban FSR dalam sistem kendali
- d. Mengendalikan penggunaan sensor Beban FSR terhadap output

2. Dasar Teori

a. Pengertian Sensor Beban

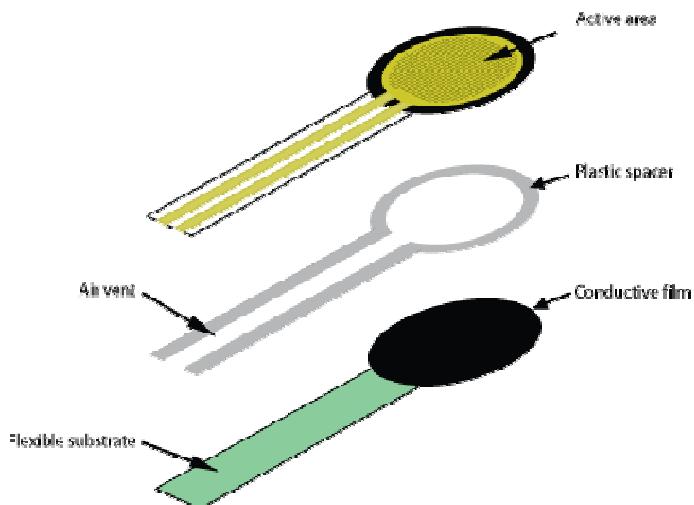
Force Resistive Resistor atau kerap disebut sebagai FSR ini merupakan sebuah sensor tekanan yang akan memiliki resistansi yang berubah-ubah sesuai dengan besarnya *pressure* atau tekanan yang diberikan pada area sensornya. Semakin besar tekanan yang diberikan maka akan semakin kecil output resistansi dari sensor ini. Saat tidak ada tekanan diberikan, biasanya resistansi sensor ini lebih dari 1 Mega ohm, sedangkan pada tekanan penuh resistansinya bisa sampai 1 Kilo ohm bahkan kurang.



Gambar 20. Sensor Beban FSR

b. Cara Kerja Sensor Beban FSR

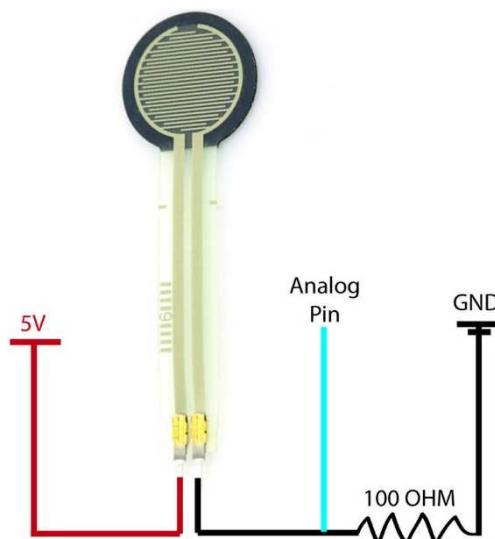
Force Sensing Resistor (FSR) adalah perangkat polimer, yang menunjukkan penurunan resitansi/hambatan dengan meningkatnya tekanan yang diberikan pada area sensor. Semakin besar tekanan yang diberikan pada sensor, maka semakin kecil nilai resistansi dan nilai tegangan akan besar.



Gambar 21. Struktur *Hardware* FSR.

c. Pengaturan (men set-up) Sensor Beban FSR

Penggunaan Sensor beban FSR sangat mudah, mengingat output dari sensor ini sudah berupa tegangan, maka tidak diperlukan rangkaian tambahan. Sama seperti pada sensor cahaya, tegangan outputnya diubah menjadi data digital lalu dengan fitur ADC mikrokontroler, kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan rumus agar hasilnya mendekati nilai pada alat ukur temperatur yang *standart*. Proses penyamaan hasil nilai ini disebut **kalibrasi/adjustment**.



Gambar 22. Rangkaian FSR

3. Alat / Bahan / Instrument

- a. Modul Utama *Trainer* Sensor dan Kendali 1
- b. Modul Sensor Beban FSR 1
- c. Multimeter 1

- d. Power Supply 12Volt.....1

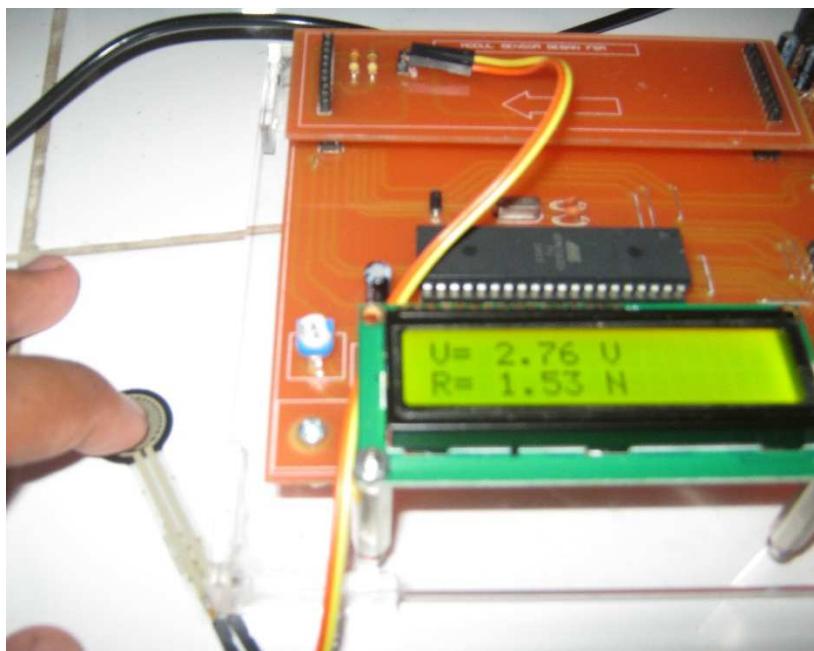
4. Keselamatan Kerja

- a. Berdo'alah sebelum melaksanakan praktikum.
- b. Jangan menghubungkan dengan catu daya sebelum rangkaian diperiksa oleh instruktur/guru.
- c. Ikuti langkah – langkah yang ada dalam modul praktikum ini.
- d. Mintalah petunjuk instrukstur/guru jika terdapat hal – hal yang meragukan.
- e. Jauhkan perlengkapan yang tidak diperlukan dari meja kerja.
- f. Hindari bercanda dengan sesama teman untuk menjaga agar tidak terjadi kecelakaan saat praktikum berlangsung.

5. Langkah Kerja

Lakukanlah percobaan satu demi satu, dimulai dengan langkah-langkah yang harus ditempuh dalam praktikum berikut ini :

- a. Pasangkan Modul Sensor Beban FSR pada Modul Sistem Minimum.
- b. Hubungkan modul utama dengan catu daya 12volt, kemudian hidupkan modul dengan menekan saklar.
- c. Tekan sensor di area bulatannya.



- d. Lakukan pengukuran Tegangan Output menggunakan multimeter pada titik ukur **A - GND**.
- e. Buat Tabel dengan contoh dibawah ini dan isilah dengan hasil pengamatan yang telah dilakukan :

No.	V out (LCD)	V out (Multimeter)	Force (Newton)
1			
2			
3			
4			
5			

- f. Simpulkan dan Buat laporan hasil praktikum.



PENUTUP

Setelah menyelesaikan modul ini dan mengerjakan semua praktikum maka berdasarkan kriteria penilaian, peserta diklat dapat dinyatakan lulus/tidak lulus. Apabila dinyatakan lulus maka dapat melanjutkan ke modul berikutnya, sedangkan apabila dinyatakan tidak lulus, maka peserta diklat harus mengulang modul ini dan tidak diperkenankan mengambil modul selanjutnya.

LAMPIRAN 2

Angket Uji Kelayakan

Oleh Ahli

ANGKET AHLI MEDIA

PENGEMBANGAN *TRAINER KIT* SENSOR SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN SENSOR DAN AKTUATOR
DI SMK NEGERI 2 PENGASIH



IDENTITAS RESPONDEN

NAMA RESPONDEN : Ariadie Chandra Nugraha, M.T.
INSTANSI : UNY

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2015

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai Ahli Media tentang media pembelajaran *trainer kit* sensor untuk siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih.
2. Saran dan masukan Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan media pembelajaran *trainer kit* sensor ini.
3. Bapak/Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CENTANG (✓) pada kolom jawaban.

