

**PENGEMBANGAN TRAINER SENSOR SEBAGAI PENUNJANG
MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR
KELAS X PROGRAM KEAHLIAN ELEKTRONIKA
DI SMK N 2 PENGASIH**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

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



Oleh :

Nur Cahyono

NIM 10518241036

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

2016

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGEMBANGAN TRAINER SENSOR SEBAGAI PENUNJANG
MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR KELAS X
PROGRAM KEAHLIAN ELEKTRONIKA
DI SMK N 2 PENGASIH**

Disusun Oleh :

Nur Cahyono
NIM 10518241036

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

Yogyakarta, Desember 2015

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektro

Disetujui,
Dosen Pembimbing,



Herlambang Sigit P., S.T.M.Cs
NIP. 19650829 199903 1 001



Sigit Yatmono, M.T.
NIP. 19730125 199903 1 001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Cahyono
NIM : 10518241036
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Trainer Sensor Sebagai Penunjang
Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor Kelas X
Program Keahlian Elektronika Di SMK N 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, Januari 2016

Yang menyatakan,



Nur Cahyono
NIM. 10518241036

HALAMAN PENGESAHAN
Tugas Akhir Skripsi

**PENGEMBANGAN TRAINER SENSOR SEBAGAI PENUNJANG
MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR KELAS X
PROGRAM KEAHLIAN ELEKTRONIKA
DI SMK N 2 PENGASIH**

Disusun Oleh :
Nur Cahyono
NIM 10518241036

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 8 Januari 2016.

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Sigit Yatmono, M.T. Ketua Penguji/Pembimbing		1-2-2016
Ariadie Chandra Nugraha, M.T. Sekretaris		1-2-2016
Ilmawan Mustaqim, S.Pd.T, M.T. Penguji		1-02-2016

Yogyakarta, Februari 2016

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Moch. Bruri Triyono, M.Pd.
NIP. 19560216 198603 1 003

MOTTO

“It is not the eyes that are blind, but the heart.”

(QS:22/46)

“Apparently, the world is not a wish-granting factory.”

(John Green)

“Life is a maze, just enjoy the show.”

(Lenka)

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

Ayah dan Ibu saya yang telah memberikan segalanya kepada saya.

Seluruh anggota keluarga saya yang selalu mendukung dan memberikan semangat.

Keluarga besar Mekatronika E 2010 yang selalu mendukung dan menemani selama kuliah.

Keluarga Jogjarobotika yang selalu memberikan semangat untuk segera menyelesaikan skripsi ini.

Seluruh Dosen dan Staff P.T. Elektro yang telah memberikan bimbingan dan bantuan selama menjalani kuliah.

Seluruh teman dari jurusan P.T. Elektro, terimakasih telah berbagi ilmu dan pengalaman bersama.

**PENGEMBANGAN TRAINER SENSOR SEBAGAI PENUNJANG
MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR
KELAS X PROGRAM KEAHLIAN ELEKTRONIKA
DI SMK N 2 PENGASIH**

Oleh :

Nur Cahyono
NIM 10518241036

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini dirancang untuk: (1) mengembangkan *trainer* sensor yang sesuai dengan kebutuhan yang ada pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor Kelas X Program Keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih, (2) mengembangkan *trainer* sensor dengan unjuk kerja yang baik, dan (3) menguji kelayakan *trainer* sensor sebagai media pembelajaran untuk mata pelajaran Teknik Mikroprosesor pada Program Keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih.

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D) dalam bidang pendidikan. Model penelitian pengembangan yang digunakan berupa ADDIE: *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini berupa angket dengan skala *likert* empat jawaban. Uji validitas instrumen dilakukan dengan mengadakan konsultasi dengan ahli materi dan ahli media. Reliabilitas instrumen dihitung menggunakan rumus *alpha* dan menghasilkan nilai reliabilitas sebesar 0,89(sangat reliabel).

Terdapat tiga aspek yang diukur pada tahap implementasi ini, yaitu aspek kualitas materi, pengoperasian media, dan aspek pembelajaran. Hasil yang diperoleh yaitu untuk kualitas materi mendapatkan persentase 77,87%, untuk pengoperasian media mendapatkan 69,12%, dan untuk pembelajaran mendapatkan persentase sebesar 75,24%. Dari ketiga persentase tersebut didapatkan persentase total sebesar 75,24%, sehingga media *trainer* sensor dinyatakan "LAYAK" digunakan sebagai media pembelajaran mata pelajaran teknik mikroprosesor setelah dilakukan uji kelayakan oleh pengguna.

Kata kunci: pengembangan *trainer*, ADDIE, teknik mikroprosesor.

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kesabaran dan ketekunan sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PENGEMBANGAN TRAINER SENSOR SEBAGAI PENUNJANG MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR KELAS X PROGRAM KEAHLIAN ELEKTRONIKA DI SMK N 2 PENGASIH” sesuai dengan harapan. Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Sigit Yatmono, M.T selaku Dosen Pembimbing TAS yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan saran dalam penyusunan Tugas Akhir Skripsi.
2. Dr. Edy Supriyadi dan Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd., M.Eng., selaku validator instrumen yang telah memberikan kritik dan saran sehingga instrumen penilaian dapat sesuai dengan tujuan penelitian.
3. Ariadie Chandra Nugraha, M.T. dan Andik Asmara, S.Pd., selaku dosen ahli media dan materi yang telah memberikan kritik dan saran sehingga media pembelajaran dapat tercipta sesuai dengan tujuan penelitian.
4. Sitti Rahmah, S.Pd., M.T., selaku guru Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK N 2 Pengasih yang memberikan bantuan, kritik dan saran, serta memperlancar pengambilan data selama proses penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.

5. Dra. Rr. Istihari Nugraheni, M.Hum., selaku kepala sekolah SMK N 2 Pengasih yang telah memberikan persetujuan pelaksanaan penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
6. Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro dan Herlambang Sigit P., M.Cs., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika yang telah memberikan ijin dan bantuan selama proses penyusunan skripsi.
7. Dr. Moch. Bruri Triyono, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
8. Siswa-siswi kelas X Program Keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih yang telah bekerjasama dalam pelaksanaan penelitian ini.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir Skripsi, yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

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

Yogyakarta, Desember 2015

Penulis,

Nur Cahyono
NIM 10518241036

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
G. Spesifikasi Produk	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Kajian Teori	7
1. Penelitian dan Pengembangan	7
2. Media Pembelajaran	11
3. <i>Trainer</i> Sensor	17
4. CodevisionAVR	25
5. Mata Pelajaran Teknik Pemrograman Mikroprosesor	25
B. Kajian Penelitian Yang Relevan	26
C. Kerangka Pikir	28
D. Pertanyaan Penelitian	29
BAB III METODE PENELITIAN	30
A. Model Pengembangan	30

B. Prosedur Pengembangan	30
1. <i>Analysis</i>	32
2. <i>Design</i>	33
3. <i>Development</i>	34
4. <i>Implementation</i>	41
5. <i>Evaluation</i>	41
C. Subjek Penelitian	41
D. Metode dan Alat Pengumpul Data	42
E. Teknik Analisis Data	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
A. Deskripsi Data Ujicoba	49
B. Analisis Data Implementasi	61
C. Kajian Produk	63
D. Pembahasan Hasil Penelitian	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	71
A. Kesimpulan	71
B. Keterbatasan Produk	72
C. Pengembangan Produk Lebih Lanjut	73
D. Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	76

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Fungsi masing-masing pin HC-SR04	21
Tabel 2. Fungsi masing-masing pin LCD 16x2	24
Tabel 3. Langkah penelitian dan pengembangan <i>trainer sensor</i>	31
Tabel 4. Kisi-kisi untuk ahli materi	43
Tabel 5. Kisi-kisi untuk ahli media	44
Tabel 6. Kisi-kisi untuk pengguna	44
Tabel 7. Kategori koefisien reliabilitas	46
Tabel 8. Kategori kelayakan	48
Tabel 9. Hasil pengujian <i>output buzzer</i>	49
Tabel 10. Hasil pengujian <i>output LED</i>	50
Tabel 11. Hasil pengujian <i>output motor DC</i>	50
Tabel 12. Hasil pengujian <i>output LCD 16x2</i>	51
Tabel 13. Hasil pengujian <i>input sensor LDR</i>	52
Tabel 14. Hasil pengujian <i>input sensor ultrasonic</i>	52
Tabel 15. Hasil penilaian oleh ahli materi	53
Tabel 16. Hasil uji validasi Materi	54
Tabel 17. Hasil penilaian oleh ahli media	56
Tabel 18. Hasil uji validasi Media	57
Tabel 19. Hasil uji terbatas	60
Tabel 20. Hasil uji reliabilitas instrumen pengguna	61
Tabel 21. Hasil implementasi media	62

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Macam-macam metode penelitian	7
Gambar 2. Kedudukan penelitian dan pengembangan sebagai jembatan	8
Gambar 3. Konfigurasi pin LM35	18
Gambar 4. Rangkaian dasar penggunaan sensor suhu LM35	18
Gambar 5. LDR	19
Gambar 6. Prinsip kerja sensor HC-SR04	20
Gambar 7. Konfigurasi pin HC-SR04	20
Gambar 8. <i>Timing diagram</i> sensor HC-SR04	21
Gambar 9. Konfigurasi pin ATmega16	22
Gambar 10. Simbol dan gambar LED	24
Gambar 11. Diagram kerangka pikir	29
Gambar 12. Diagram kerja <i>trainer</i> sensor	33
Gambar 13. Rangkaian sistem minimum ATmega16	35
Gambar 14. Rangkaian LM35	35
Gambar 15. Rangkaian HC-SR04	36
Gambar 16. Rangkaian LDR	37
Gambar 17. Rangkaian LCD 16x2	37
Gambar 18. Rangkaian motor DC	38
Gambar 19. Rangkaian LED	39
Gambar 20. Rangkaian <i>buzzer</i>	39
Gambar 21. Persentase kelayakan <i>trainer</i> sensor dari uji validasi Materi	54
Gambar 22. Persentase kelayakan <i>trainer</i> sensor dari uji validasi Media	57
Gambar 23. Kabel <i>ribbon</i> 8 pin	59
Gambar 24. Diagram kelayakan uji terbatas	60
Gambar 25. Diagram kelayakan implementasi media <i>trainer</i> sensor	62
Gambar 26. Realisasi <i>trainer</i> sensor	63

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Silabus teknik mikroprosesor	77
Lampiran 2. Lembar observasi	83
Lampiran 3. Angket ahli materi	86
Lampiran 4. Angket ahli media	93
Lampiran 5. Angket pengguna	101
Lampiran 6. Skematik dan PCB trainer sensor	108
Lampiran 7. Manual <i>trainer</i> sensor	112
Lampiran 8. Data ahli materi dan ahli media	130
Lampiran 9. Analisis data kelayakan dari ahli materi	132
Lampiran 10. Analisis data kelayakan dari ahli media	133
Lampiran 11. Analisis data kelayakan pada uji terbatas	136
Lampiran 12. Analisis kelayakan pada implementasi	138
Lampiran 13. Uji reliabilitas instrumen	140
Lampiran 14. Surat izin penelitian	142

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi otomasi pada masa globalisasi saat ini berkembang dengan pesat. Berkembangnya teknologi otomasi ini sangat bermanfaat dan membantu bagi masyarakat. Salah satu produk teknologi otomasi saat ini adalah adanya *smart home*, dimana seseorang dapat memantau kondisi ruangan dan mengendalikan peralatan elektronik yang ada di dalam rumah dengan menggunakan komputer atau *smart phone*. Untuk membuat produk semacam itu, tentunya dibutuhkan sumber daya manusia yang memiliki kualitas dan mampu mengikuti perkembangan teknologi yang ada, sehingga dapat membuat produk yang bermanfaat bagi masyarakat.

Peningkatan kualitas sumber daya manusia dapat dimulai dari bidang pendidikan. Pendidikan merupakan sarana yang tepat dan efektif untuk mengenalkan teknologi dan perkembangannya kepada siswa. Melalui pendidikan siswa dapat mengenal teknologi lebih dini dan diharapkan akan membantu perkembangan teknologi pada masa depan.

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sebagai lembaga pendidikan formal dituntut untuk dapat menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas dan mampu menghadapi tuntutan kemajuan teknologi melalui kegiatan pembelajaran yang diterapkan di sekolah. Pada kegiatan belajar mengajar di SMK juga diperlukan sebuah pembelajaran yang membantu siswa dalam mengenal perkembangan teknologi yang ada pada saat ini.

Untuk membantu siswa dalam menerima materi dan pengetahuan tentang teknologi saat ini, dapat digunakan sebuah media pembelajaran yang merangkum berbagai hal tersebut. Penggunaan media pembelajaran dapat digunakan untuk membantu siswa dalam mengetahui gambaran tentang manfaat ilmu yang dipelajarinya, sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat pada nantinya. Kemanfaatan ilmu pengetahuan kepada masyarakat juga merupakan salah satu karakteristik kurikulum 2013 berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 70 Tahun 2013 yaitu “mengembangkan sikap, pengetahuan, dan keterampilan serta menerapkannya dalam berbagai situasi di sekolah dan masyarakat”

Media sendiri merupakan sebuah alat yang berfungsi sebagai perantara untuk menyampaikan informasi. Secara lebih khusus, dalam bidang pendidikan media merupakan alat bantu yang digunakan oleh guru untuk menyampaikan materi pelajaran kepada siswa. Azhar Arsyad (2011:3), menyatakan bahwa kata *media* berasal dari bahasa Latin *medius* yang secara harfiah berarti tengah, perantara atau pengantar. Sedangkan menurut Gerlach dan Ely (dalam Azhar Arsyad, 2011:3), menyatakan bahwa media apabila dipahami secara garis besar adalah manusia, materi atau kejadian yang membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap. Dari pernyataan di atas, sebuah media harus mampu mengantarkan informasi atau pengetahuan kepada siswa sehingga siswa dapat mencapai tujuan dari kegiatan pembelajaran yang dilakukan.

Dalam setiap pendidikan formal, setiap pembelajaran memiliki beberapa kompetensi dasar yang harus dicapai. Kompetensi-kompetensi dasar tersebut dituliskan dalam silabus yang terdapat dalam setiap mata pelajaran. Kompetensi dasar tersebut merupakan tujuan yang harus dicapai dalam setiap kegiatan pembelajaran.

Dari hasil observasi yang telah dilakukan, peneliti mendapatkan silabus mata pelajaran Teknik Mikroprosesor Kelas X Program Keahlian Elektronika SMK N 2 Pengasih. Di dalam silabus tersebut terdapat salah satu kompetensi dasar yang menyebutkan “Membuat pemrograman mikroprosesor *input-output analog digital*.” Setelah dilakukan observasi lebih lanjut, peneliti mendapati belum adanya media pembelajaran yang dapat memenuhi kompetensi dasar tersebut.

Berdasarkan kompetensi dasar yang disebutkan di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pengembangan yang bertujuan untuk membuat media pembelajaran yang sesuai dengan kompetensi dasar tersebut. Judul yang ditulis untuk penelitian tersebut yaitu “PENGEMBANGAN *TRAINER* SENSOR SEBAGAI PENUNJANG MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR KELAS X PROGRAM KEAHLIAN ELEKTRONIKA DI SMK N 2 PENGASIH.”. Gambaran umum dari *trainer* sensor adalah *trainer* yang terdiri dari sebuah mikrokontroler, komponen *input* berupa beberapa sensor, dan berbagai komponen *output*. Pengembangan media pembelajaran berupa *trainer* sensor diharapkan dapat membantu siswa dalam mencapai kompetensi dasar menerapkan pemrograman *input-output analog* dan *digital*.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapat identifikasi masalah berupa belum adanya media pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam mencapai kompetensi dasar “Membuat pemrograman mikroprosesor *input-output analog digital*.” dalam mata pelajaran Teknik Mikroprosesor Kelas X Program Keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, peneliti mengambil batasan masalah pada tiga hal, yaitu rancang bangun, unjuk kerja, dan kelayakan pengembangan *trainer* sensor sebagai media pembelajaran untuk mata pelajaran Teknik Mikroprosesor.