Contoh:

No	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	Pengaturan tata letak komponen pada PCB sudah beraturan dan rapi.		✓		

4. Jika Bapak/Ibu ingin mengubah jawaban, maka Bapak/Ibu memberikan tanda SAMA DENGAN (=) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA CENTANG (✓) pada kolom penggantinya.

No	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	Pengaturan tata letak komponen pada PCB sudah beraturan dan rapi.		≠	✓	

5. Keterangan Jawaban:

STS = Sangat Tidak Setuju

TS = Tidak Setuju

S = Setuju

SS = Sangat Setuju

6. Komentar atau saran Bapak/Ibu mohon ditulis pada lembar yang telah disediakan.

Atas kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

B. Aspek Penilaian

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Aspek Desain					
1.	Pengaturan tata letak komponen pada PCB teratur dan rapi.				✓
2.	Pengaturan tata letak pin pada tiap PCB teratur, sehingga mudah dalam penggunaannya.				✓
3.	Jalur PCB pada <i>Trainer Kit Sensor</i> sudah baik.				✓
4.	Penulisan nama komponen pada elektronik <i>Trainer Kit Sensor</i> sesuai.				✓
5.	Penggunaan komponen dan ukuran komponen pada elektronik <i>Trainer Kit Sensor</i> sesuai.				✓
6.	<i>Trainer Kit Sensor</i> memiliki desain menarik.			✓	
7.	Pemakaian tempat penyimpanan <i>Trainer Kit Sensor</i> baik.			✓	
8.	Warna yang digunakan pada <i>Trainer Kit Sensor</i> menarik.			✓	
9.	Desain <i>Trainer Kit Sensor</i> mudah dikembangkan.				✓

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Aspek Teknis					
10.	Unjuk kerja <i>Trainer Kit Sensor</i> secara keseluruhan dapat bekerja dengan baik.				✓
11.	Unjuk kerja <i>Trainer Kit Sensor</i> memenuhi kompetensi mata pelajaran Sensor dan Aktuator.			✓	
12.	Hasil unjuk kerja <i>Trainer Kit Sensor</i> tidak ditemukan kesalahan (<i>error</i>).				✓
13.	Pemasangan Modul Sensor pada Modul Utama dilakukan dengan mudah.				✓
14.	Buku petunjuk penggunaan memudahkan pengguna untuk mengoperasikan <i>Trainer Kit Sensor</i> ini.			✓	
15.	Catu daya DC 12 V dan 5 V sangat aman digunakan dalam pembelajaran.				✓
16.	Data I/O bekerja dengan baik sehingga mudah dalam penggunaan.				✓

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
17.	Data <i>output</i> ditampilkan dengan jelas dan mudah dalam pembacaan hasilnya.				✓
18.	Perbaikan atau perubahan pemrogram dapat dilakukan secara mudah dengan adanya <i>port</i> pemrograman yang disediakan.			✓	
19.	<i>Trainer Kit Sensor</i> dapat dioperasikan dengan mudah.				✓
Aspek Kemanfaatan					
20.	<i>Trainer Kit Sensor</i> membantu siswa dalam mempelajari sensor dan aktuator.				✓
21.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> memudahkan dalam proses pembelajaran.				✓
22.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> memperjelas karakteristik dan cara kerja sensor.			✓	
23.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> memberi motivasi belajar siswa.				✓

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
24.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> meningkatkan perhatian siswa pada materi ajar.				✓
25.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> membantu siswa memahami penerapan sensor.			✓	
26.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> menambah pengetahuan siswa pada sistem kendali menggunakan sensor.				✓
27.	<i>Trainer Kit Sensor</i> ini bersifat interaktif sehingga merangsang kegiatan belajar penggunanya untuk lebih kreatif.				✓
28.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> membantu guru dalam menjelaskan materi ajar.			✓	
29.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> mempermudah guru menyusun tugas untuk siswa.	→		✓	
30.	<i>Trainer Kit Sensor</i> mudah dikembangkan, sehingga memungkinkan guru untuk menambah jenis sensor.			✓	

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
31.	<i>Trainer Kit Sensor dapat digunakan pada materi pelajaran lain (Teknik Pemrograman Mikrokontroler, Perekayasa Sistem Kontrol, dll).</i>			✓	

C. Komentar dan Saran Umum

Modul praktikum perlu disempurnakan, terutama terkait langkah-langkah praktikum.....

D. Kesimpulan

Media pembelajaran *Trainer Kit Sensor* untuk mata pelajaran Sensor dan Aktuator dinyatakan:

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

Yogyakarta, 15 Mei 2015

Ahli Media



(...Ariadi Chandraputra)

ANGKET AHLI MEDIA

PENGEMBANGAN *TRAINER KIT* SENSOR SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN SENSOR DAN AKTUATOR
DI SMK NEGERI 2 PENGASIH



IDENTITAS RESPONDEN

NAMA RESPONDEN : Didik Hariyanto, M.T.
INSTANSI : UNY

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2015

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai Ahli Media tentang media pembelajaran *trainer kit* sensor untuk siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih.
2. Saran dan masukan Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan media pembelajaran *trainer kit* sensor ini.
3. Bapak/Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CENTANG (✓) pada kolom jawaban.

Contoh:

No	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	Pengaturan tata letak komponen pada PCB sudah beraturan dan rapi.		✓		

4. Jika Bapak/Ibu ingin mengubah jawaban, maka Bapak/Ibu memberikan tanda SAMA DENGAN (=) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA CENTANG (✓) pada kolom penggantinya.

No	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	Pengaturan tata letak komponen pada PCB sudah beraturan dan rapi.		≠	✓	

5. Keterangan Jawaban:

STS = Sangat Tidak Setuju

TS = Tidak Setuju

S = Setuju

SS = Sangat Setuju

6. Komentar atau saran Bapak/Ibu mohon ditulis pada lembar yang telah disediakan.

Atas kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

B. Aspek Penilaian

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Aspek Desain					
1.	Pengaturan tata letak komponen pada PCB teratur dan rapi.				✓
2.	Pengaturan tata letak pin pada tiap PCB teratur, sehingga mudah dalam penggunaannya.			✓	
3.	Jalur PCB pada <i>Trainer Kit Sensor</i> sudah baik.			✓	
4.	<u>Penulisan nama komponen pada elektronik Trainer Kit Sensor sesuai.</u>			✓	
5.	Penggunaan komponen dan ukuran komponen pada elektronik <i>Trainer Kit Sensor</i> sesuai.			✓	
6.	<i>Trainer Kit Sensor</i> memiliki desain menarik.				✓
7.	<u>Pemakaian tempat penyimpanan</u> <i>Trainer Kit Sensor</i> baik.			✓	
8.	Warna yang digunakan pada <i>Trainer Kit Sensor</i> menarik.			✓	
9.	Desain <i>Trainer Kit Sensor</i> mudah dikembangkan.			✓	

lebih diperbaiki
dan
diperbaiki agar
lebih terbaik

lebih
dikuat
compact,
masih dibawa

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Aspek Teknis					
10.	Unjuk kerja <i>Trainer Kit Sensor</i> secara keseluruhan dapat bekerja dengan baik.				✓
11.	Unjuk kerja <i>Trainer Kit Sensor</i> memenuhi kompetensi mata pelajaran Sensor dan Aktuator.				✓
12.	Hasil unjuk kerja <i>Trainer Kit Sensor</i> tidak ditemukan kesalahan (<i>error</i>).			✓	
13.	Pemasangan Modul Sensor pada Modul Utama dilakukan dengan mudah.				✓
14.	Buku petunjuk penggunaan memudahkan pengguna untuk mengoperasikan <i>Trainer Kit Sensor</i> ini.			✓	
15.	Catu daya DC 12 V dan 5 V sangat aman digunakan dalam pembelajaran.			✓	
16.	Data I/O bekerja dengan baik sehingga mudah dalam penggunaan.			✓	

dicefah werna
di kertas yg bagus
ukuran A5

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
17.	Data <i>output</i> ditampilkan dengan jelas dan mudah dalam pembacaan hasilnya.				✓
18.	Perbaikan atau perubahan pemrogram dapat dilakukan secara mudah dengan adanya <i>port</i> pemrograman yang disediakan.			✓	
19.	<i>Trainer Kit Sensor</i> dapat dioperasikan dengan mudah.			✓	
Aspek Kemanfaatan					
20.	<i>Trainer Kit Sensor</i> membantu siswa dalam mempelajari sensor dan aktuator.			✓	
21.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> memudahkan dalam proses pembelajaran.			✓	
22.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> memperjelas karakteristik dan cara kerja sensor.			✓	
23.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> memberi motivasi belajar siswa.			✓	

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
24.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> meningkatkan perhatian siswa pada materi ajar.			✓	
25.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> membantu siswa memahami penerapan sensor.				✓
26.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> menambah pengetahuan siswa pada sistem kendali menggunakan sensor.			✓	
27.	<i>Trainer Kit Sensor</i> ini bersifat interaktif sehingga merangsang kegiatan belajar penggunanya untuk lebih kreatif.				✓
28.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> membantu guru dalam menjelaskan materi ajar.			✓	
29.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> mempermudah guru menyusun tugas untuk siswa.			✓	
30.	<i>Trainer Kit Sensor</i> mudah dikembangkan, sehingga memungkinkan guru untuk menambah jenis sensor.				✓

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
31.	Trainer Kit Sensor dapat digunakan pada materi pelajaran lain (Teknik Pemrograman Mikrokontroler, Perekayasa Sistem Kontrol, dll).			✓	

C. Komentar dan Saran Umum

-) bentuknya → secara umum tidak bagus, namun lebih bagus lagi ketika wadah disusun (compact), shg mudah dibawa dan ditinggal
-) tulisan pd modul yg luas dipercaya dan/atau diperjelas, shg mudah dibaca.
-) manual book dicetak walaupun di bentuk bagus (tebal + mengkilap). ukuran A5.
-) di labsheet pd luas dimonterkan foto-foto cara pemasangan modul dan pengoperasian modul.

D. Kesimpulan

Media pembelajaran Trainer Kit Sensor untuk mata pelajaran Sensor dan Aktuator dinyatakan:

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

Yogyakarta, 13 - 5 2015

Ahli Media



(DILIK HARYONO.....)

ANGKET AHLI MATERI

**PENGEMBANGAN *TRAINER KIT* SENSOR SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN SENSOR DAN AKTUATOR
DI SMK NEGERI 2 PENGASIH**



IDENTITAS RESPONDEN

NAMA RESPONDEN : Sigit Yatmono, M.T.
INSTANSI : UNY

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

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi tentang media pembelajaran *trainer kit* sensor untuk siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih.
2. Saran dan masukan Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan media pembelajaran *trainer kit* sensor ini.
3. Bapak/Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA SILANG (X) pada kolom jawaban.

Contoh:

No	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	<i>Trainer Kit</i> Sensor sudah sesuai dengan silabus.		✓		

4. Jika Bapak/Ibu ingin mengubah jawaban, maka Bapak/Ibu memberikan tanda SAMA DENGAN (=) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA SILANG (X) pada kolom penggantinya.

No	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	<i>Trainer Kit</i> Sensor sudah sesuai dengan silabus.		≠	✓	

5. Keterangan Jawaban:

STS = Sangat Tidak Setuju

TS = Tidak Setuju

S = Setuju

SS = Sangat Setuju

6. Komentar atau saran Bapak/Ibu mohon ditulis pada lembar yang telah disediakan.

Atas kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

B. Aspek Penilaian

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Aspek Materi					
1.	<i>Trainer Kit Sensor</i> sesuai dengan silabus.			✓	
2.	<i>Trainer Kit Sensor</i> dapat mendukung pencapaian kompetensi dasar.				✓
3.	<i>Trainer Kit Sensor</i> lengkap sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu praktikum untuk menguasai kompetensi dasar men-set up sensor.				✓
4.	<i>Trainer Kit Sensor</i> dapat digunakan dalam pelajaran Sensor dan Aktuator			✓	
5.	Materi yang disampaikan pada Modul Panduan <i>Trainer Kit Sensor</i> sesuai dengan kompetensi dasar.				✓
6.	Materi yang disampaikan pada Modul Praktikum <i>Trainer Kit Sensor</i> sudah cukup mendalam.			✓	
7.	Materi yang disampaikan pada Modul Praktikum <i>Trainer Kit Sensor</i> mudah dimengerti oleh siswa.			✓	

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
8.	Modul Praktikum menyajikan langkah-langkah pengoperasian <i>Trainer Kit Sensor</i> dengan baik.			✓	
9.	Modul Panduan memiliki keruntutan materi yang baik.			✓	
10.	<i>Trainer Kit Sensor</i> dan Modul Praktikum memiliki keterkaitan materi yang baik.			✓	
11.	<i>Trainer Kits Sensor</i> dan Modul Praktikum dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang sensor.			✓	
12.	<i>Trainer Kit Sensor</i> dan Modul Praktikum memberikan gambaran tentang penerapan sensor.				✓
13.	<i>Trainer Kit</i> dan Modul Praktikum memberikan pengetahuan baru bagi siswa.			✓	
14.	Soal latihan yang terdapat dalam Modul Praktikum sesuai materi yang disampaikan.			✓	
15.	Pengoperasian <i>Trainer Kit Sensor</i> mudah dipraktikkan dan dipahami.			✓	

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
16.	Tata bahasa dan kosakata dalam Modul Panduan sesuai dengan kemampuan intelektual siswa.				✓
Kemanfaatan					
17.	Penggunaan Trainer Kit Sensor dapat membantu guru dalam menyampaikan materi pelajaran.			✓	
18.	Penggunaan Trainer Kit Sensor dapat memudahkan siswa dalam memahami materi pelajaran.			✓	
19.	Penggunaan Trainer Kit Sensor dapat menumbuhkan minat belajar siswa.			✓	

C. Komentar dan Saran Umum

- * Tugas tambahan yg diaplikasikan dg motor, saat pengubahan mode akan lebih baik jika diberi tambahan lampiran LCD pada mode
- * Tabel kadar air akan lebih diperlukan, akan lebih mudah jika misalnya perubahan data kadar air di peroleh dg menggunakan air liq pot dg besaran relatif ml (milliliter) secara bertahap.
- * Tabel sensor berkenaan PSR, terutama Realan Force (Newton) belum ada panduan untuk mendapatkan nilainya. Apakah di dapat dari perhitungan atau pengukuran.

D. Kesimpulan

Media pembelajaran *Trainer Kit Sensor* untuk mata pelajaran Sensor dan Aktuator dinyatakan:

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

Yogyakarta, 12-5-2015

Ahli Materi



(.....Sigit Y.....)

ANGKET AHLI MATERI

**PENGEMBANGAN *TRAINER KIT* SENSOR SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN SENSOR DAN AKTUATOR
DI SMK NEGERI 2 PENGASIH**



IDENTITAS RESPONDEN

NAMA RESPONDEN : Lilik Gunarta, S.T.

INSTANSI : SMK N 2 Pengasih

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA

JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2015

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi tentang media pembelajaran *trainer kit* sensor untuk siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih.
2. Saran dan masukan Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan media pembelajaran *trainer kit* sensor ini.
3. Bapak/Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA SILANG (X) pada kolom jawaban.

Contoh:

No	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	<i>Trainer Kit</i> Sensor sudah sesuai dengan silabus.		✓		

4. Jika Bapak/Ibu ingin mengubah jawaban, maka Bapak/Ibu memberikan tanda SAMA DENGAN (=) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA SILANG (X) pada kolom penggantinya.