D. Rumusan Masalah

Bedasarkan identifikasi dan batasan masalah di atas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah rancang bangun *trainer* sensor yang sesuai dengan kebutuhan kompetensi dasar pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor pada Program Keahlian Elektronika SMK N 2 Pengasih?
2. Bagaimanakah unjuk kerja dari *trainer* sensor untuk mata pelajaran Teknik Mikroprosesor pada Program Keahlian Elektronika SMK N 2 Pengasih?
3. Bagaimana tingkat kelayakan dari *trainer* sensor sebagai media pembelajaran Teknik Mikroprosesor pada Program Keahlian Elektronika SMK N 2 Pengasih?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan, dapat diambil beberapa tujuan dari penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan *trainer* sensor yang sesuai dengan kebutuhan yang ada pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor Kelas X Program Keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih.
2. Mengembangkan *trainer* sensor dengan unjuk kerja yang baik.
3. Menguji kelayakan *trainer* sensor sebagai media pembelajaran untuk mata pelajaran Teknik Mikroprosesor pada Program Keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Menambah pengalaman bagi peneliti dalam mengimplementasikan ilmu yang telah didapatkan selama kuliah. Menambah wawasan bagi peneliti sebagai calon pendidik dengan pembuatan media pembelajaran berupa *trainer* sensor.

2. Bagi Sekolah

Mendapatkan fasilitas media pembelajaran baru, yang dapat membantu guru dan siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran.

3. Bagi Guru

Membantu guru dalam menyampaikan materi pembelajaran kepada siswa, sehingga proses penyampaian materi dapat terlaksana dengan baik.

4. Bagi Siswa

Membantu siswa dalam mencapai kompetensi dasar, yaitu dapat memprogram mikroprosesor *input-output* baik *digital* ataupun *analog*.

G. Spesifikasi Produk

Tujuan dari penelitian ini adalah dihasilkannya sebuah produk *trainer* menggunakan mikrokontroler dan beberapa sensor *analog* maupun *digital* yang dapat diprogram untuk mengoperasikannya. Spesifikasi dari produk yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

1. *Hardware trainer* sensor

Power : 5V DC

Kendali : Mikrokontroler ATmega16

Input : - LM35
- LDR
- HC-SR04

Output : - LCD 16x2
- LED
- *Buzzer*
- Motor DC

2. Modul *trainer* sensor berisi tentang tata cara penggunaan *trainer* sensor.

3. *Jobsheet* sebagai media interaksi antara siswa dengan *trainer* sensor.

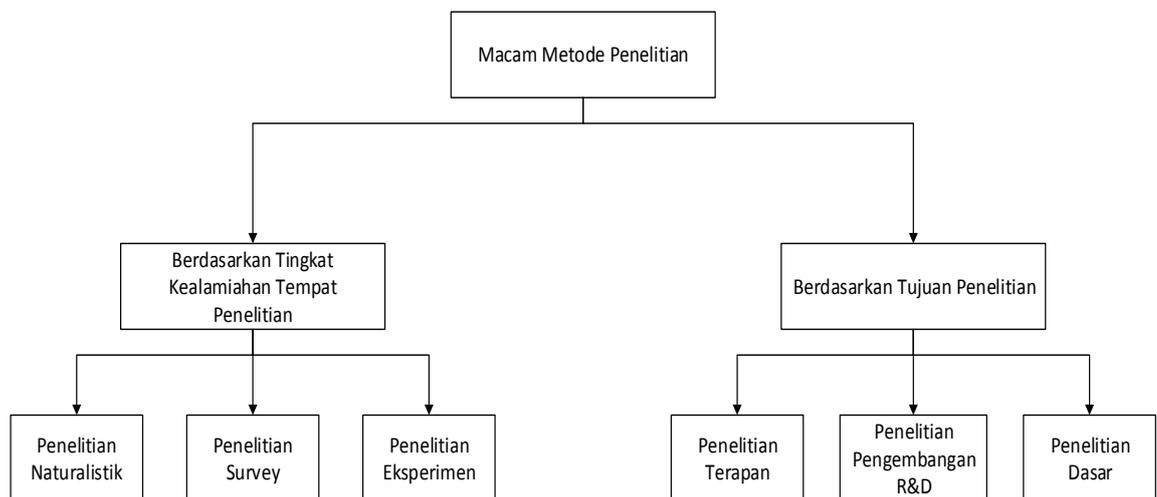
BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Penelitian dan Pengembangan

Sugiyono (2006:9) menyatakan jenis-jenis metode penelitian juga dapat diklasifikasikan berdasarkan tujuan dan tingkat kealamiahannya (*natural setting*) obyek yang diteliti. Berdasarkan tujuan, metode penelitian dapat diklasifikasikan menjadi penelitian dasar (*basic research*), penelitian terapan (*applied research*), dan penelitian pengembangan (*research and development*). Selanjutnya berdasarkan tingkat kealamiahannya, metode penelitian dapat dikelompokkan menjadi metode penelitian eksperimen, survei, dan naturalistik. Gambar 1 menunjukkan macam-macam metode penelitian berdasarkan tujuan dan tingkat kealamiahannya tempat penelitian.



Gambar 1. Macam-Macam Metode Penelitian Berdasarkan Tujuan Penelitian dan Berdasarkan Tingkat Kealamiahannya Tempat Penelitian.
(Sumber: Sugiyono, 2006:10)

Jujun S. Suriasumantri (dalam Sugiyono, 2006:9) menyatakan bahwa penelitian dasar atau murni adalah penelitian yang bertujuan menemukan pengetahuan baru yang sebelumnya belum pernah diketahui, sedangkan penelitian terapan bertujuan untuk memecahkan masalah kehidupan praktis. Hubungan antara penelitian dasar, penelitian pengembangan (R&D), dan penelitian terapan ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Kedudukan Penelitian dan Pengembangan Sebagai Jembatan. (Sumber: Sugiyono, 2006:11)

Borg dan Gall (dalam Sugiyono, 2006:9) 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 (2006:407) 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. Sedangkan menurut Gay (dalam Anik Ghufon, 2007:5) model penelitian dan pengembangan merupakan suatu usaha untuk mengembangkan produk pendidikan yang efektif yang berupa material pembelajaran, media, strategi, atau material lainnya dalam pembelajaran untuk digunakan di sekolah, bukan untuk menguji teori. Selain itu, menurut Anik Ghufon (2007:5) mengatakan bahwa penelitian

dan pengembangan dalam bidang pendidikan dan pembelajaran merupakan model penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan dan pembelajaran untuk meningkatkan dan mengembangkan mutu pendidikan dan pembelajaran secara efektif dan adaptabel.

Berdasarkan beberapa pernyataan di atas, dapat diambil sebuah kesimpulan yang merupakan sebuah inti dari pernyataan-pernyataan di atas. Kesimpulan dari beberapa pernyataan di atas adalah penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan atau menghasilkan dan memvalidasi suatu produk pendidikan, yang kemudian diuji keefektifan dan kelayakannya.

Ada banyak model penelitian pengembangan, salah satu jenis model penelitian pengembangan yang sering digunakan pada bidang pendidikan adalah ADDIE. Menurut Endang Mulyatiningsih (2011:194) model penelitian pengembangan ADDIE merupakan singkatan dari *Analysis, Design, Development or Production, Implementation or Delivery, and Evaluation* yang dikembangkan oleh Dick dan Carry (1996). Model penelitian pengembangan ADDIE sering digunakan untuk pengembangan bahan ajar seperti modul, LKS, buku ajar, dan pengembangan produk lainnya, karena inti dari sebuah pengembangan produk sudah terwakili dalam metode ini.

Berikut merupakan penjelasan dari proses-proses penelitian pengembangan dengan model ADDIE menurut Endang Mulyatiningsih:

a. *Analysis*

Pada tahap ini, kegiatan utama adalah menganalisis perlunya pengembangan model/metode pembelajaran baru dan menganalisis kelayakan dan syarat-syarat pengembangan model/metode pembelajaran baru. Berikut merupakan proses yang dilakukan pada tahap *analysis*:

- 1) Pemikiran tentang produk baru yang akan dikembangkan.
- 2) Mengidentifikasi produk yang sesuai dengan sasaran peserta didik, tujuan belajar, mengidentifikasi isi/materi pembelajaran, mengidentifikasi lingkungan belajar dan strategi penyampaian dalam pembelajaran.

b. *Design*

- 1) Merancang konsep produk baru.
- 2) Merancang perangkat pengembangan produk baru.
- 3) Rancangan ditulis untuk masing-masing unit pembelajaran.
- 4) Petunjuk penerapan desain atau pembuatan produk ditulis secara rinci.

c. *Development*

- 1) Mengembangkan perangkat produk yang diperlukan dalam pengembangan. Berbasis pada hasil rancangan produk yang sesuai dengan struktur model.
- 2) Membuat instrumen untuk mengukur kinerja produk.

d. *Implementation*

- 1) Memulai menggunakan produk baru dalam pembelajaran yang nyata.

- 2) Melihat kembali tujuan-tujuan pengembangan produk, interaksi antar peserta didik serta menanyakan umpan balik awal proses evaluasi.

e. *Evaluation*

- 1) Melihat kembali dampak pembelajaran dengan cara yang kritis.
- 2) Mengukur ketercapaian tujuan pengembangan produk.
- 3) Mencari informasi apa saja yang dapat membuat peserta didik mencapai hasil dengan baik.

2. Media Pembelajaran

Kata media berasal dari bahasa Latin yang merupakan bentuk jamak dari *medium*. *Medium* sendiri memiliki arti yaitu perantara atau pengantar. Sedangkan menurut Heinich et.al (dalam Daryanto, 2010:4) *medium* dapat didefinisikan sebagai perantara atau pengantar terjadinya komunikasi dari pengirim menuju penerima. Cricitos (dalam Daryanto, 2010:5) menyatakan bahwa media merupakan salah satu komponen komunikasi, yaitu sebagai pembawa pesan dari komunikator menuju komunikan. Dari pernyataan-pernyataan di atas dapat diambil kesimpulan mengenai pengertian media, yaitu media merupakan sebuah perantara atau pembawa informasi dari komunikator (pengirim pesan) kepada komunikan (penerima pesan).

Rudi Susilana (2008:1) menyatakan bahwa pembelajaran merupakan suatu kegiatan yang melibatkan seseorang dalam upaya memperoleh pengetahuan, keterampilan dan nilai-nilai positif dengan memanfaatkan berbagai sumber untuk belajar. Dari pernyataan di atas dapat diambil pengertian mengenai media pembelajaran, yaitu media

pembelajaran merupakan perantara yang digunakan untuk menyampaikan pengetahuan kepada penerima pada kegiatan pembelajaran dalam upaya untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan dan nilai-nilai positif.

Menurut Kemp dan Dayton (dalam Daryanto, 2010:5), kontribusi media pembelajaran diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Penyampaian pesan pembelajaran dapat lebih terstandar.
- b. Pembelajaran menjadi lebih menarik.
- c. Pembelajaran menjadi lebih interaktif dengan menerapkan teori belajar.
- d. Waktu pelaksanaan pembelajaran dapat diperpendek.
- e. Kualitas pembelajaran dapat ditingkatkan.
- f. Proses pembelajaran dapat berlangsung kapanpun dan dimanapun diperlukan.
- g. Sikap positif siswa terhadap materi pembelajaran serta proses pembelajaran dapat ditingkatkan.
- h. Peran guru mengalami perubahan ke-arah positif.

Media pembelajaran juga dibagi menjadi beberapa jenis. Berikut merupakan jenis-jenis media menurut Rudi Susilana (2008:12):

- a. Media grafis, bahan cetak dan gambar diam
 - 1) Media grafis

Media grafis adalah media visual yang menyajikan fakta, ide atau gagasan melalui penyajian kata-kata, kalimat, angka-angka, dan simbol atau gambar. Grafis biasanya digunakan untuk menarik perhatian, memperjelas sajian ide, dan

mengilustrasikan fakta-fakta sehingga menarik dan diingat orang. Contoh: grafik, diagram, bagan, sketsa, poster, papan flannel, *bulletin board*.

2) Media bahan cetak

Media bahan cetak adalah media visual yang pembuatannya melalui proses pencetakan atau *printing* atau *offset*. Media bahan cetak ini menyajikan pesannya melalui huruf dan gambar-gambar yang diilustrasikan untuk lebih memperjelas pesan atau informasi yang disajikan. Contoh: buku teks, modul, bahan pengajaran terprogram.

3) Media gambar diam

Media gambar diam adalah media visual yang berupa gambar yang dihasilkan melalui proses fotografi. Jenis media gambar ini adalah foto.

b. Media proyeksi diam

Media proyeksi diam adalah media visual yang diproyeksikan atau media yang memproyeksikan pesan, dimana hasil proyeksinya tidak bergerak atau memiliki sedikit unsur gerakan.

1) Media OHP dan OHT

OHT (*Overhead Transparency*) adalah media visual yang diproyeksikan melalui alat proyeksi yang disebut OHP.

OHP (*Overhead Projector*) adalah media yang digunakan untuk memproyeksikan program-program transparansi pada sebuah layar.

2) Media *opaque projector*

Media yang digunakan untuk memproyeksikan bahan dan benda-benda yang tidak tembus pandang, seperti buku, foto, dan model-model baik yang dua dimensi maupun yang tiga dimensi.

3) Media *slide*

Media *slide* atau film bingkai adalah media visual yang diproyeksikan melalui alat yang disebut dengan proyektor *slide*.

4) Media *filmstrip*

Filmstrip atau film rangkai atau film gelang adalah media visual proyeksi diam, yang pada dasarnya hampir sama dengan media *slide*. Hanya *filmstrip* ini terdiri atas beberapa film yang merupakan satu kesatuan (merupakan gelang, dimana antara ujung yang satu dengan ujung yang lainnya bersatu).

c. Media audio

Media audio adalah media yang penyampaian pesannya hanya dapat diterima oleh indera pendengaran.

1) Media radio

Media radio adalah media audio yang penyampaian pesannya dilakukan melalui pancaran gelombang elektromagnetik dari suatu pemancar.

2) Media alat perekam pita *magnetic*

Media alat perekam pita *magnetic* atau kaset *tape recorder* adalah media yang menyajikan pesannya melalui proses perekaman kaset audio.

d. Media audiovisual diam

Media audiovisual diam adalah media yang penyampaian pesannya dapat diterima oleh indera pendengaran dan indera pengelihatan, akan tetapi gambar yang dihasilkannya adalah gambar diam atau sedikit memiliki unsur gerak. Contoh *sound slide*, *filmstrip* suara, dan halaman bersuara.

e. Film (*motion pictures*)

Film disebut juga gambar hidup (*motion pictures*), yaitu serangkaian gambar diam (*still pictures*) yang meluncur secara cepat dan diproyeksikan sehingga menimbulkan kesan hidup dan bergerak.

f. Televisi

Media televisi terbuka adalah media yang dapat menampilkan pesan secara audiovisual dan gerak (sama dengan film).

1) Media televisi terbuka

Media televisi terbuka adalah media audiovisual gerak yang penyampaian pesannya melalui pancaran gelombang elektromagnetik dari suatu stasiun, kemudian pesan tadi diterima oleh pemirsa melalui pesawat televisi.

2) Media televisi siaran terbatas TVST

TVST atau CCTV adalah media audiovisual gerak yang penyampaian pesannya didistribusikan melalui kabel (bukan tv kabel). Dengan perkataan lain, kamera televisi mengambil suatu objek di studio, misalnya guru yang sedang mengajar,

kemudian hasil pengambilan tadi didistribusikan melalui kabel-kabel ke pesawat televisi yang ada di ruangan-ruangan kelas.

3) Media *video cassette recorder* (VCR)

Berbeda dengan media film, media VCR perekamannya dilakukan dengan menggunakan kaset video, dan penayangannya melalui pesawat televisi sedangkan media film perekaman gambarnya menggunakan film *selluloid* yang positif dan gambarnya diproyeksikan melalui proyeksi ke layar.

g. Multimedia

Multimedia merupakan suatu sistem penyampaian dengan menggunakan berbagai jenis bahan belajar yang membentuk suatu unit atau paket. Misalnya suatu modul belajar yang terdiri atas bahan cetak, bahan audio, dan bahan audiovisual.