No	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	<i>Trainer Kit</i> Sensor sudah sesuai dengan silabus.		≠	✓	

5. Keterangan Jawaban:

STS = Sangat Tidak Setuju

TS = Tidak Setuju

S = Setuju

SS = Sangat Setuju

6. Komentar atau saran Bapak/Ibu mohon ditulis pada lembar yang telah disediakan.

Atas kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

B. Aspek Penilaian

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Aspek Materi					
1.	<i>Trainer Kit Sensor</i> sesuai dengan silabus.				✓
2.	<i>Trainer Kit Sensor</i> dapat mendukung pencapaian kompetensi dasar.				✓
3.	<i>Trainer Kit Sensor</i> lengkap sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu praktikum untuk menguasai kompetensi dasar men-set up sensor.			✓	
4.	<i>Trainer Kit Sensor</i> dapat digunakan dalam pelajaran Sensor dan Aktuator				✓
5.	Materi yang disampaikan pada Modul Panduan <i>Trainer Kit Sensor</i> sesuai dengan kompetensi dasar.				✓
6.	Materi yang disampaikan pada Modul Praktikum <i>Trainer Kit Sensor</i> sudah cukup mendalam.			✓	
7.	Materi yang disampaikan pada Modul Praktikum <i>Trainer Kit Sensor</i> mudah dimengerti oleh siswa.				✓

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
8.	Modul Praktikum menyajikan langkah-langkah pengoperasian <i>Trainer Kit Sensor</i> dengan baik.				✓
9.	Modul Panduan memiliki keruntutan materi yang baik.			✓	
10.	<i>Trainer Kit Sensor</i> dan Modul Praktikum memiliki keterkaitan materi yang baik.				✓
11.	<i>Trainer Kits Sensor</i> dan Modul Praktikum dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang sensor.				✓
12.	<i>Trainer Kit Sensor</i> dan Modul Praktikum memberikan gambaran tentang penerapan sensor.				✓
13.	<i>Trainer Kit</i> dan Modul Praktikum memberikan pengetahuan baru bagi siswa.			✓	
14.	Soal latihan yang terdapat dalam Modul Praktikum sesuai materi yang disampaikan.				✓
15.	Pengoperasian <i>Trainer Kit Sensor</i> mudah dipraktikkan dan dipahami.			✓	

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
16.	Tata bahasa dan kosakata dalam Modul Panduan sesuai dengan kemampuan intelektual siswa.				✓
Kemanfaatan					
17.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> dapat membantu guru dalam menyampaikan materi pelajaran.				✓
18.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> dapat memudahkan siswa dalam memahami materi pelajaran.				✓
19.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> dapat menumbuhkan minat belajar siswa.				✓

C. Komentar dan Saran Umum

.....Semua sudah bagus....tinggal pengembangan yang.....
kabeh banyak sensor dan ke aplikasi.....
.....

D. Kesimpulan

Media pembelajaran *Trainer Kit Sensor* untuk mata pelajaran Sensor dan Aktuator dinyatakan:

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

Yogyakarta, ...19... Maret 2015

Ahli Materi



(.....Lilik Gunarto, S.T.....)

LAMPIRAN 3

Angket Pengguna

ANGKET PENGGUNA

**PENGEMBANGAN TRAINER KIT SENSOR SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN SENSOR DAN AKTUATOR
DI SMK NEGERI 2 PENGASIH**



IDENTITAS RESPONDEN

NAMA RESPONDEN :

INSTANSI :

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

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat siswa sebagai pengguna tentang media pembelajaran *trainer kit* sensor untuk siswa kelas XI Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih.
2. Saran dan masukan akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan media pembelajaran *trainer kit* sensor ini.
3. Siswa diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CENTANG (✓) pada kolom jawaban.

Contoh:

No	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	Soal latihan yang diberikan sesuai dengan materi yang diajarkan.		✓		

4. Jika siswa ingin mengubah jawaban, maka siswa memberikan tanda SAMA DENGAN (=) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA CENTANG (✓) pada kolom pengantinya.

No	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
1.	Soal latihan yang diberikan sesuai dengan materi yang diajarkan.		≠	✓	

5. Keterangan Jawaban:

STS = Sangat Tidak Setuju

TS = Tidak Setuju

S = Setuju

SS = Sangat Setuju

6. Komentar atau saran mohon ditulis pada lembar yang telah disediakan.
Atas kesediaan anda untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

B. Aspek Penilaian

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Aspek Materi					
1.	Isi kalimat dalam Modul Praktikum dapat saya paham dengan baik.				✓
2.	Langkah-langkah dalam Modul Panduan dapat saya ikuti dengan mudah.			✓	✓
3.	Materi yang diberikan sesuai dengan mata pelajaran Sensor dan Aktuator.				✓
4.	Soal latihan yang diberikan sesuai dengan materi yang diajarkan.			✓	
Aspek Pembelajaran					
5.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> memberi kesempatan saya belajar sensor lebih luas.				✓
6.	Saya merasa terbantu saat belajar menggunakan <i>Trainer Kit Sensor</i> .				✓
7.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> memberi tambahan motivasi saya untuk belajar mengenai sensor.				✓

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
8.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> menambah pengetahuan saya tentang karakteristik dan cara kerja sensor.				✓
9.	Penggunaan <i>Trainer Kit Sensor</i> meningkatkan perhatian saya terhadap materi ajar.				✓
10.	<i>Trainer Kit Sensor</i> membantu meningkatkan kompetensi keahlian saya.				✓
Aspek Teknis					
11.	Buku petunjuk penggunaan memudahkan saya untuk mengoperasikan <i>Trainer Kit Sensor</i> ini.				✓
12.	Pengaturan tata letak komponen pada PCB sudah beraturan dan rapi, memudahkan saya dalam memahami <i>Trainer Kit Sensor</i> .			✓	
13.	Data <i>output</i> ditampilkan dengan jelas, sehingga memudahkan saya dalam pembacaan hasilnya.			✓	

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
14.	Pemasangan Modul Sensor pada Modul Utama dapat saya lakukan dengan mudah.			✓	✓
15.	Trainer Kit Sensor dapat saya operasikan dengan mudah.				✓
16.	Penggunaan Trainer Kit Sensor ini dapat membantu saya memahami penerapan sensor.				✓
17.	Penggunaan Trainer Kit Sensor ini dapat menambah pengetahuan saya pada sistem kendali menggunakan sensor.				✓

C. Komentar dan Saran Umum

- Kalau bisa ditambah sensor Pendeteksi Jamur Pada makanan / Pendeteksi kadaluwarsa.
- Presentasinya Sudah Sangat baik.

Yogyakarta, 26 Mei 2015

Pengguna

(.....Zaharia Kornea P.)

LAMPIRAN 4

Soal Tes

Nama :
Kelas / Jurusan : /
Hari / Tanggal : /

**LEMBAR
SOAL**

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan memberi tanda (X) pada jawaban yang menurut anda benar

Contoh Soal :

Sensor LM35 bekerja dengan cara mendekripsi perubahan :

- a. Cahaya
 - b. Jarak
 - c. Suhu
 - d. Berat
-
-

1. Apa yang dimaksud dengan sensor?
 - a. Sensor adalah suatu alat yang dapat mengubah arus menjadi tegangan
 - b. Sensor adalah suatu alat yang dapat mengubah suatu bentuk energi menjadi bentuk energi yang lain
 - c. Sensor adalah suatu alat yang dapat mengubah tahanan menjadi tegangan listrik
 - d. Sensor adalah suatu alat yang dapat mengubah energy mekanik menjadi listrik
2. Perhatikan gambar di bawah ini:



Berapa persen lebar duty cycle diatas.

- a. 75 %
 - b. 100 %
 - c. 0 %
 - d. 25 %
3. Untuk mendekripsi jarak, kita dapat menggunakan sensor di bawah ini, kecuali ...
 - a. Ultrasonic
 - b. Inframerah
 - c. Proximity
 - d. FSR

4. Output sensor yang berupa data tegangan analog dapat diolah menjadi output digital menggunakan fasilitas mikrokontroler?
 - a. I/O
 - b. UART
 - c. ADC
 - d. Interupt
5. Pin pada sensor SRF04 yang berfungsi untuk memicu pembangkitan gelombang ultrasonic adalah....
 - a. Trigger
 - b. Analog
 - c. Echo
 - d. Interupt
6. Fungsi sensor ultrasonic jika digunakan pada kehidupan sehari-hari adalah sebagai....
 - a. Sensor lampu penerangan jalan
 - b. Pengering padi otomatis
 - c. Sensor parkir mobil
 - d. Pengukuran berat badan
7. Sistem kendali yang kinerjanya memiliki pengaruh terhadap keluarannya, dan memiliki umpan balik terhadap proses yang berjalan, termasuk definisi dari...
 - a. Sistem kendali Terprogram
 - b. Sistem kendali Otomatis
 - c. Sistem kendali Loop terbuka
 - d. Sistem kendali Loop tertutup
8. Pada sensor garis robot line follower, komponen yang berfungsi sebagai media receiver adalah....
 - a. Photodioda
 - b. Infra red
 - c. LED
 - d. Transistor
9. Contoh penggunaan sistem kendali loop terbuka dalam kehidupan sehari-hari adalah....
 - a. Dispenser
 - b. Toaster / pemanggang roti
 - c. Kulkas
 - d. Smoke detector

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 10. I. Mesin cuci | IV. Toaster |
| II. Dispenser | V. Tangga berjalan |
| III. Smoke detector | VI. AC |

Dari beberapa contoh di atas, mana sajakah yang merupakan contoh pengaplikasian sistem kendali loop tertutup...

- | | |
|----------------|------------------|
| a. I , II , V | c. II , III , VI |
| b. II , IV , V | d. IV , V , VI |
11. Sebuah sensor ultrasonic diketahui kecepatan suara (V) = 344 m/s dan waktu tempuh gelombang (t) dari dipancarkan hingga diterima kembali setelah dipantulkan adalah 250 μ s. Berapakah jarak antara sensor dengan benda yang memantulkan gelombang??
- | | |
|------------|-------------|
| a. 0,43 cm | c. 0,043 cm |
| b. 43 cm | d. 4,3 cm |
12. Sebuah industri ingin mensortir hasil produksi antara logam dan plastik, sensor apakah yang dapat mendekksi antara logam dan plastik?
- a. Sensor Ultrasonic SRF04
 - b. Sensor FSR
 - c. Sensor MQ-7
 - d. Sensor Proximity Induktif
13. Untuk mendekksi kecepatan putar motor dapat menggunakan sensor....
- a. Ultrasonic
 - b. Photo-interrupter
 - c. LM35
 - d. Moisture Sensor
14. Perhatikan gambar berikut :



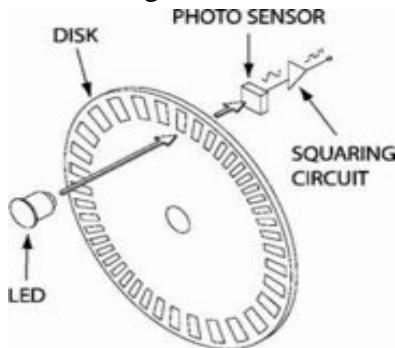
Gambar sensor di atas adalah sensor.....

- a. Sensor beban
- b. Sensor suhu
- c. Sensor kelembaban tanah
- d. Sensor jarak

15. Sensor yang memiliki output berupa tegangan analog adalah sebagai berikut, kecuali....

- a. FSR
- b. LM35
- c. MMA 7455 Accelero sensor
- d. Sensor arus ACS712-5A

16. Perhatikan gambar berikut



Sebuah rotary encoder dengan lubang pencacah sebanyak 36 lubang, dipasangkan pada shaft motor DC yang akan dihitung putaran per menitnya. Diketahui jumlah cacahan/pulse rotary encoder dalam 1 detik sebanyak 1350. Berapakah putaran per menit motor (RPM) DC tersebut?

- a. 2520 RPM
- b. 2250 RPM
- c. 2225 RPM
- d. 2150 RPM

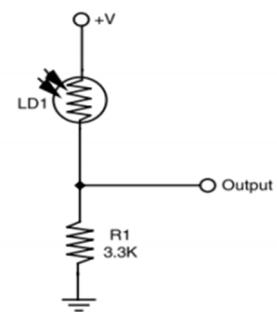
17. Prinsip kerja dari suatu sensor mengubah besaran panas menjadi tegangan listrik adalah...

- a. LDR
- b. FSR
- c. Termokopel
- d. Strain gage

18. Sensor cahaya yang dapat mengubah perubahan besaran optic (cahaya) menjadi perubahan tegangan merupakan sensor cahaya jenis....

- c. Photoconductive
- d. Photoresistive
- c. Photoinductive
- d. Photovoltaic

19. Gambar disamping menunjukkan photoresistor yang disambung seri dengan resistor $3,3\text{ K}\Omega$. Sinyal output dari rangkaian tersebut adalah.....
- a. Sinyal pwm
 - b. Sinyal analog
 - c. Sinyal eror
 - d. Sinyal digital



20. Cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam satu periode, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda disebut
- a. Duty Cycle
 - b. Periode
 - c. PWM
 - d. Frekuensi

LAMPIRAN 5

Expert Judgment

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

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Edy Supriyadi, M.Pd.
NIP : 19611003 198703 1 002
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Arvin Heri Wicaksono
NIM : 10518244029
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Trainer Kit Sensor Sebagai Media Pembelajaran Mata Pelajaran Sensor dan Aktuator di SMK Negeri 2 Pengasih

✓ pada bagian media

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

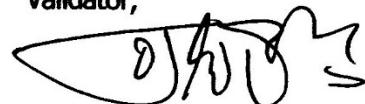
- Layak digunakan untuk penelitian
 Layak digunakan dengan perbaikan
 Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan

dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 5-5-2015

Validator,



Dr. Edy Supriyadi, M.Pd.

NIP. 19611003 198703 1 002

Catatan:

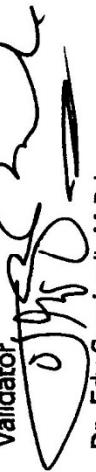
- Beri tanda ✓

Nama Mahasiswa : Arvin Heri Wicaksono
 Judul TAS : Pengembangan Trainer Kit Sensor Sebagai Media Pembelajaran Mata Pelajaran Sensor dan Aktuator di SMK Negeri 2 Pengasih

Hasil Validasi Instrumen Penelitian TAS

NIM : 10518244029
 Pengasih

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
1	median Kuifekt	<ul style="list-style-type: none"> ②. Akurasi yang diperlukan yg batin pernyataan (tidak entitas) ③. satu batin pernyataan hanya menanyakan satu hal saja
2		<ul style="list-style-type: none"> ④. Batir no ⑮ perlu dijelaskan karena tidak jelas .
3		<ul style="list-style-type: none"> ⑤. Kehilangan yg batin perlu dijelaskan. (bentuk catatan yg tanda tanda) ⑥. sebagian besar
		Komentar Umum/Lain-lain:

Yogyakarta, 2015
 Validator,

 Dr. Edy Supriyadi, M.Pd.

NIP. 19611003 198703 1 002

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

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Samsul Hadi, M.Pd., M.T.

NIP : 19600529 198403 1 003

Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Arvin Heri Wicaksono

NIM : 10518244029

Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika

Judul TAS : Pengembangan *Trainer Kit* Sensor Sebagai Media Pembelajaran Mata Pelajaran Sensor dan Aktuator di SMK Negeri 2 Pengasih

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

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

dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 30..... 2015

Validator,

Dr. Samsul Hadi, M.Pd., M.T.

NIP. 19600529 198403 1 003

Catatan:

- Beri tanda ✓

Nama Mahasiswa : Arvin Heri Wicaksono

Judul TAS : Pengembangan Trainer Pengasih

NIM : 10518244029

Rancangan Sensor dan Aktuator di SMK Negeri 2

No.	Varlabel	Saran/Tanggapan
		<p>Banyak pertanian dan perkebunan yang berdampak buruk pada lingkungan</p> <p>Perlu dilakukan peningkatan kualitas tanaman dan teknologi</p>
		Komentar Umum/Lain-lain:

Yogyakarta, 15/5/2015
Validator

10

Dr. Samsul Hadl. M.Pd.. M.T.

NIP. 19600529 198403 1 003

LAMPIRAN 6

Surat Ijin Penelitian

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.smkn2pengasih.sch.id



SURAT IJIN OBSERVASI

No. : 421/940

Dasar : Surat dari Universitas Negeri Yogyakarta Jurusan Pendidikan Teknik Elektro No. 79/EKO/IX/2014, tanggal 30 September 2014

Dengan ini Kepala SMK N 2 Pengasih memberikan ijin kepada:

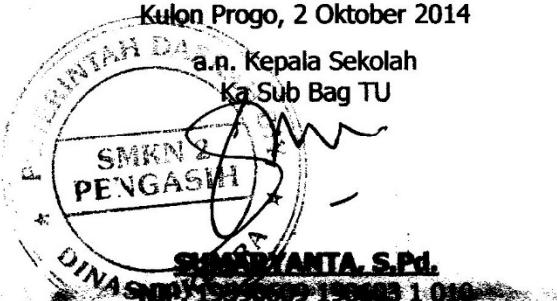
Nama : ARVIN HERI WICAKSONO
NIM : 10518244029
PT / INSTANSI : UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Untuk melaksanakan Observasi sebagai pendukung tugas akhir skripsi yang dilaksanakan pada bulan Oktober 2014.