1) Media objek

Media objek merupakan media tiga dimensi yang menyampaikan informasi tidak dalam bentuk penyajian, melainkan melalui ciri fisiknya sendiri, seperti ukurannya, bentuknya, beratnya, susunannya, warnanya, fungsinya, dan sebagainya.

Media objek ini dibagi menjadi dua yaitu media objek sebenarnya dan media objek pengganti.

2) Media interaktif

Karakteristik terpenting kelompok media ini adalah bahwa siswa tidak hanya memperhatikan media atau objek saja, melainkan juga dituntut untuk berinteraksi selama

mengikuti pembelajaran. Sedikitnya ada tiga macam interaksi. Interaksi yang pertama ialah yang menunjukkan siswa berinteraksi dengan sebuah program, misalnya siswa diminta mengisi blanko pada bahan belajar terprogram. Bentuk interaksi yang kedua ialah siswa berinteraksi dengan mesin, misalnya mesin pembelajaran, simulator, laboratorium bahasa, komputer, atau kombinasi diantaranya yang berbentuk video interaktif. Bentuk interaksi ketiga ialah mengatur interaksi antara siswa secara teratur tapi tidak terprogram sebagai contoh dapat dilihat pada berbagai permainan pendidikan atau simulasi yang melibatkan siswa dalam kegiatan atau masalah.

3. ***Trainer Sensor***

Trainer sensor merupakan salah satu dari media pembelajaran interaktif, karena siswa diharuskan untuk berinteraksi dalam penggunaan *trainer* sensor tersebut. Siswa akan berinteraksi dengan *trainer* menggunakan bantuan *jobsheet* yang sudah disediakan.

Trainer sensor terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian sensor, *controller*, dan *output*. Ada tiga macam sensor yang digunakan dalam *trainer* sensor ini, yaitu sensor suhu LM35, sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*), dan sensor jarak HC-SR04. Untuk bagian *controller* digunakan mikrokontroler ATmega16. Sedangkan untuk bagian output terdapat LCD, LED, *buzzer*, dan motor DC.

a. Sensor

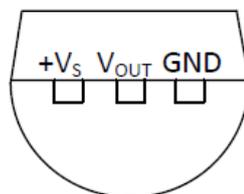
Sensor merupakan komponen yang digunakan untuk mendeteksi perubahan sifat pada sebuah benda atau lingkungan.

Nilai yang dikeluarkan sensor akibat adanya perubahan sifat tersebut berupa besaran listrik yang disebut transduser.

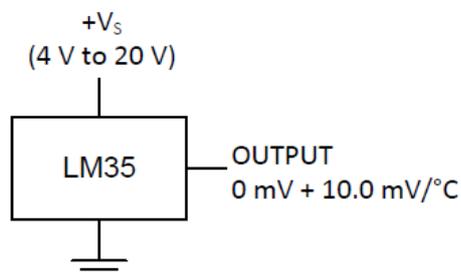
1) Sensor suhu LM35

LM35 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur suhu pada suatu benda atau lingkungan. LM35 bekerja dengan cara merubah energi kalor menjadi energi listrik. Sensor ini sudah dikemas dalam bentuk IC (*Integrated Circuit*) yang memiliki 3 kaki yaitu *VCC*, *output*, dan *GND*.

Keluaran dari LM35 linear dengan perubahan suhu yang ada disekitarnya, dimana jika suhu meningkat maka tegangan pada kaki *output* LM35 juga akan meningkat. Sensor LM35 ini memiliki faktor skala sebesar $10\text{mV}/^\circ\text{C}$, sehingga akan terjadi kenaikan tegangan *output* sebesar 10mV setiap terdapat kenaikan suhu sebesar 1°C .



Gambar 3. Konfigurasi Pin LM35.
(Sumber: *Datasheet* LM35)



Gambar 4. Rangkaian Dasar Penggunaan Sensor Suhu LM35.
(Sumber: *Datasheet* LM35)

2) Sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*)

LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan komponen elektronika yang digunakan sebagai sensor cahaya. LDR terdiri dari dua buah sel *Cadmium Sulphide* (CdS) yang memiliki respon terhadap cahaya memiliki sifat yang sama seperti mata manusia. Dalam pemasangannya LDR sama dengan resistor yaitu dapat dibolak-balik. LDR biasa digunakan pada lampu otomatis atau pada detektor asap.

Resistansi (hambatan) pada LDR berbanding terbalik dengan cahaya yang diterima oleh LDR tersebut. Dimana jika intensitas cahaya yang diterima LDR banyak, maka resistansi pada LDR akan mengecil, begitu juga sebaliknya jika intensitas cahaya yang diterima LDR sedikit, maka resistansi pada LDR akan meningkat.



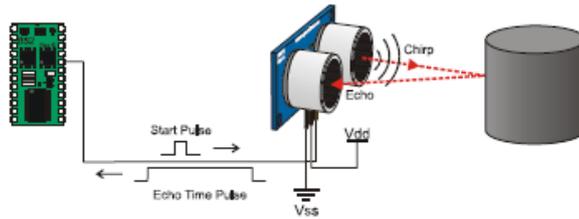
Gambar 5. LDR

3) Sensor jarak HC-SR04

HC-SR04 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur jarak, sensor ini juga sering disebut sebagai sensor ultrasonik. HC-SR04 bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang ultrasonik yang dipantulkan oleh objek di depan sensor tersebut. Gelombang ultrasonik ini memiliki frekuensi

sebesar 40kHz, dimana frekuensi tersebut merupakan frekuensi audio yang tidak dapat didengar oleh manusia.

Sensor HC-SR04 terdiri dari dua bagian, yaitu bagian pemancar gelombang ultrasonik dan bagian penerima. Prinsip kerja dari sensor HC-SR04 dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Prinsip Kerja Sensor HC-SR04.
(Sumber: Parallax, 2011)



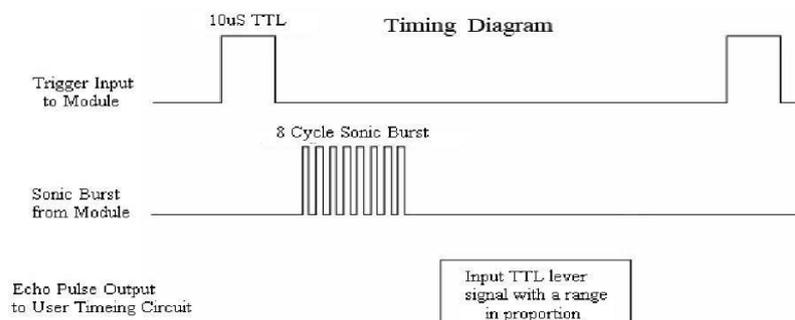
Gambar 7. Konfigurasi Pin HC-SR04
(Sumber: HC-SR04 *Datasheet*)

Gambar 7 di atas menunjukkan bahwa HC-SR04 memiliki empat buah pin yaitu VCC, *trigger*, *echo*, dan GND. Fungsi dari masing-masing pin tersebut akan dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Fungsi Masing-Masing Pin HC-SR04

No	Nama	Fungsi
1.	VCC	Sumber 5V.
2.	<i>Echo</i>	Pin yang digunakan untuk menghitung waktu saat penerima menangkap sinyal pantulan yang telah dikirim oleh pengirim gelombang ultrasonik.
3.	<i>Trigger</i>	Pin yang digunakan untuk memerintahkan sensor HC-SR04 untuk mengirimkan gelombang ultrasonik.
4.	GND	Sumber <i>ground</i> .

Saat pin *trigger* diberi masukan *high* (5V) selama 10uS, sensor HC-SR04 akan mengirimkan gelombang ultrasonik. Sensor HC-SR04 akan mengirimkan delapan gelombang penuh ultrasonik, gelombang ini disebut dengan *sonic burst*. Gelombang ultrasonik yang dipantulkan oleh benda yang ada didepan sensor ultrasonik akan diterima oleh bagian penerima dari sensor ultrasonik. Jika gelombang ultrasonik telah diterima oleh bagian penerima, maka pin *echo* akan berlogika *high* (5V). Pin *echo* akan berlogika *high* selama bagian penerima gelombang masih menerima gelombang ultrasonik. Timing diagram gelombang ultrasonik yang dihasilkan oleh HC-SR04 ditunjukkan pada gambar 8.

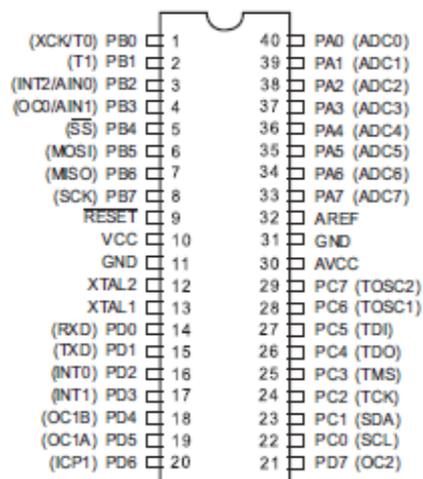


Gambar 8. *Timing Diagram* Sensor HC-SR04
(Sumber: HC-SR04 *Datasheet*)

b. Mikrokontroler ATmega16

Nanang Sulistyanto (2008:1) menyatakan bahwa mikrokontroler sering juga disebut sebagai mikrokomputer atau *embedded system*. Mikrokontroler dapat dipandang sebagai suatu sistem yang terdiri atas *input*, program, dan *output*. Perancang dapat mengatur perilaku mikrokontroler melalui program. Proses memasukkan program ke dalam mikrokontroler disebut proses *download* dan alat yang digunakan disebut *downloader*. Seperti sistem komputer, nilai tambah sistem mikrokontroler dapat dilipatgandakan melalui program.

ATmega16 merupakan *chip* mikrokontroler 8-bit yang dikeluarkan oleh ATMEL. Mikrokontroler ini memiliki memori sebesar 16KB *Flash*, 512KB *EEPROM*, dan 1KB *RAM*. ATmega16 memiliki 40 pin, yang 32 diantaranya merupakan pin I/O (*input output*). Konfigurasi pin ATmega16 ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Konfigurasi Pin ATmega16
(Sumber: ATmega16 *Datasheet*)

Beberapa fitur dari ATmega16 adalah sebagai berikut:

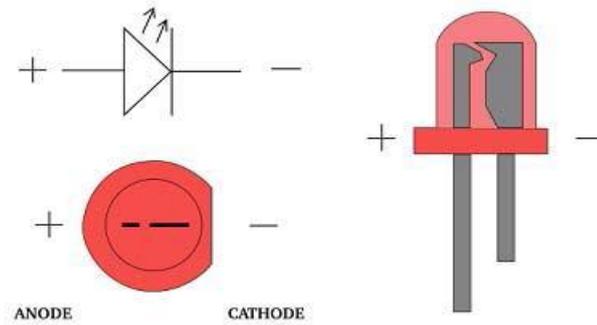
- 1) Dua buah 8-bit *timer/counter*.
- 2) Satu buah 16-bit *timer/counter*.
- 3) Empat *channel* PWM.
- 4) Delapan *channel* ADC 10-bit.
- 5) Memiliki pin untuk komunikasi I2C.
- 6) Memiliki *port* serial yang dapat diprogram.
- 7) Dapat digunakan sebagai *master/slave* pada komunikasi SPI.

c. Output

- 1) LED

LED (*Light Emitting Diode*) merupakan *diode* yang dapat memancarkan cahaya. LED terbentuk dari bahan-bahan semikonduktor, yaitu *doping gallium, arsenic, dan phosphorus*. Sifat LED menyerupai *diode* yaitu hanya bekerja pada satu arah saja yaitu ketika LED diberi bias maju (*forward bias*).

Meskipun sifat LED menyerupai *diode* tetapi arus maksimum yang dapat dilewatkan oleh LED hanya sebesar 20mA, jika arus yang melewati LED melebihi nilai maksimum tersebut, LED akan rusak. Dengan kemampuan melewatkan arus yang kecil tersebut, LED perlu diberi tahanan berupa resistor yang dipasang secara seri yang berfungsi sebagai pembatas arus.



Gambar 10. Simbol dan Gambar LED

2) LCD

Menurut Heri Andrianto (2008:69) LCD adalah suatu *display* dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan *system* dot matriks. LCD banyak digunakan sebagai *display* dari alat-alat elektronika seperti kalkulator, *multitester digital*, jam *digital* dan lain sebagainya. Fungsus dari masing-masing pin pada LCD 16x2 ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Fungsi Masing-Masing Pin LCD 16x2

Pin	Fungsi
1	Ground
2	VCC
3	Kontras
4	"RS" Instruction/Register Select
5	"RW" Read/Write LCD Registers
6	"EN" Enable Clock
7-14	Data I/O Pins
15	Backlight +
16	Backlight -

d. Jobsheet

Dediknas (Darusman, 2008:17) menyatakan bahwa LKS adalah lembaran yang berisikan pedoman bagi siswa untuk

melaksanakan kegiatan yang terprogram. Pada dasarnya *jobsheet* juga merupakan lembaran yang berisi pedoman atau langkah kerja untuk siswa dalam melakukan pembelajaran praktik.

4. CodevisionAVR

Menurut Heri Andrianto (2008:33) CodevisionAVR adalah salah satu alat bantu pemrograman (*programming tool*) yang bekerja dalam lingkungan pengembangan perangkat lunak yang terintegrasi (*Intergrated Development Environment, IDE*). Seperti aplikasi IDE lainnya, CodevisionAVR dilengkapi dengan *source code editor*, *compiler*, *linker*, dan dapat memanggil Atmel AVR Studio untuk *debugger*-nya.

5. Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor

Mata pelajaran teknik mikroprosesor merupakan salah satu mata pelajaran praktik yang ada di SMK N 2 Pengasih. Dalam kegiatannya siswa mempelajari cara memprogram *chip* mikroprosesor dengan bantuan *jobsheet* dan juga *trainer* yang sudah ada.

Trainer yang digunakan pada mata pelajaran tersebut menggunakan *trainer* Z80 yang dapat diprogram dengan tombol yang ada di dalam *trainer* tersebut. *Jobsheet* digunakan sebagai media untuk membantu siswa dalam memprogram *trainer* Z80. Meski sudah terdapat *trainer* Z80, tetapi *trainer* tersebut belum dapat membantu siswa dalam mencapai kompetensi dasar memprogram *input-output* baik *analog* maupun *digital*.

B. Kajian Penelitian Yang Relevan

1. Penelitian Relevan Pertama

Penelitian pengembangan pernah dilakukan oleh Bait Syaiful Rijal. Penelitian yang dilakukan pada tahun 2014 tersebut berjudul “Pengembangan Modul Elektronik Perakitan dan Instalasi Komputer Sebagai Sumber Belajar Untuk Kelas X SMK Piri 1 Yogyakarta.”.

Penelitian tersebut merupakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Hasil pada penelitian tersebut berupa modul elektronik yang dikembangkan menjadi *software* aplikasi berekstensi .exe yang mencakup materi tentang perakitan komputer. Modul tersebut diimplementasikan kepada siswa kelas X kompetensi keahlian teknik komputer jaringan di SMK Piri 1 Yogyakarta dengan jumlah 39 siswa.

Hasil uji kelayakan dari modul elektronik dengan materi perakitan dan instalasi komputer tersebut mendapatkan persentase sebesar 87,62% oleh ahli media dan 74,3% oleh ahli materi. Sedangkan pada saat uji kelayakan yang dilakukan pada tahap implementasi didapatkan persentase sebesar 76,08%. Dengan hasil tersebut maka modul elektronik dengan perakitan dan instalasi komputer dinyatakan layak digunakan sebagai sumber belajar.

2. Penelitian Relevan Kedua

Penelitian pengembangan juga pernah dilakukan oleh Aditya Prabhandita. Penelitian tersebut berjudul “Pengembangan dan

Implementasi Media *Trainer Kit* Sensor Ultrasonik pada Mata Diklat Praktik Sensor dan Tranduser di SMK N 2 Depok Sleman.”.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan prestasi belajar siswa dan memperkaya media yang dapat digunakan pada mata diklat Praktik Sensor dan Tranduser. Sensor yang digunakan pada media ini berupa sensor ultrasonik sedangkan untuk keluarannya digunakan sebuah LCD 16x2.

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian pengembangan dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Sedangkan untuk pengumpulan data penulis menggunakan angket untuk menguji media dan soal untuk mengukur prestasi belajar siswa. Hasil penelitian ini didapat peningkatan hasil belajar sebesar 50% dari sebelum praktik menggunakan *trainer kit* yang telah dikembangkan dan mendapatkan kelayakan dalam pengujian produk menggunakan analisis deskriptif.

3. Penelitian Relevan Ketiga

Penelitian relevan ketiga dilakukan oleh Ahwadz Fauzi Madhawirawan, dengan judul *Trainer* Mikrokontroler ATmega32 sebagai Media Pembelajaran Kelas XI Program Keahlian Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta. Hasil dari penelitian tersebut berupa produk *trainer* mikrokontroler ATmega32. Hasil uji kelayakan yang dilakukan oleh para ahli media menyatakan sangat layak dengan persentase bernilai 81,9%, sedangkan pengujian dari ahli materi dinyatakan sangat layak dengan persentase bernilai 89,1%, dan uji kelayakan yang dilakukan oleh pemakai skala besar dinyatakan layak dengan

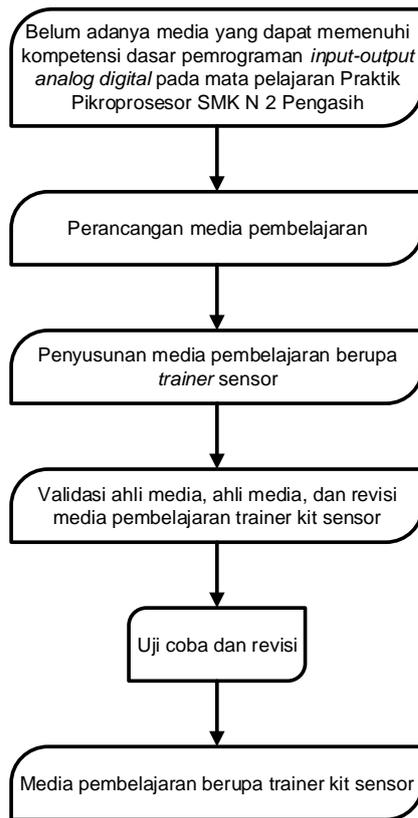
persentase sebesar 70%. Pada tiap tahap evaluasi dilakukan perbaikan berdasarkan tanggapan dan saran serta komentar umum yang diberikan oleh para evaluator, sehingga didapatkan produk akhir *trainer* mikrokontroler ATmega32.

C. Kerangka Pikir

Media pembelajaran merupakan salah satu komponen penting dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah. Media pembelajaran berfungsi sebagai perantara antara pengirim informasi (guru) dengan penerima informasi (siswa). Tanpa adanya media pembelajaran maka tujuan dari diadakannya kegiatan belajar mengajar tersebut tidak akan tercapai.

Beberapa tujuan dari mata pelajaran Teknik Mikroprosesor adalah siswa dapat memprogram sebuah mikroprosesor. Untuk membantu siswa dalam menguasai pemrograman mikroprosesor dapat digunakan sebuah media pembelajaran yang interaktif.

Media pembelajaran yang berupa *trainer* sensor ini dilengkapi dengan jobsheet yang akan membantu siswa dalam penggunaannya. Beberapa manfaat yang dimiliki dari *trainer* sensor ini diantaranya interaktif dan aplikatif. Media pembelajaran yang interaktif berarti bahwa media tersebut tidak hanya diamati oleh siswa, tetapi media tersebut juga mengajak siswa untuk berinteraksi seperti menuliskan hasil percobaan dari penggunaan media tersebut. Sedangkan media pembelajaran yang aplikatif berarti media tersebut dapat digunakan sebagai simulasi atau penerapan dari permasalahan sehari-hari.



Gambar 11. Diagram Kerangka Pikir

D. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimanakah rancang bangun *trainer sensor* yang sesuai dengan kebutuhan kompetensi dasar pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor pada Program Keahlian Elektronika SMK N 2 Pengasih?
2. Bagaimanakah unjuk kerja dari *trainer sensor* untuk mata pelajaran Teknik Mikroprosesor pada Program Keahlian Elektronika SMK N 2 Pengasih?
3. Bagaimana tingkat kelayakan dari *trainer sensor* sebagai media pembelajaran Teknik Mikroprosesor pada Program Keahlian Elektronika SMK N 2 Pengasih?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian dan pengembangan media *trainer* sensor ini termasuk dalam metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dalam bidang pendidikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu produk yang layak untuk membantu siswa dalam mencapai kompetensi dasar pemrograman mikroprosesor. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE menurut Endang Mulyatiningsih.

Pengembangan yang akan dilakukan adalah pengembangan media pembelajaran mikrokontroler yang sebelumnya belum ada pada pembelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK N 2 Pengasih. Pengembangan berupa *trainer* sensor yang dilengkapi *jobsheet* untuk menunjang proses belajar mengajar.

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur penelitian pengembangan secara garis besar mengadopsi langkah-langkah ADDIE yang dijelaskan oleh Endang Mulyatiningsih. Dari langkah-langkah yang dijelaskan tersebut, peneliti menyusun tabel pengembangan *trainer* sensor seperti pada tabel berikut:

Tabel 3. Langkah Penelitian dan Pengembangan *Trainer* Sensor

Tahap Pengembangan	Aktivitas
<i>Analysis</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memikirkan tentang produk yang akan dikembangkan. 2. Mengidentifikasi isi/materi pembelajaran. 3. Mengidentifikasi lingkungan belajar. 4. Mengidentifikasi strategi penyampaian dalam pembelajaran.
<i>Design</i>	<ol style="list-style-type: none"> 5. Merancang konsep produk. 6. Merancang panduan penggunaan produk dan <i>jobsheet</i> yang sesuai dengan tujuan pembelajaran.
<i>Development</i>	<ol style="list-style-type: none"> 7. Membuat produk yang sesuai dengan rancangan konsep produk. 8. Membuat panduan penggunaan produk dan <i>jobsheet</i>. 9. Membuat instrumen untuk mengukur kinerja produk. 10. Melakukan revisi formatif sebelum melakukan proses implementasi.
<i>Implementation</i>	<ol style="list-style-type: none"> 11. Menerapkan produk ke dalam proses pembelajaran yang nyata. 12. Mengumpulkan data (umpan balik) dari siswa.
<i>Evaluation</i>	<ol style="list-style-type: none"> 13. Mengukur ketercapaian pengembangan <i>trainer</i> sensor. 14. Melakukan evaluasi pada <i>trainer</i> sensor.

Langkah-langkah di atas merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan peneliti selama periode penelitian. Berikut merupakan penjelasan lebih rinci mengenai langkah-langkah tersebut:

1. Analysis

a. Memikirkan tentang produk yang akan dikembangkan

Merencanakan jenis produk yang akan dikembangkan. Pada langkah ini, penulis berencana membuat *trainer* sensor sebagai penunjang mata pelajaran Teknik Mikroprosesor Kelas X Program Keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih.

b. Mengidentifikasi isi/materi pembelajaran

Pada tahap ini peneliti melakukan observasi pada silabus yang digunakan pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor Kelas X Program Keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih. Pada silabus tersebut terdapat kompetensi dasar dan indikator yang harus dicapai oleh siswa. Peneliti hanya mengambil beberapa kompetensi dasar saja karena dengan pertimbangan keterbatasan waktu penelitian yang ada.

c. Mengidentifikasi kondisi belajar

Dilihat dari segi fasilitas tempat untuk program keahlian elektronika di SMK N 2 Pengasih sudah cukup memadai. Sebagian besar siswa sudah memiliki laptop dan alokasi waktu belajar yang cukup panjang, yaitu sebanyak 4 jam tatap muka. Untuk fasilitas pembelajaran masih digunakan *trainer* Z80 yang tergolong mikroprosesor lama. Sebagai media pembelajaran dalam pemrograman *input-output* baik *digital* maupun *analog*, mikroprosesor tersebut dianggap belum mampu diterapkan.

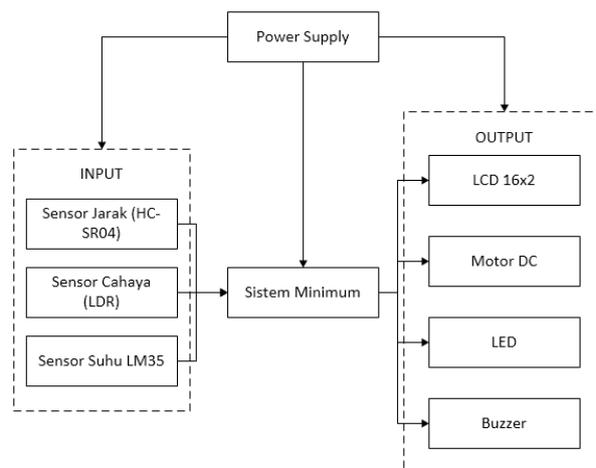
d. Mengidentifikasi strategi penyampaian dalam pembelajaran

Peneliti tidak menemukan masalah dalam strategi penyampaian materi saat proses pembelajaran. Dalam proses pembelajaran guru menerangkan tujuan pembelajaran, teori dasar sebelum memulai praktikum, mengarahkan dan mengawasi siswa saat praktikum, dan terakhir siswa mengerjakan tugas yang ada pada lembar *jobsheet*.

2. Design

a. Merancang konsep produk

Pada tahap ini penulis merancang diagram kerja *trainer* sensor. *Trainer* sensor harus mampu membantu peserta didik dalam mencapai kompetensi dasar *input-output analog* dan *digital* dari mata pelajaran teknik mikroprosesor. Oleh karena itu *trainer* sensor harus memiliki sensor yang dapat dibaca secara *analog* dan *digital*, selain itu *trainer* sensor juga harus memiliki *output* yang dapat dikendalikan secara *analog* dan *digital*. Gambar 12 menunjukkan diagram kerja dari *trainer* sensor yang akan dibuat.



Gambar 12. Diagram Kerja *Trainer* Sensor

- b. Merancang buku manual penggunaan produk dan *jobsheet* yang sesuai dengan tujuan pembelajaran

Buku manual berisikan berisikan tata cara penggunaan *trainer* sensor. Buku manual juga menyertakan teori-teori pemrograman bahasa C yang sering digunakan dalam pemrograman mikrokontroler.

Penulis merancang *jobhseet* untuk membantu dan mengarahkan siswa dalam berkomunikasi dengan *trainer* sensor. Dalam *jobsheet* tersebut juga terdapat teori singkat, langkah kerja, contoh program, dan soal pemrograman.

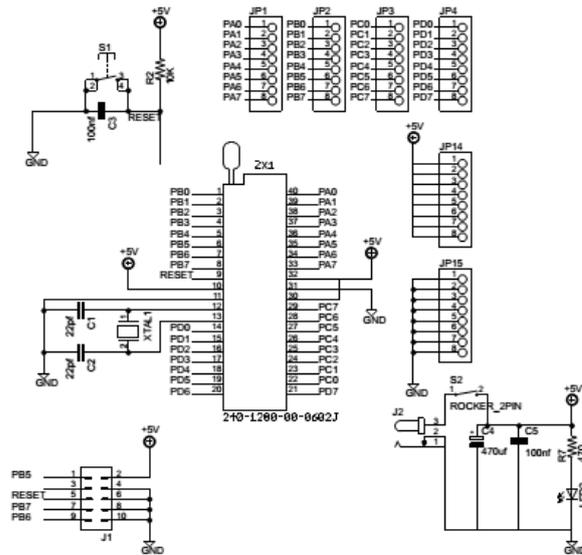
3. *Development*

- a. Membuat produk yang sesuai dengan rancangan konsep produk

Langkah ini adalah pengembangan media *trainer* sensor untuk menunjang proses pembelajaran yang telah disusun. Berikut merupakan desain elektronik *trainer* sensor:

- 1) Rangkaian sistem minimum

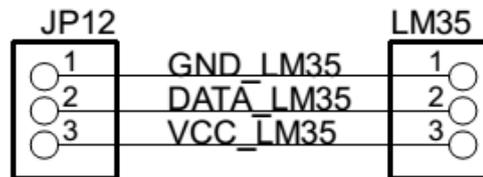
Rangkaian sistem minimum terdiri dari rangkaian catu daya dan rangkaian minimum ATmega16 beserta *port* untuk men-*download* program. Catu daya pada rangkaian ini pada nantinya akan disalurkan ke seluruh rangkaian yang digunakan. Seluruh *port* pada ATmega16 dihubungkan dengan pin *housing female* untuk memberikan akses penuh kepada pengguna *trainer* sensor.



Gambar 13. Rangkaian Sistem Minimum ATmega16

2) Rangkaian LM35

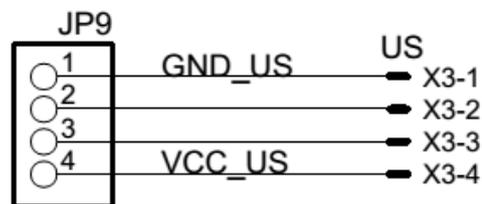
Rangkaian LM35 terdiri dari pin *female* untuk LM35 dan pin *female* untuk koneksi LM35 dan ATmega16. LM35 merupakan sensor yang dibaca secara *analog*, sehingga untuk mengaksesnya digunakan PORTA ATmega16 yang terdapat fitur ADC (*Analog to Digital Converter*). Untuk mengaksesnya dibutuhkan pin VCC, GND, dan data. Gambar 14 merupakan gambar rangkaian dari sensor LM35.



Gambar 14. Rangkaian LM35

3) Rangkaian HC-SR04

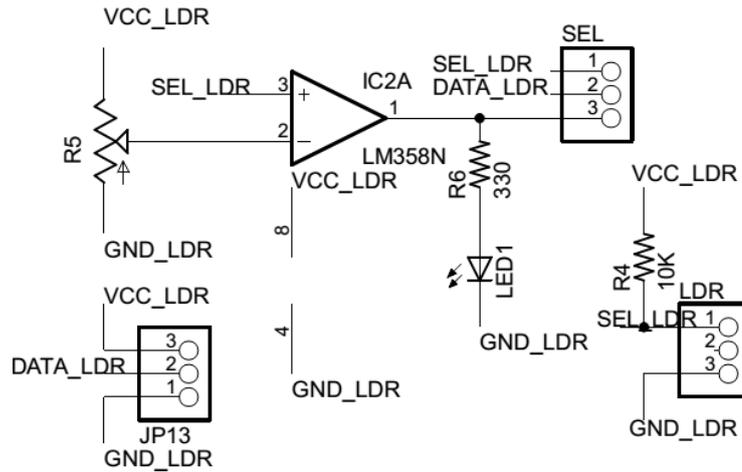
Rangkaian HC-SR04 terdiri dari pin *female* untuk menancapkan HC-SR04 dan pin *female* untuk koneksi HC-SR04 dengan ATmega16. Dibutuhkan 4 buah pin untuk mengakses sensor HC-SR04 yaitu pin VCC, GND, *echo*, dan *trigger*. HC-SR04 merupakan sensor yang dibaca secara *digital*, sehingga semua PORT I/O pada ATmega16 dapat digunakan untuk mengakses HC-SR04. Gambar 15 merupakan gambar rangkaian dari sensor HC-SR04.