Surat ijin ini diberikan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kulon Progo, 2 Oktober 2014

a.n. Kepala Sekolah
Ka Sub Bag TU





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281

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

Certificate No. QSC 00592

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

Nomor : 1086/H34/PL/2015

06 Mei 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 Negeri 2 Pengasih

Dalam rangka pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian dengan judul Pengembangan Trainer Kit Sensor Sebagai Media Pembelajaran Mata Pelajaran Sensor dan Aktuator si SMK Negeri 2 Pengasih, bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:

No.	Nama	NIM	Jurusan	Lokasi
1	Arvin Heri Wicaksono	10518244029	Pendidikan Teknik Mekatronika - S1	SMK Negeri 2 Pengasih

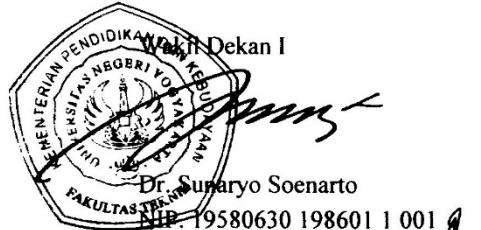
Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu :

Nama : Herlambang Sigit Pramono, ST. M.Cs.

NIP : 19650829 199903 1 001

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

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



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/V/89/5/2015

Membaca Surat : **WAKIL DEKAN I FAKULTAS TEKNIK** Nomor : **1086/H34/PL/2015**
Tanggal : **6 MEI 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 Kegitan Penelitian dan Pengembangan di Indonesia;
2. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 20 Tahun 2011, tentang Pedoman Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Kementerian 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.

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

Nama : **ARVIN HERI WICAKSONO** NIP/NIM : **10518244029**
Alamat : **FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**
Judul : **PENGEMBANGAN TRAINER KIT SENSOR SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN SENSOR DAN AKTUATOR DI SMK NEGERI 2 PENGASIH**
Lokasi : **DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAHRAGA DIY**
Waktu : **6 MEI 2015 s/d 6 AGUSTUS 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.jogjaprov.go.id dan menunjukkan cetakan asli yang sudah disahkan dan dibubuh 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.jogjaprov.go.id;
5. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Dikeluarkan di Yogyakarta
Pada tanggal **6 MEI 2015**

A.n Sekretaris Daerah

Asisten Pererekonomian dan Pembangunan

Ub.

Kepala Biro Administrasi Pembangunan



Dr. Ruli Astuti, M.Si

NIP 19590325 198503 2 006

Tembusan :

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: bpmppt.kulonprogokab.go.id Email : bpmppt@kulonprogokab.go.id

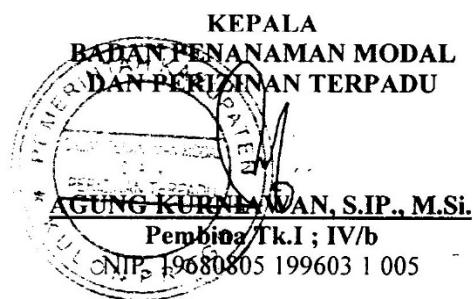
SURAT KETERANGAN / IZIN

Nomor : 070.2 /00446/V/2015

Memperhatikan	:	Surat dari Sekretariat Daerah Provinsi DIY Nomor: 070/REG/V/89/5/2015, TANGGAL: 6 MEI 2015, PERIHAL: IZIN PENELITIAN
Mengingat	:	<ol style="list-style-type: none">Keputusan Menteri Dalam Negeri Nomor 61 Tahun 1983 tentang Pedoman Penyelenggaraan Pelaksanaan Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Departemen Dalam Negeri;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;Peraturan Daerah Kabupaten Kulon Progo Nomor : 16 Tahun 2012 tentang Pembentukan Organisasi dan Tata Kerja Lembaga Teknis Daerah;Peraturan Bupati Kulon Progo Nomor : 73 Tahun 2012 tentang Uraian Tugas Unsur Organisasi Terendah Pada Badan Penanaman Modal dan Perizinan Terpadu..
Diizinkan kepada	:	ARVIN HERI WICKSONO
NIM / NIP	:	10518244029
PT/Instansi	:	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Keperluan	:	IZIN PENELITIAN
Judul/Tema	:	PENGEMBANGAN TRAINER KIT SENSOR SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN SENSOR DAN AKTUATOR DI SMK NEGERI 2 PENGASIH
Lokasi	:	SMK NEGERI 2 PENGASIH KABUPATEN KULON PROGO
Waktu	:	06 Mei 2015 s/d 06 Agustus 2015

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

Ditetapkan di : **Wates**
Pada Tanggal : **07 Mei 2015**



Tembusan kepada Yth. :

- Bupati Kulon Progo (Sebagai Laporan)
- Kepala Bappeda Kabupaten Kulon Progo
- Kepala Kantor Kesbangpol Kabupaten Kulon Progo
- Kepala Dinas Pendidikan Kabupaten Kulon Progo
- Kepala SMK Negeri 2 Pengasih
- Yang bersangkutan
- Arsip

LAMPIRAN 7

Surat Keterangan Penelitian

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.smkn2pengasih.sch.id



SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN

No. : 421 / 953

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 : **ARVIN HERI WICAKSONO**
 NIM : 10518244029
 PT / INSTANSI : UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Mahasiswa tersebut di atas telah melaksanakan penelitian di SMK N 2 Pengasih pada 06 Mei s.d 06 Agustus 2015 dengan Judul Penelitian :

"PENGEMBANGAN TRAINER KIT SENSOR SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN SENSOR DAN AKTUATOR DI SMK N 2 PENGASIH"

Surat keterangan ini diberikan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



LAMPIRAN 8

Data Hasil Penelitian

Olah Data Kelayakan dari Pengguna

No	Nama	Bil/Pernyataan															Jumlah	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Aji Sapuro	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	53
2	Aji Heriantoro	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	68
3	Anny Melia	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	58
4	Ans Krismanito	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64
5	Chanul Sabiq Al Ghifari	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	55
6	Daryanto	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	48
7	Devan Abdu Mard	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	2	4	3	3	58
8	Dony Arifiana	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51
9	Edi Santoso	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	62
10	Endra Nensi Riski Melvira	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	53
11	Firri Arifyan	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	50
12	Firengsy Selia Irawan	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	57
13	Harmanto Widono	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	49
14	Henryra Septia Wijaya	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51
15	Infan Nurvania	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	56
16	Krisnina Huda Akbari	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54
17	Nadia Anisa Bekti	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57
18	Noviyanti Widastuti	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	54
19	NU Arman	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	61
20	Oky/Aunisa	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	56
21	Pegi Parasyani	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	56
22	Prenatalin Khassanah	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	57
23	Riska Arum Endahsari	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	59
24	Risky Fitriyan	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	54
25	Riyanti Dittari	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	58
26	Rizqi Puspita Sari	3	4	4	4	3	4	4	3	2	3	3	4	3	3	3	3	56
27	Safriyanto Nur Cahyono	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	57
28	Safira Fendy Irawati	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	56
29	Yudhan Octananda Manus	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64
30	Zainal Mustafa	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54
31	Zakaria Komala Prasama	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	65
32	Zamawii	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	53
Jumlah		103	110	113	110	112	111	101	108	107	101	105	107	111	104	102	104	106
Rerata 100 skor		3.22	3.44	3.53	3.44	3.50	3.47	3.16	3.38	3.34	3.16	3.28	3.34	3.47	3.25	3.19	3.25	3.31
Rerata 100 skor aspek		3.41		3.33		3.33		3.35		3.35		3.30		3.30		3.30		
Prosentase 100 aspek		85.16		83.33		83.33		83.35		83.35		82.48		82.48		82.48		
Rerata skor total																		
Prosentase skor total																		
Kategori																		
SANGAT LAYAK																		