Gambar 15. Rangkaian HC-SR04

4) Rangkaian LDR

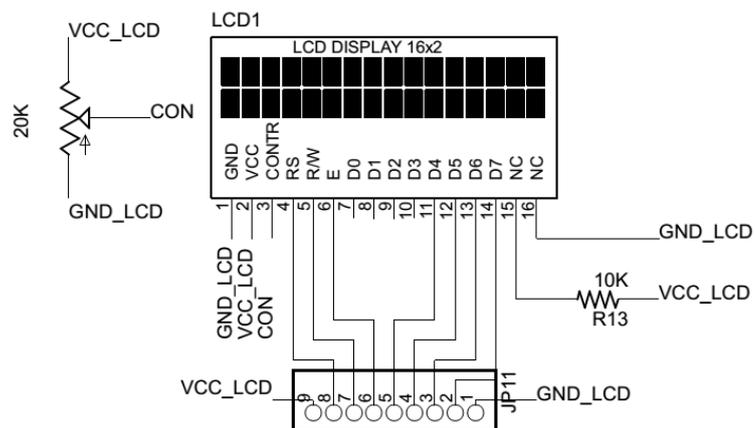
Terdapat 2 mode dalam pengaksesan sensor LDR pada *trainer* sensor, yaitu secara *analog* dan secara *digital*. Terdapat pin *selector* untuk memilih mode mana yang akan digunakan. Jika mode *analog* dipilih, maka pengaksesan sensor LDR harus menggunakan fitur ADC yang ada pada PORTA ATmega16, tetapi jika mode *digital* yang dipilih, maka semua port ATmega16 dapat mengakses sensor LDR. Pada mode *digital* digunakan rangkaian *comparator*, sehingga keluaran dari LDR hanya berupa sinyal 1 (*high*) dan sinyal 0 (*low*). Gambar 16 merupakan gambar rangkaian dari sensor LDR pada *trainer* sensor.



Gambar 16. Rangkaian LDR

5) Rangkaian LCD 16x2

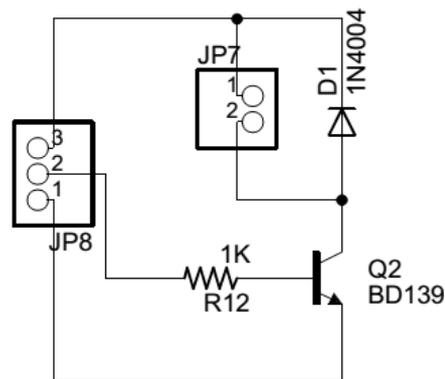
Dibutuhkan sembilan pin untuk mengakses rangkaian LCD 16x2, pin tersebut adalah VCC, GND, RS, RW, E, D4, D5, D6, dan D7. Pada rangkaian ini terdapat satu buah *variable resistor* untuk mengatur *contrast* pada LCD 16x2. LCD 16x2 termasuk *output digital*, sehingga semua *port* pada ATmega16 dapat digunakan untuk mengakses rangkaian ini. Gambar 17 merupakan gambar rangkain LCD 16x2 pada *trainer sensor*.



Gambar 17. Rangkaian LCD 16x2

6) Rangkaian Motor DC

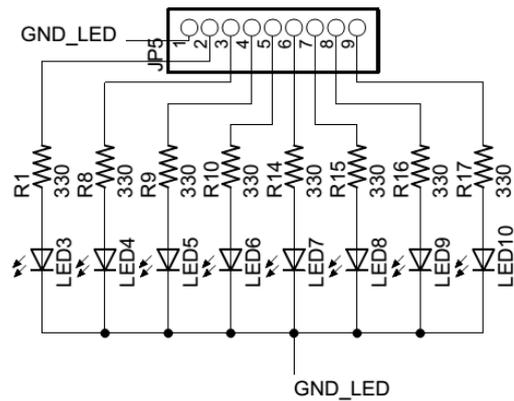
Rangkaian *output* motor DC dapat diakses secara *digital* ataupun *analog*. Jika diakses secara *digital*, maka semua PORT pada ATmega16 dapat digunakan untuk mengakses rangkaian ini. Tetapi jika diakses secara *analog* maka *port* yang dapat digunakan untuk mengakses rangkaian motor DC adalah *port* yang memiliki fasilitas PWM. Dengan mengakses rangkaian motor DC secara *analog* kita dapat mengatur kecepatan motor tersebut. Pada rangkaian motor DC ini terdapat sebuah transistor BD139 yang difungsikan sebagai saklar. Gambar 18 merupakan gambar rangkaian motor DC pada *trainer* sensor:



Gambar 18. Rangkaian Motor DC

7) Rangkaian LED

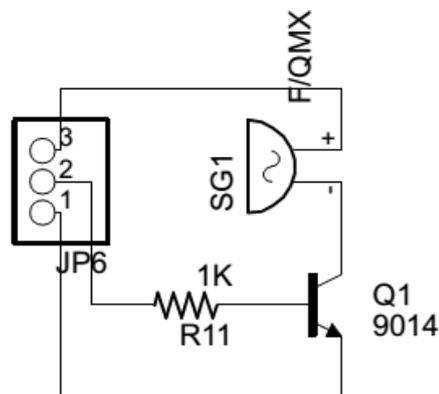
Terdapat delapan buah LED pada *trainer* sensor. LED tersebut dapat diakses menggunakan seluruh *port* I/O yang ada pada ATmega16. Pada rangkaian LED ini digunakan metode aktif *high* dimana jika pin data diberi logika *high*, maka LED akan menyala (*on*). Gambar 19 merupakan gambar rangkaian delapan buah LED pada *trainer* sensor:



Gambar 19. Rangkaian LED

8) Rangkaian *Buzzer*

Terdapat satu buah transistor 9014 pada rangkaian *buzzer*. Transistor tersebut difungsikan sebagai saklar yang akan mengaktifkan *buzzer*. Untuk mengakses rangkaian *buzzer* dibutuhkan tiga buah pin, yaitu VCC, GND, dan data. Semua *port* I/O pada ATmega16 dapat digunakan untuk mengakses rangkaian ini. *Buzzer* akan aktif (*on*) apabila pin data diberi logika 1 (*high*) dan akan mati (*off*) apabila pin data diberi logika rendah 0 (*low*). Gambar 20 merupakan gambar rangkain *buzzer* pada *trainer* sensor:



Gambar 20. Rangkaian Buzzer

b. Membuat buku petunjuk dan *jobsheet*

Buku petunjuk berisikan materi *trainer* sensor secara keseluruhan dan berisi tentang panduan pemrograman *trainer* sensor menggunakan bahasa C dengan *software* CodevisionAVR. Sedangkan *jobsheet* berisikan tentang materi *output digital*, *output analog*, *input digital*, dan *input analog*, dimana *jobsheet* ini digunakan untuk membantu siswa dalam mencapai kompetensi dasar dalam proses pembelajaran. Buku petunjuk akan dicantumkan pada *jobsheet*, sebagai pendukung saat siswa melakukan praktik.

c. Membuat instrumen untuk mengukur kinerja produk

Instrumen yang digunakan merupakan instrumen non tes berupa angket yang digunakan untuk menguji kelayakan *trainer* sensor untuk menunjang mata pelajaran teknik mikroprosesor. Terdapat tiga macam angket yang dibuat untuk mengukur kelayakan *trainer* sensor. Tiga macam angket tersebut merupakan angket untuk ahli materi, ahli media, dan pengguna.

d. Melakukan revisi formatif sebelum melakukan proses implementasi

Revisi formatif merupakan revisi awal untuk mengumpulkan informasi dan data-data sebelum proses implementasi. Revisi ini adalah uji coba awal untuk menemukan kekurangan pada media pembelajaran yang dikembangkan. Pada langkah ini media pembelajaran diuji oleh ahli materi dan ahli media. Kemudian hasil ujicoba akan diolah untuk merevisi sumber belajar sebelum proses ujicoba selanjutnya. Hasil revisi kemudian diuji coba lagi pada grup kecil atau disebut *small grup trial*. Tahap pengujian dilakukan dengan

melibatkan 8 s/d 20 peserta didik. Hasil pengujian digunakan untuk merevisi sumber belajar dan sebelum digunakan dalam tahap implementasi.

4. *Implementation*

Setelah sumber belajar selesai dibuat dan dinyatakan layak oleh ahli materi dan ahli media, maka dilakukan tahap penerapan dalam proses belajar. Tahap implementasi dilakukan pada siswa SMK N 2 Pengasih Program Keahlian Elektronika Kelas X. Tahap implementasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan *trainer* sensor pada proses pembelajaran teknik mikroprosesor. Pada tahap ini siswa diberikan angket pengguna yang digunakan untuk mengukur kelayakan *trainer* sensor.

5. *Evaluation*

Terdapat dua tahap evaluasi yang dilakukan pada penelitian ini. Evaluasi pertama dilakukan setelah peneliti mendapatkan hasil dari uji validasi yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media. Hasil dari uji validasi tersebut kemudian dijadikan sebagai acuan untuk melakukan perbaikan pada *trainer* sensor. Tahap evaluasi yang kedua dilakukan setelah peneliti mendapatkan data pada tahap implementasi. Data dari angket diolah dan digunakan untuk mengukur tingkat kelayakan *trainer* sensor.

C. Subjek Penelitian

Subjek pada penelitian ini adalah para siswa kelas X SMK Negeri 2 Pengasih Jurusan Elektronika.

D. Metode dan Alat Pengumpul Data

1. Metode Pengumpul Data

Terdapat dua metode yang digunakan untuk mendapatkan data penelitian, yaitu metode observasi dan metode kuesioner. Observasi dilakukan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk pembuatan media pembelajaran. Metode kuesioner dilakukan untuk mengumpulkan data kelayakan media pembelajaran.

a. Metode Observasi

Metode pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mengamati kegiatan pembelajaran dan media yang digunakan. Data observasi sebelum dilakukan penelitian digunakan dalam pembuatan latar belakang dan identifikasi masalah. Desain dari *trainer* sensor juga mengacu pada data yang didapatkan pada saat observasi.

b. Metode Kuesioner

Metode kuesioner dilakukan dengan memberikan angket yang berisi butir-butir pernyataan kepada responden untuk menilai media pembelajaran yang telah dibuat. Pada penelitian ini para responden adalah para ahli materi, ahli media, dan pengguna. Angket yang untuk menilai kelayakan *trainer* sensor disusun menggunakan skala *likert* empat pilihan. Penggunaan skala *likert* empat pilihan akan lebih maksimal dibandingkan dengan lima pilihan, hal ini disebabkan karena skala *likert* empat pilihan memicu responden untuk menjawab lebih tegas karena tidak adanya pilihan ragu-ragu/netral.

2. Alat Pengumpul Data

Menurut Sugiyono (2012:147) instrumen penelitian adalah alat yang dapat digunakan dalam pengukuran terhadap fenomena sosial maupun alam. Penyusunan instrumen penelitian menurut Eko Putro Widoyoko (2012:127) dapat dilalui dengan beberapa tahap, yaitu: (1) menetapkan variabel yang akan diteliti, (2) merumuskan definisi konseptual, (3) menyusun definisi konseptual, (4) menyusun kisi-kisi instrumen, (5) menyusun butir-butir instrumen. Dari langkah-langkah tersebut dan dari pembacaan penelitian yang relevan, didapatkan kisi-kisi instrumen sebagai berikut:

a. Instrumen untuk ahli materi

Instrumen untuk ahli materi digunakan untuk menilai kelayakan *trainer* sensor dari segi materi. Para ahli materi merupakan dosen atau guru yang ahli dalam bidang mikroprosesor. Tabel 4 menjelaskan tentang kisi-kisi instrumen untuk ahli materi yang dilihat dalam dua aspek.

Tabel 4. Kisi-Kisi Untuk Ahli Materi

No	Aspek	Indikator	Butir Pernyataan	Jumlah
1.	Kualitas Materi	Materi yang terkandung dalam <i>trainer</i> Sensor	1,3,10,11,12	5
		Materi dalam <i>jobsheet</i>	2,4,5,6,7,8,9,13,14,15,16	11
2.	Kemanfaatan	Bagi Guru	17	1
		Bagi Peserta didik	18,19, 20	3
Total Butir				20

b. Instrumen untuk ahli media

Instrumen untuk ahli media digunakan untuk menilai kelayakan *trainer* sensor dari segi media pembelajaran. Para ahli

media merupakan dosen atau guru yang ahli dalam bidang media pembelajaran. Tabel 5 menjelaskan tentang kisi-kisi instrumen untuk ahli media yang dilihat dalam tiga aspek.

Tabel 5. Kisi-Kisi Untuk Ahli Media

No	Aspek	Indikator	Butir Pernyataan	Jumlah
1.	Desain Media	Wawasan perangkat keras	1,2,3,4,5,6	6
		Dimensi <i>trainer</i> Sensor	7,8,9	3
		Fungsi aplikatif	10,11,12	3
2.	Pengoperasian	Pengoperasian perangkat keras	13,14,15,16,17,18,19,20	8
3.	Kemanfaatan media	Bagi Peserta didik	21,22,23,24,25,26	6
		Bagi guru	27,28,29,30	4
Total Butir				30

c. Instrumen untuk pengguna

Instrumen untuk pengguna digunakan untuk menilai kelayakan *trainer* sensor dilihat dari pengguna. Para pengguna merupakan siswa kelas X program keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih. Tabel 6 menjelaskan tentang kisi-kisi instrumen untuk pengguna yang dilihat dalam tiga aspek.

Tabel 6. Kisi-Kisi Untuk Pengguna

No	Aspek	Indikator	Butir Pernyataan	Jumlah
1	Kualitas Materi	Materi dalam <i>jobsheet</i>	1,2,3,4,5,6 7,8,9	9
2	Pengoperasian media	Pengoperasian perangkat keras	10,11,12,13,14, 15,16	7
3	Pembelajaran	Bagi Peserta didik	17,18,19,20,21, 22,23,24	8
Total Butir				24

E. Teknik Analisis Data

1. Uji Validitas

Instrumen dinyatakan valid apabila instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur (Sugiyono, 2013:348). Butir-butir pernyataan pada angket ahli materi harus mengarah pada kandungan materi yang ada pada *trainer* sensor, begitu juga dengan butir-butir pernyataan pada angket ahli media dan pengguna. Uji validitas dilakukan dengan mengadakan konsultasi kepada para *experts judgement*. Konsultasi kepada para *experts judgement* terus dilakukan sampai instrumen dinyatakan valid. Pada pengujian ini, para *experts judgement* merupakan Dosen Pendidikan Teknik Elektro UNY yang ahli dalam bidang pembuatan instrumen penelitian.

Setelah dilakukan validitas instrumen, kemudian dilakukan pengujian oleh ahli materi dan ahli media. Pengujian oleh ahli materi dan ahli media dilakukan untuk mendapatkan saran perbaikan pada *trainer* sensor sebelum dilakukannya proses implementasi. Pada penelitian ini para ahli materi dan ahli media adalah Dosen Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik UNY dan guru pengampu mata pelajaran Teknik Mikroprosesor program keahlian Elektronika SMK N 2 Pengasih.

2. Uji Reliabilitas Instrumen

Uji Reliabilitas dilakukan untuk mengetahui tingkat keandalan instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data. Instrumen dinyatakan reliabel apabila instrumen yang digunakan untuk mengukur

suatu obyek yang sama berkali-kali maka akan tetap menghasilkan data yang sama (Sugiyono, 2013:348). Pengujian reliabilitas instrumen dapat dilakukan dengan menggunakan rumus *alpha cronbach's*. Berikut merupakan rumus *alpha cronbach's* menurut Sugiyono (2013:365):

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

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:

$$s_t^2 = \frac{\sum X_t^2}{n} - \frac{(\sum X_t)^2}{n^2} \text{ dan } s_i^2 = \frac{JKi}{n} - \frac{JKs}{n^2} \dots \dots \dots (ii)$$

Keterangan :

- JKi = jumlah kuadrat seluruh item
- JKs = jumlah kuadrat subjek

Setelah koefisien reliabilitas didapatkan, maka dapat diketahui tingkat reliabilitas instrumen tersebut. Tingkat reliabilitas dapat dibagi menjadi lima tingkatan. Tabel 7 menunjukkan pembagian tingkatan reliabilitas menurut Triton Prawira Budi (2006:248).

Tabel 7. Kategori Koefisien Reliabilitas

Koefisien Reliabilitas	Tingkat Reliabilitas
0,00 s.d. 0,20	Kurang Reliabel
>0,20 s.d. 0,40	Agak Reliabel
>0,40 s.d. 0,60	Cukup Reliabel
>0,60 s.d. 0,80	Reliabel
>0,80 s.d. 1,00	Sangat Reliabel

3. Uji Kelayakan

Produk media pembelajaran yang telah diimplementasikan dalam bentuk produk jadi kemudian diuji tingkat kelayakan produknya. Angket yang digunakan memiliki empat pilihan yaitu: Sangat Setuju, Setuju, Tidak Setuju, dan Sangat Tidak Setuju. Pilihan-pilihan tersebut merupakan data kualitatif, untuk mengubah menjadi data kuantitatif digunakan penilaian 4 gradasi yaitu 4,3,2,1. Setelah dilakukan pengubahan data kualitatif menjadi kuantitatif, langkah selanjutnya adalah menghitung skor rerata tiap butir pernyataan dengan rumus berikut:

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

Keterangan :

\bar{x} = Skor Rata-Rata

n = Jumlah Penilai

$\sum X$ = Skor Total Masing-Masing

Setelah didapatkan rerata tiap butir, kemudian dihitung rerata tiap aspek dan rerata totalnya dengan menggunakan rumus yang sama. Jika nilai rerata tiap aspek dan rerata totalnya telah didapatkan, maka selanjutnya adalah mengubah data kuantitatif tersebut ke dalam data kualitatif kembali. Pengubahan data kuantitatif menjadi kualitatif dapat menggunakan skala pengukuran *rating scale*. Dengan skala pengukuran *rating scale* akan didapatkan tabel kelayakan yang ditentukan berdasarkan jarak intervalnya. Untuk menentukan jarak interval digunakan rumus berikut:

$$\text{Jarak interval} = \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah kelas interval}}$$

$$\text{Jarak interval} = \frac{4 - 1}{4} = 0,75$$

Dari perhitungan di atas didapatkan jarak interval untuk angket dengan skala *likert* 4 pilihan memiliki jarak interval sebesar 0,75. Berdasarkan jarak tersebut didapatkan sebuah tabel kelayakan yang ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Kategori Kelayakan

No	Rerata Skor Jawaban	Kategori Kelayakan
1	>3,25 – 4,00	Sangat Layak
2	>2,50 - 3,25	Layak
3	>1,75 – 2,50	Cukup Layak
4	1,00 – 1,75	Sangat Tidak Layak

Dari tabel di atas, media pembelajaran *trainer* sensor pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor dinyatakan layak apabila rerata kelayakannya mencapai hasil akhir pada kriteria “Cukup Layak”. Untuk mengubah hasil rerata skor jawaban menjadi persentase kelayakan dapat digunakan rumus berikut:

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

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Ujicoba

1. Pengujian Unjuk Kerja *Trainer Sensor*

Ujicoba produk dilakukan untuk mengetahui apakah media pembelajaran dapat bekerja sesuai dengan rancangan produk atau tidak. Pengujian dilakukan dengan membuat program untuk masing-masing rangkaian *input* dan *output* pada *trainer sensor*. Berikut merupakan deskripsi dari pengujian yang telah dilakukan:

a. Pengujian *Output Buzzer*

Pengujian *output buzzer* dilakukan dengan membuat program yang membunyikan *buzzer* selama 3 detik kemudian diam selama 3 detik. Program yang dibuat berjalan secara berulang-ulang. Tabel 9 menunjukkan hasil dari pengujian pada *output buzzer*.

Tabel 9. Hasil Pengujian *Output Buzzer*

Detik Ke-	Kondisi <i>Buzzer</i>	Keterangan
0-3	Berbunyi	Sesuai program
3-6	Diam	Sesuai program
6-9	Berbunyi	Sesuai program

b. Pengujian *Output LED*

Pengujian *output LED* dilakukan dengan membuat program LED nyala berurutan. Pada program ini LED akan menyala satu demi satu dengan selang waktu satu detik. Hasil pengujian *output LED* ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian *Output* LED

Step Ke-	Kondisi LED								Keterangan
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	Sesuai program
2	1	0	0	0	0	0	0	0	Sesuai program
3	1	1	0	0	0	0	0	0	Sesuai program
4	1	1	1	0	0	0	0	0	Sesuai program
5	1	1	1	1	0	0	0	0	Sesuai program
6	1	1	1	1	1	0	0	0	Sesuai program
7	1	1	1	1	1	1	0	0	Sesuai program
8	1	1	1	1	1	1	1	0	Sesuai program
9	1	1	1	1	1	1	1	1	Sesuai program
10	0	0	0	0	0	0	0	0	Sesuai program

Keterangan kondisi LED: 0=mati, 1=hidup

c. Pengujian *Output* Motor DC

Pengujian *output* motor DC dilakukan dengan membuat program pengatur kecepatan motor DC. Pada program ini dibuat kecepatan motor akan bertambah sebesar 50PWM setiap selang waktu tiga detik, setelah kecepatan mencapai 250PWM, maka motor DC akan berhenti selama tiga detik. Untuk menampilkan kecepatan motor DC, digunakan tampilan LCD 16x2. Tabel 11 menunjukkan hasil pengujian *output* motor DC.

Tabel 11. Hasil Pengujian *Output* Motor DC

Detik Ke-	Kecepatan Motor DC (PWM)	Keterangan
0-3	0	Sesuai program
3-6	50	Sesuai program
6-9	100	Sesuai program
9-12	150	Sesuai program
12-15	200	Sesuai program
15-18	250	Sesuai program
18-21	0	Sesuai program

d. Pengujian *Output* LCD 16x2

Pengujian *output* LCD dilakukan dengan membuat program yang menampilkan tulisan huruf, angka, dan simbol pada LCD 16x2. Pada program tersebut kursor penulisan pada LCD diletakkan pada kolom ke-5 dan baris ke-0 dari LCD 16x2 dengan perintah "lcd_gotoxy(5,0);". Untuk menampilkan simbol derajat digunakan perintah "lcd_putchar(223);". Hasil pengujian LCD 16x2 dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil Pengujian *Output* LCD 16x2

Sintaks Program	Tampilan LCD	Keterangan
<pre>lcd_gotoxy(5,0); lcd_putsf("Suhu=28"); lcd_putchar(223); lcd_gotoxy(14,0); lcd_puts("C");</pre>		Sesuai program

e. Pengujian *Input* Sensor LDR

Pengujian *input* sensor LDR dilakukan dengan membuat program yang menampilkan data ADC yang dihasilkan dari pembacaan LDR terhadap intensitas cahaya. Data yang diambil adalah ketika sensor LDR tidak diberi penghalang/penutup sama sekali dan ketika sensor LDR ditutup total. Pengujian sensor LDR dikatakan berhasil apabila data ADC saat intensitas cahaya banyak lebih kecil daripada data ADC ketika intensitas cahaya sedikit. Penampilan data ADC ditampilkan dengan LCD 16x2. Tabel 13 menunjukkan data hasil pengujian sensor LDR.

Tabel 13. Hasil Pengujian *Input* Sensor LDR

Intensitas Cahaya	Penunjukan Data ADC
Banyak	55
Sedikit	176

f. Pengujian *Input* Sensor *Ultrasonic*

Pengujian *input* sensor *ultrasonic* dilakukan dengan membuat program yang menampilkan pengukuran jarak yang dihasilkan dari sensor *ultrasonic*. Untuk menampilkan jarak yang diukur digunakan LCD 16x2.

Tabel 14. Hasil Pengujian *Input* Sensor *Ultrasonic*

Jarak (cm)	Tampilan Pada LCD
5	5
10	10
15	15
20	21
25	26

g. Pengujian *Input* Sensor LM35

Pengujian *input* Sensor LM35 dilakukan dengan membuat program yang menampilkan data ADC yang dihasilkan dari pembacaan suhu oleh sensor LM35. Untuk menampilkan data ADC digunakan LCD 16x2. Untuk meningkatkan suhu pada sensor LM35, maka sensor LM35 didekatkan dengan sebuah pemanas. Pada pengujian ini sensor suhu LM35 mengalami perubahan suhu yang linear ketika didekatkan dengan pemanas.

2. Deskripsi Data Validasi Materi

Uji validasi isi dilakukan dengan memberikan angket kepada para ahli materi, yaitu dosen yang ahli dalam bidang mikrokontroler dan guru

pengampu mata pelajaran. Hasil penilaian oleh ahli materi ditunjukkan pada tabel 15.

Tabel 15. Hasil Penilaian Oleh Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	No Butir	Skor Max	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2
1	Kualitas Materi	1	4	4	3
		2	4	3	3
		3	4	3	3
		4	4	3	3
		5	4	3	3
		6	4	3	3
		7	4	3	3
		8	4	3	4
		9	4	4	4
		10	4	3	4
		11	4	3	4
		12	4	3	4
		13	4	3	4
		14	4	3	4
		15	4	3	3
		16	4	3	3
2	Kemanfaatan	17	4	3	3
		18	4	3	3
		19	4	4	4
		20	4	3	3

Hasil yang didapatkan dari para ahli materi kemudian dihitung untuk mendapatkan tingkat kelayakan media *trainer* sensor dilihat dari uji validasi materi. Berikut merupakan perhitungan dalam mencari tingkat kelayakan media *trainer* sensor tersebut:

a) Mencari Rata-Rata Skor

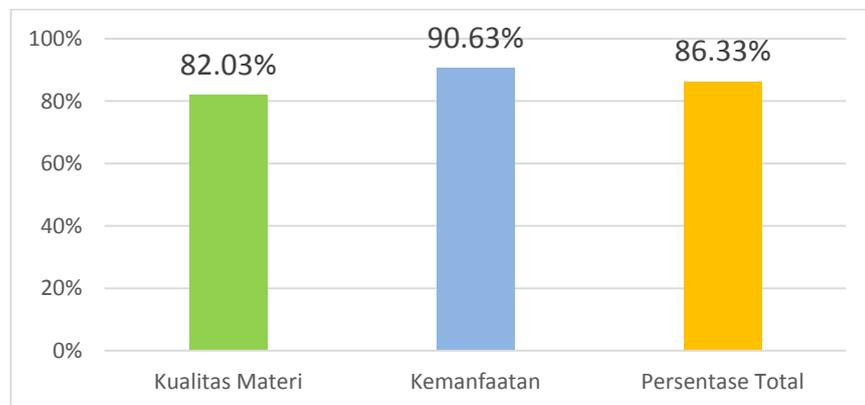
Perhitungan rata-rata skor menggunakan rumus perhitungan rata-rata yang telah dijelaskan pada bagian teknik analisis data. Hitungan dimulai dari mencari rata-rata tiap butir, kemudian dilanjutkan dengan mencari rata-rata tiap indikator dan tiap aspek dengan menggunakan rumus yang sama.

b) Mencari Persentase Kelayakan

Hasil perhitungan persentase kelayakan *trainer* sensor dilihat dari uji validasi materi ditunjukkan pada tabel 16. Dari hasil perhitungan tersebut kemudian dibuat diagram persentase kelayakan *trainer* sensor dari uji validasi materi yang ditunjukkan pada gambar 21.

Tabel 16. Hasil Uji Validasi Materi

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Rerata Tiap Indikator	Rerata Tiap Aspek	Persentase Tiap Aspek
1	Kualitas Materi	Materi Yang Terkandung Dalam <i>Trainer</i> Sensor	3,40	3,28	82,03%
		Materi Dalam <i>Jobsheet</i>	3,23		
2	Kemanfaatan	Bagi Guru	3,50	3,63	90,63%
		Bagi Peserta Didik	3,67		
Rerata Skor Total					3.45
Persentase Skor Total					86,33%



Gambar 21. Persentase Kelayakan *Trainer* sensor Dari Uji Validasi Materi

Berdasarkan pada gambar 21, telah diperoleh persentase kelayakan *trainer* sensor dilihat dari uji validasi isi. Dilihat dari gambar tersebut didapatkan persentase untuk aspek kualitas materi sebesar

82,03% dan aspek kemanfaatan sebesar 90,63%. Dari aspek-aspek tersebut juga didapatkan persentase total sebesar 86,33%.

Dari perhitungan-perhitungan di atas didapatkan rerata skor total sebesar 3,45 dan persentase skor total sebesar 86,33%. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa *trainer* sensor dinyatakan “SANGAT LAYAK” dilihat dari uji validasi materi.

Selain didapatkan data dari pengisian angket, peneliti juga mendapatkan saran dari ahli materi. Saran yang didapatkan dari ahli materi tersebut dijadikan sebagai acuan untuk melakukan revisi pada *trainer* sensor sebelum dilakukan proses implementasi. Berikut merupakan revisi yang dilakukan setelah mendapatkan saran dari ahli materi:

a. Pengurangan pembahasan teori pada buku manual

Pengurangan teori pada buku manual dikarenakan, teori sudah terdapat pada *jobsheet*, sehingga pada buku manual tidak diperlukan lagi teori singkat. Hal ini dilakukan untuk meringkas buku manual agar tidak terlalu padat.

b. Penambahan daftar referensi pada *jobsheet*

Penambahan daftar referensi diperlukan agar menjadi acuan siswa untuk mencari lebih dalam lagi tentang apa yang sudah dipraktikkan dalam pembelajaran.

3. Deskripsi Data Validasi Media

Uji validasi media dilakukan untuk menilai *trainer* sensor dilihat dari sudut pandang media pembelajaran. Validasi media dilakukan dengan memberikan angket kepada dosen yang ahli pada bidang media

pembelajaran dan guru pengampu mata pelajaran. Hasil penilaian oleh ahli media ditunjukkan pada tabel 17.

Tabel 17. Hasil Penilaian Oleh Ahli Media

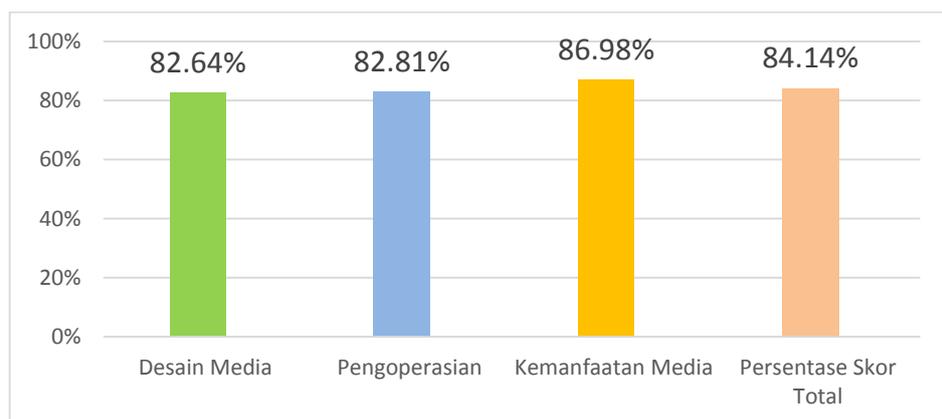
No	Aspek Penilaian	No Butir	Skor Max	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2
1	Kualitas Materi	1	4	4	3
		2	4	4	3
		3	4	3	3
		4	4	3	3
		5	4	3	4
		6	4	4	4
		7	4	3	3
		8	4	4	3
		9	4	3	3
		10	4	3	3
		11	4	4	3
		12	4	4	3
2	Pengoperasian	13	4	4	3
		14	4	4	3
		15	4	3	3
		16	4	3	3
		17	4	3	3
		18	4	4	3
		19	4	3	3
		20	4	4	4
3	Kemanfaatan Media	21	4	4	4
		22	4	4	4
		23	4	3	3
		24	4	3	3
		25	4	3	3
		26	4	3	3
		27	4	4	3
		28	4	4	4
		29	4	4	4
		30	4	3	3

Hasil yang didapatkan dari para ahli media kemudian dihitung untuk mendapatkan tingkat kelayakan media *trainer* sensor dilihat dari uji validasi media. Cara menghitung kelayakan dari uji validasi media sama dengan cara menghitung kelayakan dari uji validasi materi. Hasil perhitungan persentase kelayakan *trainer* sensor dilihat dari uji validasi

media ditunjukkan pada tabel 18. Dari hasil perhitungan yang terdapat pada tabel 12 kemudian dibuat diagram persentase kelayakan *trainer* sensor dari uji validasi media yang ditunjukkan pada gambar 22.