UJI RELIABILITAS ANGKET SISWA

Responden	Skor Pernyataan ke-															χ^2	χ^2_t		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	64	4095	
2	3	4	4	3	4	3	3	3	4	3	4	2	4	3	4	3	58	3364	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	53	2809	
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	50	2500	
5	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	49	2401	
6	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	56	3136	
7	3	3	3	4	3	3	3	2	4	3	4	3	4	3	3	3	54	2916	
8	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	58	3364	
9	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64	4095	
10	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	65	4225	
Skor total		31	35	34	34	36	35	31	33	35	32	34	32	35	34	34	32	571	32907
kuadrat skor total		961	1225	1156	1156	1296	1225	961	1089	1225	1024	1156	1024	1225	1156	1156	1024	19215	
Uji Reliabilitas																			
n		10																	
n^2			100																
ΣX^2				326041															
$(\sum X_i)^2$					32907														
S_{Σ}^2						30.29													
Jki							1967												
Iks								19215											
S_I									4.55										
r_I										0.944206009									
Kategori																			
Sangat Reliabel																			

PENILAIAN MEDIA OLEH AHLI MEDIA

PENILAIAN MEDIA OLEH AHLI MATERI

Kategori

Ahli Materi	Butir Pernyataan Ke-															Kemanfaatan			
	Materi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1		3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3
2		4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4
Rerata Skor Tiap Butir		3.5	4	3.5	3.5	4	3	3.5	3.5	3	3.5	3.5	4	3	3.5	3	4	3.5	3.5
Rerata Skor Tiap Aspek										3.50								3.50	
Prosentase Tiap Aspek											87.50								87.50
Rerata Skor Total												3.50							
Prosentase Total													87.50						
Kategori																		SANGAT LAYAK	

Uji Validitas, Daya Beda, dan Indeks Kesukaran

Jumlah Subyek Penelitian = 32

t_{tabel} = 0.349

Tabel Hasil Analisis Uji Validitas, Indeks Kesukaran, dan Daya Beda

No Butir Soal	Uji Validitas		Indeks Kesukaran		Daya Beda	
	Hasil	Keterangan	Hasil	Kategori	Hasil	Kategori
1	0.350	Valid	0.78	Mudah	0.19	Jelek
2	0.415	Valid	0.66	Sedang	0.44	Cukup
3	0.465	Valid	0.53	Sedang	0.44	Cukup
4	0.048	Tidak Valid	0.47	Sedang	0.06	Jelek
5	0.612	Valid	0.66	Sedang	0.56	Cukup
6	0.414	Valid	0.44	Sedang	0.38	Cukup
7	0.570	Valid	0.63	Sedang	0.63	Cukup
8	0.389	Valid	0.47	Sedang	0.31	Cukup
9	0.411	Valid	0.59	Sedang	0.44	Cukup
10	0.397	Valid	0.66	Sedang	0.31	Cukup
11	2.417	Valid	0.25	Sukar	0.31	Cukup
12	0.390	Valid	0.31	Sedang	0.38	Cukup
13	0.362	Valid	0.44	Sedang	0.38	Cukup
14	0.026	Tidak Valid	0.50	Sedang	0.00	Jelek
15	0.379	Valid	0.66	Sedang	0.31	Cukup
16	0.401	Valid	0.69	Sedang	0.25	Cukup
17	0.364	Valid	0.69	Sedang	0.38	Cukup
18	-1.483	Tidak Valid	0.53	Sedang	0.25	Cukup
19	0.408	Valid	0.72	Mudah	0.31	Cukup
20	0.412	Valid	0.63	Sedang	0.38	Cukup

Uji Reliabilitas Butir Soal

Tabel Analisis Uji Reabilitas Butir Soal

Jumlah Soal	Nilai Reliabilitas	Kategori
20	0.65	Tinggi

Interpretasi Reliabilitas

0,800 – 1,000 = Sangat Tinggi

0,600 – 0,799 = Tinggi

0,400 – 0,599 = Cukup

0,200 – 0,399 = Rendah

0,000 – 0,199 = Sangat Rendah

Olah Data Uji Validitas, Indeks Kesukaran dan Daya Beda

Jumlah Soal
20
Jumlah Siswa
32
KKM
75

Uji Reliabilitas Butir Soal

Soal	Nomor Soal																				Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	16
2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	16
3	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
5	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
7	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	12
8	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
10	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	7
11	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	13
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
13	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
15	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
16	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
18	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	16
19	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	10
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
22	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	15
23	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	11
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
25	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	15
26	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	24
27	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
28	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	8
29	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
30	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
31	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
32	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	8
Total Per Butir	25	21	17	15	21	14	20	15	19	21	8	20	14	15	21	22	22	16	23	20	360
a	0.78	0.66	0.53	0.47	0.65	0.44	0.63	0.47	0.59	0.66	0.25	0.31	0.44	0.50	0.66	0.69	0.69	0.50	0.50	0.72	0.63
b	0.22	0.34	0.47	0.53	0.34	0.34	0.56	0.38	0.55	0.41	0.34	0.75	0.69	0.56	0.50	0.34	0.31	0.50	0.28	0.38	
c	0.17	0.23	0.25	0.23	0.25	0.25	0.23	0.25	0.23	0.23	0.19	0.21	0.25	0.25	0.23	0.21	0.21	0.21	0.25	0.20	0.23
d	0.20	0.45	1.19	1.13	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	
e	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
f	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
g	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
h	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
i	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
j	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
k	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
l	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
m	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
n	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
o	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
p	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
q	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
r	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
s	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
t	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
u	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
v	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
w	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
x	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
y	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
z	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	
Mean	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	
S ² (KR 20)	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	

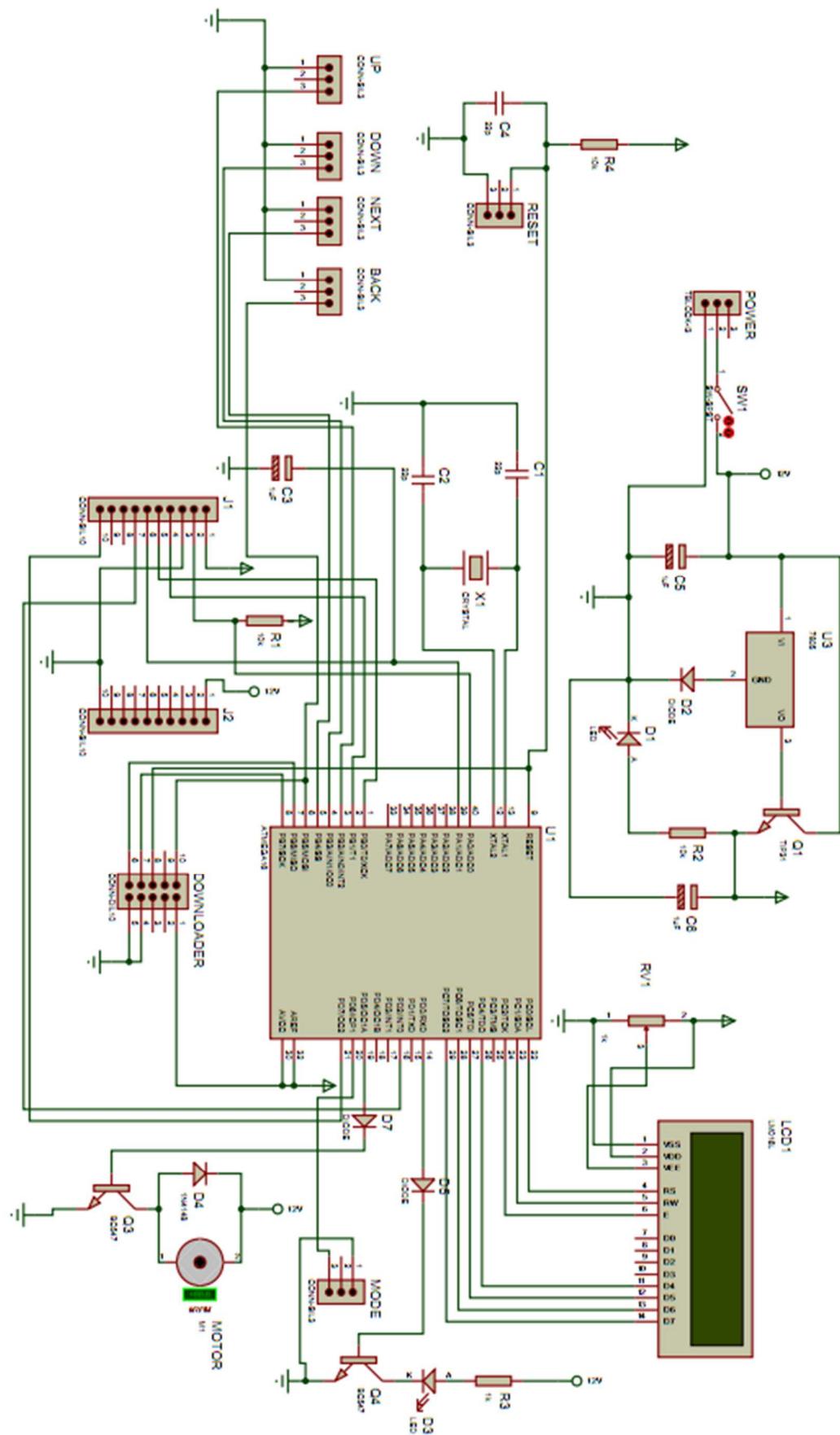
LAMPIRAN 9

Dokumentasi



LAMPIRAN 10

Rangkaian Modul Utama



LAMPIRAN 11

Silabus Mata Pelajaran

SILABUS

NAMA SEKOLAH : SMK Negeri 2 Pengash
MATA PELAJARAN : Sensor dan Aktuator
KELAS : 2
KODE KOMPETENSI : SA
ALOKASI WAKTU : Jam @ 45 menit

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU		
						TM	PS	PI
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	<ul style="list-style-type: none"> Menyadari sempurnanya konsep Tuhan tentang benda dengan lemahnya dalam melaksanakan tugas sensor dan aktuator Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama sebagai tuntunan dalam melaksanakan pekerjaan di bidang sensor dan aktuator 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat manfaatkan kesempurnaan konsep dan ciptakan Tuhan Yang berhubungan dengan sensor Dapat mengamalkan nilai-nilai ajaran agama dalam pekerjaan di bidang sensor dan aktuator 	<ul style="list-style-type: none"> Indra pada manusia Sensor prinsip kerjanya hampir sama dengan indra manusia Aplikasi sensor dan aktuator dalam kehidupan sehari-hari Mencari aplikasi dari sensor dan aktuator 	<ul style="list-style-type: none"> Menyebutkan indra yang terdapat pada manusia Mencari sensor yang cara kerjanya hampir mirip dengan indra manusia Mencari aplikasi dari sensor dan aktuator 	2	• Tes Tulisan Tugas		
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong), kerjasama, toleransi, damai, sertuan, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas perbedaan permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam memperbaiki diri sebagai seseorang bangsa dalam	<ul style="list-style-type: none"> Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggungjawab dalam melaksanakan tugas pekerjaan di bidang tugas sensor dan aktuator Menghargai kerjasama, toleransi, damai, sertuan, demokratis, dalam menyelaksanakan masalah perbedaan konsep berikir dalam melaksanakan tugas memasang dan memelihara peralatan sensor dan aktuator. Dapat menghargai, bekerja sama, toleransi, damai, sertuan, demokratis dalam pekerjaan di bidang sensor dan aktuator Dapat bersikap 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat berperilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggungjawab dalam melaksanakan tugas pekerjaan di bidang sensor dan aktuator Toleransi, damai, sertuan, demokratis dalam menyelaksanakan masalah perbedaan konsep berikir dalam melaksanakan tugas memasang dan memelihara peralatan sensor dan aktuator. Menerapkan sikap 	<ul style="list-style-type: none"> Kejujuran Disiplin Kritis Rasa ingin tahu Inovatif Tanggungjawab Bekerja sama Toleransi Damai Sertuan Demokratis 	<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan berperilaku jujur disiplin teliti kritis rasa ingin tahu inovatif dan tanggungjawab dalam praktik sensor dan aktuator Menerapkan sikap 	8	• Pengamatan		

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR
pergaulan dunia	Sosial sebagai bagian dan solusi atas berbagai permasalahan dalam melakukann pekerjaan di bidang tugas sensor dan aktuator	responsip/proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dalam bekerjas di bidang sensor dan aktuator	• Responsip • Proaktif • Konsisten • Berinteraksi	• Mempelajari tentang sensor posisi, mekanik Proximity,Suhu dan Motor DC	• Tes Tulisan • Tes.San • Tugas	18	B2B-A.1.1 PS PI
3. Memahami menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural, dan melaksanakan rasa ingin tahu/tanya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humantiora dalam wawasan kemarauan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban lewat penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	<ul style="list-style-type: none"> Mendeskripsikan Sensor dan aktuator Mendeskripsikan piranti pendekripsi posisi Menentukan kondisi operasi sensor posisi Mendeskripsikan sensor mekanik limit switch Menentukan kondisi operasi mekanik limit switch Dapat mendeskripsikan piranti pendekripsi posisi Dapat mendeskripsikan sensor mekanik limit switch Dapat menentukan kondisi operasi limit switch Mendeskripsikan piranti pendekripsi proximity Menentukan kondisi operasi sensor proximity Dapat mendeskripsikan piranti pendekripsi proximity Dapat mendeskripsikan piranti operasi pendekripsi sensor proximity Dapat mendeskripsikan aktuator elektromekanik 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat mendeskripsikan sensor dan aktuator Dapat mendeskripsikan piranti pendekripsi posisi Dapat menentukan kondisi operasi dan sensor posisi Dapat mendeskripsikan sensor mekanik limit switch Dapat menentukan kondisi operasi limit switch Sensor Posisi • Sensor Mekanik • Sensor Proximity • Sensor Suhu • Motor DC 	<ul style="list-style-type: none"> • Mempelajaran tentang sensor posisi, mekanik Proximity,Suhu dan Motor DC 	<ul style="list-style-type: none"> • Tes Tulisan • Tes.San • Tugas 			
Mendeskripsikan aktuator							

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU	SUMBER BELAJAR	
						TM	PS	PI
	eletromekanik							
	Menentukan kondisi operasi aktuator eletromekanik	Dapat menentukan kondisi operasi aktuator eletromekanik						
	Men deskripsikan motor DC	Dapat menentukan kondisi operasi motor DC						
4 Mengolah, menulis dan menyajikan dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dan yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di sawah pengawasan	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan kondisi operasi motor DC Mengartikulasikan aplikasi sensor posisi Men-set up sensor posisi Mengartikulasikan aplikasi sensor mekanik limit switch Men-set up sensor mekanik limit switch Mengartikulasikan aplikasi sensor Proximity Men-set up sensor Proximity Mengartikulasikan aplikasi sensor suhu Men-set up sensor suhu Mengartikulasikan aplikasi aktuator eletromekanik Mengoperasikan aktuator 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat mengartikulasikan sensor posisi Dapat merangkai dan mengetahui keluaran sensor posisi Dapat mengartikulasikan sensor mekanik limit switch Dapat merangkai dan mengetahui keluaran sensor mekanik limit switch Dapat mengartikulasikan sensor proximity Dapat mengkait dan mengetahui keluaran sensor proximity Dapat mengartikulasikan sensor suhu Dapat merangkai dan mengetahui keluaran sensor suhu LM35 Dapat mengoperasikan 	<ul style="list-style-type: none"> Sensor Posisi Sensor Mekanik Sensor Proximity Sensor Suhu Motor DC 	<ul style="list-style-type: none"> Merangkai rangkaian dari sensor posisi dan motor DC serta rangkai keluaran dari sensor tersebut dan mengontrol rangkaian tersebut 	<ul style="list-style-type: none"> Praktik Lapangan 	14		

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN			ALOKASI WAKTU		SUMBER BELAJAR	
					TM	PS	PI	TM	PS	PI	
	elektromekanik	actuator elektromekanik		Dapat mengoperasikan actuator elektromekanik							
	Mengartikulasikan aplikasi motor DC			• Dapat mengoperasikan actuator elektromekanik							
	Mengoperasikan motor DC			• Dapat mengartikulasikan aplikasi motor DC							
				• Dapat mengoperasikan motor DC							