Tabel 18. Hasil Uji Validasi Media

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Rerata Tiap Indikator	Rerata Tiap Aspek	Persentase Tiap Aspek
1	Desain Media	Wawasan Perangkat Keras	3,42	3,31	82,64%
		Dimensi <i>Trainer</i> Sensor	3,17		
		Fungsi Aplikatif	3,33		
2	Pengoperasian	Pengoperasian Perangkat Keras	3,31	3,31	82,81%
3	Kemanfaatan Media	Bagi Peserta Didik	3,33	3,48	86,98
		Bagi Guru	3,48		
Rerata Skor Total					3,37
Persentase Skor Total					84,14%



Gambar 22. Persentase Kelayakan *Trainer* Sensor Dari Uji Validasi Media

Berdasarkan pada gambar 22, telah diperoleh persentase kelayakan *trainer* sensor dilihat dari uji validasi media. Dilihat dari

gambar tersebut didapatkan persentase untuk aspek desain media sebesar 82,64%, aspek pengoperasian sebesar 82,81%, dan aspek kemanfaatan media sebesar 86,98%. Dari aspek-aspek tersebut juga didapatkan persentase total sebesar 84,14%.

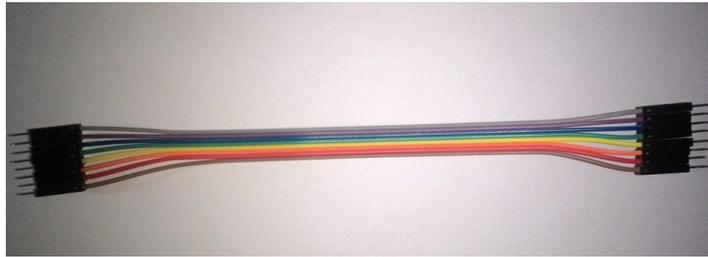
Dari perhitungan yang telah dilakukan didapatkan rerata skor total sebesar 3,37 dan persentase skor total sebesar 84,14%. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa *trainer* sensor dinyatakan “SANGAT LAYAK” dilihat dari uji validasi media.

Pada proses validasi media dari para ahli media, peneliti mendapatkan saran untuk melakukan revisi pada *trainer* sensor. Berikut merupakan revisi yang dilakukan setelah mendapatkan saran dari ahli media:

a. Penjelasan terkait pemberian simbol *power* pada *trainer* sensor

Terdapat kesalahan pemberian simbol *power* pada *trainer* sensor. Simbol *power* seharusnya dituliskan VCC dan GND, tetapi pada *trainer* sensor, pemberian simbol *power* digambarkan dengan simbol + dan -. Pada hal ini perbaikan tidak dapat dilakukan, karena pembuatan PCB pada *trainer* sensor dilakukan oleh pihak ketiga yang akan memakan waktu dan biaya yang banyak. Hal ini akan dijadikan sebagai masukan pada bagian pengembangan produk lebih lanjut.

b. Penggunaan kabel *ribbon* 8 pin



Gambar 23. Kabel Ribbon 8 Pin

Penambahan kabel *ribbon* delapan pin dimaksudkan untuk merapikan dan mempermudah pengkabelan saat pengguna hendak memakai LCD 16x2 dan 8 buah LED yang ada pada *trainer* sensor. Sebelum diigunakannya kabel *ribbon* 8 pin ini, pemasangan LCD 16x2 dan 8 buah LED menggunakan 1 pin kabel yang memang membuat rangkaian terlihat tidak rapi dan sulit.

c. Penambahan sampul dan daftar isi buku manual

Pada awalnya buku manual hanya berisi tentang bagian-bagian dan langkah-langkah penggunaan *trainer* sensor. Penambahan sampul dan daftar isi dimaksudkan untuk mempermudah pembacaan buku manual *trainer* sensor.

d. Penambahan langkah kerja pada *jobsheet*

Sebelumnya sudah terdapat langkah-langkah penggunaan secara umum yang terdapat pada buku manual, sehingga diperlukan langkah kerja yang lebih spesifik atau khusus agar mempermudah siswa dalam menggunakan *trainer* sensor. Penambahan langkah kerja yang lebih khusus ini terdapat pada masing-masing *jobsheet*.

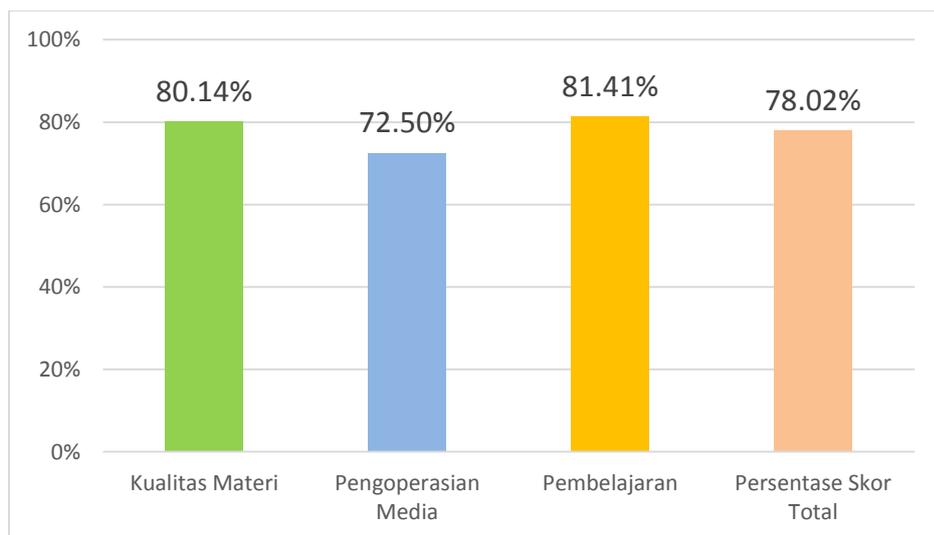
4. Deskripsi Data Uji Terbatas

Uji terbatas dilakukan oleh 20 siswa kelas XI program keahlian Teknik Elektronika. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan saran

dari pengguna yang pernah mendapatkan pelajaran teknik mikroprosesor. Pada bagian ini hanya dipaparkan hasil perhitungan analisis kelayakan dari uji terbatas, perhitungan lebih rinci mengenai kelayakan *trainer* sensor dari uji terbatas dapat dilihat pada Lampiran 12. Tabel 19 dan gambar 24 menunjukkan hasil perhitungan yang diperoleh dari uji terbatas.

Tabel 19. Hasil Uji Terbatas

Aspek	Persentase Skor Tiap Aspek
Kualitas Materi	80,14%
Pengoperasian Media	72,50%
Pembelajaran	81,41%
Persentase Skor Total	78,02%



Gambar 24. Diagram Kelayakan Uji Terbatas

Berdasarkan hasil yang didapatkan, *trainer* sensor memperoleh rerata skor total sebesar 3,12 dengan persentase sebesar 78,02%. Dengan hasil tersebut, maka *trainer* sensor dinyatakan “LAYAK” untuk digunakan dalam mata pelajaran teknik mikroprosesor.

Pada uji terbatas tidak didapatkan revisi atau perubahan desain pada *trainer* sensor. Dengan demikian media *trainer* sensor dapat

diimplementasikan kepada sasaran penelitian, yaitu siswa kelas X program keahlian elektronika SMK N 2 Pengasih.

5. Uji Reliabilitas Instrumen

Instrumen yang diuji adalah angket untuk pengguna yang digunakan untuk mengukur tingkat kelayakan *trainer* sensor oleh siswa. Sebelumnya angket tersebut sudah dikonsultasikan kepada para ahli untuk mendapatkan hasil yang valid. Pengujian dilakukan menggunakan rumus *alpha*.

Data yang diuji reliabilitasnya merupakan data yang diambil dari uji terbatas. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebesar 0,89 yang termasuk dalam kategori "SANGAT RELIABEL".

Tabel 20. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Pengguna

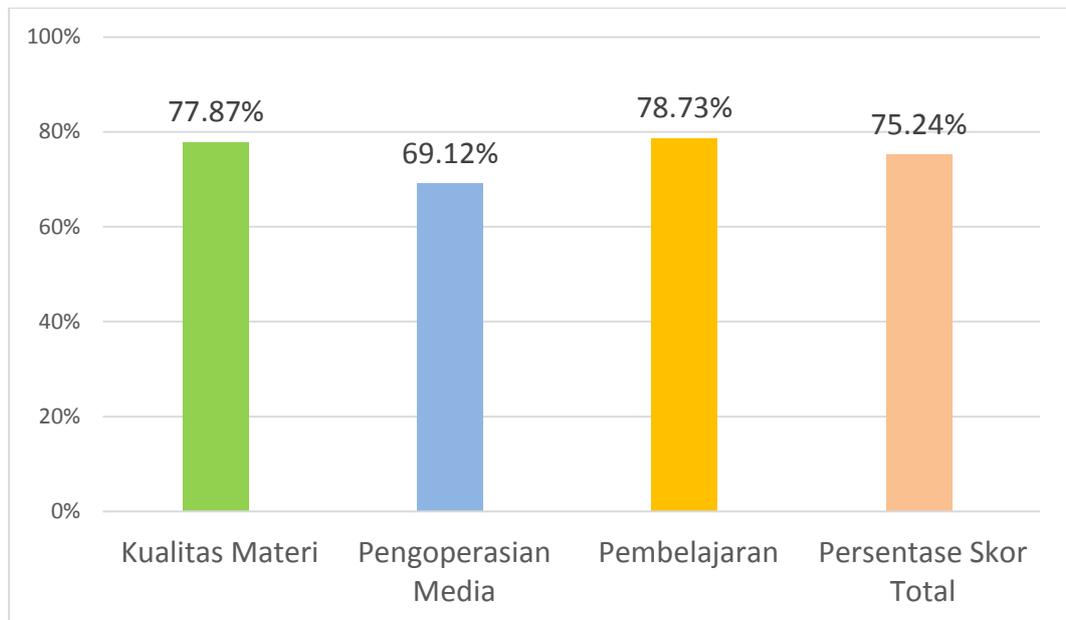
N	20
n^2	400
$\sum X_t^2$	2262016
$(\sum X_t)^2$	113754
S_t^2	32.66
Jki	4836
JKs	94716
Si	5.01
ri	0.89
Kategori	Sangat Reliabel

B. Analisis Data Implementasi

Implementasi bertempat di SMK N 2 Pengasih dengan jumlah siswa yang mengikuti mata pelajaran Teknik Mikroprosesor sebanyak 31 siswa kelas X. Tahap implementasi ini akan dijadikan sebagai acuan dari kelayakan *trainer* sensor dari segi pengguna. Tabel 21 dan gambar 25 menunjukkan hasil perhitungan yang diperoleh dari implementasi.

Tabel 21. Hasil implementasi media

Aspek	Persentase Skor Tiap Aspek
Kualitas Materi	77,87%
Pengoperasian Media	69,12%
Pembelajaran	78,73%
Persentase Skor Total	75,24%



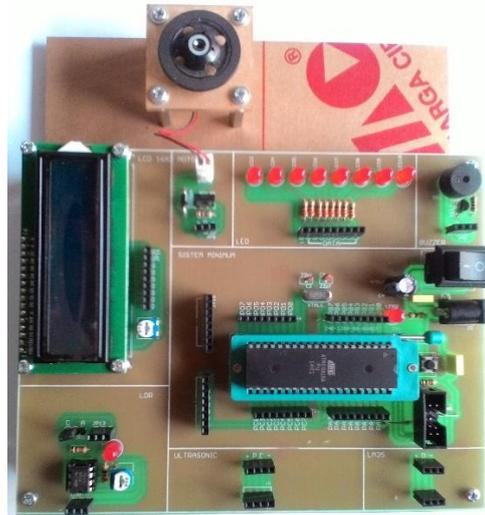
Gambar 25. Diagram Kelayakan Implementasi Media *Trainer* sensor

Berdasarkan gambar 25 didapatkan persentase 77,87% pada aspek kualitas materi, 69,12% pada pengoperasian media, dan 78,73% untuk pembelajaran. Selain itu juga didapatkan rerata skor total sebesar 3,01 dengan persentase sebesar 75,24%. Dengan hasil tersebut, maka *trainer* sensor dinyatakan "LAYAK" sebagai media pembelajaran dalam mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK N 2 Pengasih Program Keahlian Elektronika.

Tidak didapatkan revisi atau perubahan desain setelah dilakukan implementasi. Dengan demikian media *trainer* sensor layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK N 2 Pengasih Program Keahlian Elektronika.

C. Kajian Produk

1. Elektronik *trainer* sensor



Gambar 26. Realisasi *Trainer* Sensor

Berikut merupakan penjelasan rangkaian elektronik yang terdapat pada *trainer* sensor:

a. Sistem Minimum

Sistem minimum merupakan pengendali utama dari *trainer* sensor. Sistem minimum menggunakan ATmega16 sebagai kontroler. Pada sistem minimum inilah *power supply* yang dihasilkan dari adaptor sebesar 5V disalurkan melalui konektor *jack DC*. Pada sistem minimum juga terdapat *port* untuk menyalurkan daya kepada rangkaian *input* dan *output*.

b. Rangkaian *Output Buzzer*

Untuk menyalakan *buzzer* menggunakan satu buah transistor bertipe NPN 9014 yang difungsikan sebagai saklar. Terdapat tiga buah pin pada rangkaian *output buzzer*, yaitu pin +, data, dan pin -. Pin data diambil dari *port I/O* ATmega16 yang difungsikan sebagai *output*.

c. Rangkaian *Output* LED

Rangkaian *output* LED memiliki 8 buah LED yang dapat difungsikan sebagai *output*. Pada rangkaian ini Terdapat 8 pin data dan 1 pin -. Delapan pin data dihubungkan dengan *port I/O* ATmega16 yang difungsikan sebagai *output*.

d. Rangkaian *Output* Motor DC

Rangkaian *output* motor DC menggunakan transistor BD139 yang difungsikan sebagai saklar. Terdapat tiga buah pin pada rangkaian *output* motor DC, yaitu pin +, data, dan -. Untuk mengatur kecepatan motor DC, maka pada pin data harus dihubungkan dengan *port I/O* ATmega16 yang difungsikan sebagai *output* dan *port* tersebut diprogram untuk menghasilkan sinyal PWM (*pulse with modulation*).

e. Rangkaian *Output* LCD 16x2

Rangkaian *output* LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan data berupa tulisan dan angka. Pada rangkaian ini terdapat satu buah *variable* resistor yang digunakan untuk mengatur intensitas cahaya pada *background* LCD.

f. Rangkaian *Input* Sensor LDR

Pada rangkaian *input* sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) memakai IC LM358 yang digunakan sebagai *comparator*. Sinyal yang dihasilkan dari rangkaian ini dapat dibaca secara *digital* ataupun dengan ADC.

g. Rangkaian *Input Sensor Ultrasonic*

Rangkaian *input sensor ultrasonic* dihubungkan dengan satu *port I/O ATmega16* yang difungsikan sebagai *input* dan satu *port* yang difungsikan sebagai *output*. *Port* yang difungsikan sebagai *output* digunakan untuk mengirim sinyal *trigger* sedangkan *port* yang difungsikan sebagai *input* digunakan untuk menerima sinyal *echo*.

h. Rangkaian *Input Sensor LM35*

Rangkaian sensor LM35 sangat sederhana karena hanya terdiri dari satu buah sensor yang dapat dibaca dengan fasilitas ADC pada ATmega16. *Port* ATmega16 yang dapat digunakan untuk fasilitas ADC adalah PORTA.

2. **Buku Manual**

Buku manual digunakan untuk mempermudah pengoperasian *trainer* sensor oleh pengguna. Di dalam buku panduan *trainer* sensor juga terdapat penjelasan awal mengenai mikrokontroler ATmega16 dan pemrograman bahasa C. Pada bagian akhir buku panduan terdapat langkah-langkah pengoperasian *trainer* sensor dimulai dari membuat *project* baru pada program CodevisionAVR.

3. **Jobsheet**

Jobsheet digunakan oleh siswa untuk membantu dalam proses pengoperasian *trainer* sensor. Pembuatan *jobsheet* diurutkan berdasarkan kompetensi dasar yang akan dicapai. Urutan tersebut dimulai dari pemrograman *output digital*, *output analog*, *input digital*, dan yang terakhir adalah *input analog*. Dalam *jobsheet* ini terdapat teori

singkat yang bertujuan untuk membantu siswa dalam memahami pemrograman *input* ataupun *output* pada *trainer* sensor.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Pembahasan ini menguraikan tentang jawaban dari masalah yang telah dirumuskan pada rumusan masalah. Rumusan masalah tersebut akan dijawab sesuai dengan proses dan data yang dilakukan saat penelitian.

1. Bagaimanakah rancang bangun *trainer* sensor yang sesuai dengan kebutuhan kompetensi dasar pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor pada Program Keahlian Elektronika SMK N 2 Pengasih?

Rancang bangun *trainer* sensor dibuat berdasarkan salah satu kompetensi dasar mata pelajaran Teknik Mikroprosesor Kelas X SMK N 2 Pengasih yang menyebutkan “Membuat pemrograman mikroprosesor *input-output analog digital*.” Berdasarkan dari kompetensi dasar tersebut *trainer* sensor harus mampu membantu siswa dalam membuat program *input analog, input digital, output analog, dan output digital*.

Berdasarkan kompetensi dasar yang telah dijelaskan di atas, maka dipilih sensor yang dapat dibaca secara *analog* atau *digital* berupa LDR (*light dependent resistor*), HC-SR04, dan LM35. Untuk komponen *output* dipilih komponen berupa LCD 16x2, LED, *Buzzer*, dan motor DC. Untuk mengendalikan *input* dan *output* yang ada pada *trainer* sensor digunakan sebuah mikrokontroler ATmega16. Pemilihan mikrokontroler tersebut didasarkan atas kemudahan dalam pemrogramannya.

Selain berupa rangkaian elektronik, *trainer* sensor juga dilengkapi dengan buku manual dan *jobsheet*. Buku manual digunakan sebagai petunjuk cara penggunaan *trainer* sensor, sedangkan *jobhseet* digunakan untuk memandu siswa dalam memenuhi setiap indikator pada standar kompetensi pemrograman *input-output analog digital*.

2. Bagaimanakah unjuk kerja dari *trainer* sensor untuk mata pelajaran Teknik Mikroprosesor pada Program Keahlian Elektronika SMK N 2 Pengasih?

Pengujian unjuk kerja dilakukan dengan cara melakukan pemrograman pada setiap *input* dan *output* dari *trainer* sensor. Berikut merupakan deskripsi dari pengujian yang telah dilakukan:

a. Pengujian *Output Buzzer*

Pengujian *output buzzer* dilakukan dengan membuat program yang membunyikan *buzzer* selama 3 detik kemudian diam selama 3 detik. Program yang dibuat berjalan secara berulang-ulang. Pada pengujian ini *buzzer* dapat berfungsi sesuai dengan program yang dibuat.

b. Pengujian *Output LED*

Pengujian *output LED* dilakukan dengan membuat program LED nyala berurutan. Pada program ini LED akan menyala satu demi satu dengan selang waktu satu detik. Pada pengujian ini semua LED dapat berfungsi dengan baik.

c. Pengujian *Output Motor DC*

Pengujian *output motor DC* dilakukan dengan membuat program pengatur kecepatan motor DC. Pada program ini dibuat

kecepatan motor akan bertambah setiap selang waktu tiga detik, setelah kecepatan mencapai maksimal, maka motor DC akan berhenti selama tiga detik. Program pengujian motor DC berjalan secara berulang-ulang. Pada pengujian ini motor DC dapat bekerja dengan baik.

d. Pengujian *Output* LCD 16x2

Pengujian *output* LCD dilakukan dengan membuat program yang menampilkan tulisan huruf, angka, dan simbol pada LCD 16x2. Pada pengujian ini LCD 16x2 dapat berfungsi sesuai dengan program yang dibuat.

e. Pengujian *Input* Sensor LDR

Pengujian *input* sensor LDR dilakukan dengan membuat program yang menampilkan data ADC yang dihasilkan dari pembacaan LDR terhadap intensitas cahaya. Penampilan data ADC dilakukan dengan LCD 16x2. Pada pengujian ini sensor LDR dapat bekerja sesuai dengan prinsip kerjanya dengan baik.

f. Pengujian *Input* Sensor *Ultrasonic*

Pengujian *input* sensor *ultrasonic* dilakukan dengan membuat program yang menampilkan pengukuran jarak yang dihasilkan dari sensor *ultrasonic*. Untuk menampilkan jarak yang diukur digunakan LCD 16x2. Pada pengujian ini sensor *ultrasonic* dapat bekerja dengan baik.

g. Pengujian *Input* Sensor LM35

Pengujian *input* Sensor LM35 dilakukan dengan membuat program yang menampilkan data ADC yang dihasilkan dari

pembacaan suhu oleh sensor LM35. Untuk menampilkan data ADC digunakan LCD 16x2. Pada pengujian ini sensor suhu LM35 dapat berfungsi sesuai dengan prinsip kerjanya.

3. Bagaimana tingkat kelayakan dari *trainer* sensor sebagai media pembelajaran Teknik Pemrograman Mikroprosesor pada Program Keahlian Elektronika SMK N 2 Pengasih?

Tingkat kelayakan diukur dengan menggunakan instrumen yang sudah dikonsultasikan oleh para ahli. Terdapat tiga jenis angket yang ada pada instrumen untuk menguji tingkat kelayakan media *trainer* sensor. Angket-angket tersebut berupa angket untuk validasi materi, validasi media, dan angket untuk pengguna.

a. Validasi Materi

Validasi materi dilakukan oleh dua ahli materi yang berkompeten dalam bidang mikroprosesor. Terdapat dua aspek yang diukur pada validasi ini, yaitu kualitas materi, dan kemanfaatan. Media *trainer* sensor pada aspek kualitas materi mendapatkan persentase sebesar 82,03% dan 90,63% pada aspek kemanfaatan. Dari kedua aspek tersebut didapatkan persentase total sebesar 86,33%, dengan demikian media *trainer* sensor dinyatakan "SANGAT LAYAK" digunakan pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK N 2 Pengasih dilihat dari segi validasi materi.

b. Validasi Media

Validasi media dilakukan oleh dosen dan guru yang berkompeten pada bidang media pembelajaran. Terdapat tiga aspek yang diukur pada validasi ini, yaitu desain media, pengoperasian dan

kemanfaatan media. Media *trainer* sensor pada aspek desain media mendapatkan persentase sebesar 82,64%, pada aspek pengoperasian mendapat 82,81%, dan pada aspek kemanfaatan media mendapat 90,63%. Dari ketiga aspek tersebut didapatkan persentase total sebesar 84,14%, dengan demikian media *trainer* sensor dinyatakan “SANGAT LAYAK” digunakan pada mata pelajaran teknik mikroprosesor di SMK N 2 Pengasih dilihat dari segi validasi media.

c. Implementasi

Sebelum dilakukan implementasi, terlebih dahulu dilakukan uji terbatas untuk mendapatkan revisi formatif. Dalam pengujian tersebut tidak ditemukan revisi dan media *trainer* sensor dinyatakan “LAYAK”. Setelah dinyatakan layak pada uji terbatas, selanjutnya pengujian dilakukan pada tahap implementasi.

Terdapat tiga aspek yang diukur pada tahap implementasi ini, yaitu aspek kualitas materi, pengoperasian media, dan aspek pembelajaran. Hasil yang diperoleh yaitu untuk kualitas materi mendapatkan persentase 77,87%, untuk pengoperasian media mendapatkan 69,12%, dan untuk pembelajaran mendapatkan persentase sebesar 75,24%. Dari ketiga persentase tersebut didapatkan persentase total sebesar 75,24%, sehingga media *trainer* sensor dinyatakan “LAYAK” digunakan sebagai media pembelajaran.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan pengembangan media pembelajaran *trainer* sensor, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian dan pengembangan *trainer* sensor dilakukan menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) yang mengharuskan peneliti untuk menganalisa aspek-aspek yang ada pada objek penelitian. Hasil dari analisa tersebut dijadikan sebagai dasar dari pembuatan media pembelajaran *trainer* sensor. Pemilihan *input* berupa sensor dan bermacam-macam *output* pada *trainer* sensor harus didasarkan pada kompetensi dasar yang terdapat pada silabus mata pelajaran Teknik Mikroprosesor pada Program Keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih. *Input* yang terdapat pada *trainer* sensor yang dapat diprogram secara digital atau analog pada *trainer* sensor berupa LDR sebagai sensor cahaya, HC-SR04 sebagai *sensor* jarak, dan LM35 sebagai sensor suhu. *Output* yang terdapat pada *trainer* sensor yang dapat diprogram secara digital atau analog berupa buzzer, LED, motor DC, dan LCD 16x2. Sebagai kendali dari *input* dan *output* tersebut digunakan mikrokontroler ATmega16 yang dapat diprogram menggunakan bahasa C.
2. Pengujian unjuk kerja dilakukan untuk mengetahui apakah *trainer* sensor dapat bekerja dengan baik atau tidak. Unjuk kerja dari *trainer*

sensor dilakukan dengan memprogram setiap *input* dan *output* yang ada pada *trainer* sensor. Pengujian *input trainer* sensor meliputi pengujian pada sensor LM35, HC-SR04, dan sensor LDR, sedangkan pengujian pada *output* trainer sensor meliputi pengujian pada *buzzer*, LED, motor DC, dan LCD 16x2. Dari setiap pengujian *input* dan *output* tersebut didapatkan *trainer* sensor dapat bekerja dengan baik.

3. Kelayakan dari media pembelajaran *trainer sensor* diuji dari 3 aspek, yaitu uji validasi materi, uji validasi media, dan uji oleh pengguna. Media pembelajaran *trainer sensor* mendapatkan persentase sebesar 86,33% dengan kategori "SANGAT LAYAK" pada validasi materi. Pada validasi media *trainer* sensor mendapatkan persentase kelayakan sebesar 81,14% dengan kategori "SANGAT LAYAK". Untuk kelayakan pada tahap implementasi, *trainer* sensor mendapatkan persentase sebesar 75,24% dengan demikian, *trainer* sensor dinyatakan "LAYAK" digunakan sebagai media pembelajaran Teknik Mikroprosesor.

B. Keterbatasan Produk

Pengembangan *trainer* sensor sebagai penunjang mata pelajaran teknik mikroprosesor memiliki beberapa keterbatasan sebagai berikut:

1. Penggunaan *trainer* sensor hanya terbatas pada satu kompetensi dasar saja, yaitu pada kompetensi dasar pemrograman *input-output analog digital*.
2. Penyebaran produk *trainer* sensor baru pada lingkup SMK N 2 Pengasih.

3. Penelitian pengembangan yang dilakukan hanya sebatas menilai kelayakan media pembelajaran berupa *trainer* sensor, penelitian tidak dilakukan sampai mencakup keefektifan atau peningkatan hasil belajar siswa.

C. Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Untuk menyempurnakan media pembelajaran *trainer* sensor lebih lanjut, peneliti memberikan masukan sebagai berikut:

1. Perbaikan pada pemberian simbol *power supply* pada *trainer* sensor.
2. Penggunaan soket yang lebih sederhana, sebagai contoh dapat digunakan soket IDC. Hal ini dilakukan agar siswa tidak terlalu rumit dalam merangkai rangkaian.

D. Saran

Setelah melakukan penelitian pengembangan *trainer* sensor sebagai penunjang mata pelajaran teknik mikroprosesor, peneliti memiliki saran sebagai berikut:

1. Bagi Guru

Guru sebaiknya menggunakan *trainer* sensor pada pertemuan-pertemuan akhir pada mata pelajaran teknik mikroprosesor. Selain untuk membantu siswa dalam mencapai kompetensi dasar teknik mikroprosesor, *trainer* sensor juga dapat digunakan sebagai pengantar mata pelajaran pemrograman mikrokontroler yang ada pada kelas XI.

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.
- Ahwadz Fauzi Madhawirawan. (2011). Trainer Mikrokontroler ATmega32 Sebagai Media Pembelajaran Kelas X Program Keahlian Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta. Skripsi. UNY.
- Anik Ghufron. (2007). Panduan Penelitian dan Pengembangan Bidang Pendidikan dan Pembelajaran. Yogyakarta: Lembaga Penelitian UNY.
- ATMEL. (2010). *Atmega16 Datasheet*. Atmel Corporation.
- Azhar Arsyad. (2011). Media Pembelajaran. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Bait Syaiful Rijal. (2014). Pengembangan Modul Elektronik Perakitan dan Instalasi Komputer Sebagai Sumber Belajar Untuk Kelas X SMK Piri 1 Yogyakarta. Skripsi. UNY.
- Daryanto. (2010). Media Pembelajaran. Yogyakarta: Gavamedia.
- Eko Putro Widoyoko. (2012). Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Electronics. HC-SR04 Datasheet.
- Endang Mulyatiningsih. (2011). Riset Terapan Bidang Pendidikan dan Teknik. Yogyakarta: UNY Pers.
- Heri Andrianto. (2008). Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR). Bandung: Informatika.
- Nanang Sulistiyanto. (2008). Pemrograman Mikrokontroler R8C/13. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Parallax. (2003). *SRF04 Datasheet*. Parallax.
- RS Components. (1997). *Light Dependent Resistor*. Northants: RS Components.
- Rudi Susilana. (2008). Media Pembelajaran Hakikat, Pengembangan, Pemanfaatan, dan Penilaian. Bandung: CV. Wacana Prima.
- Sugiyono. (2006). Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Texas Instruments. (2015). *LM35 Precision Centigrade Temperature Sensore*. Texas: Texas Instruments Incorporated.

Wisnu Tri Nugroho. (2014). Pengembangan *Trainer Kit* Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik Pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta. Skripsi. UNY.

Xiamen Amotec Display. (2008). *Specification Of LCD Module*. Xiamen Amotec Display CO.,LTD.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

SILABUS MATA PELAJARAN

TEKNIK MIKROPROSESOR

KURIKULUM 2013
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)

TEKNOLOGI & REKAYASA

Teknik Elektronika

SILABUS
TEKNIK MIKROPROSESOR
KELAS X



KEMENTERIAN PENDIDIKAN & KEBUDAYAAN

DIREKTORAT JENDERAL PENINGKATAN MUTU PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
PPPPTK-VEDEC BIDANG OTOMOTIF DAN ELEKTRONIKA
MALANG

SILABUS

Satuan Pendidikan : SMK
 Mata Pelajaran : TEKNIK MIKROPROSESSOR
 Kelas : X

Kompetensi Inti* :

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

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.1. Memahami perkembangan sirkuit terpaduan mikroprosesor (teknologi semikonduktor)	3.1.1. Menjelaskan perkembangan revolusi sirkuit terpaduan mikroprosesor (teknologi semikonduktor). 3.1.2. Memahami perkembangan evolusi teknologi mikroprosesor	<ul style="list-style-type: none"> Perkembangan revolusi sirkuit terpaduan mikroprosesor (teknologi semikonduktor). Perkembangan evolusi teknologi mikroprosesor 	<ul style="list-style-type: none"> Inkuiri dengan pendekatan siklus belajar 5E Model Pembelajaran Berbasis Proyek 	A. Aspek penilaian siswa meliputi: <ul style="list-style-type: none"> Kognitif (pengetahuan) Psikomotorik (keterampilan) 	4 JP	<ul style="list-style-type: none"> Microprocess or Architecture FROM SIMPLE PIPELINES TO CHIPMULTIPROCESSORS

Silabus Teknik Mikroprosesor 2

* Untuk kolom "Pembelajaran" diisi dengan pendekatan pembelajaran [bisa lebih dari satu]. Misalnya pendekatan kontekstual, portofolio, kolaboratif, belajar aktif, penyelesaian masalah. Setiap pendekatan dilengkapi dengan mengamati, menanya, eksperimen/explore, asosiasi, komunikasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing pendekatan.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
4.1. Menjelaskan perkembangan mikroprosesor	4.1.1. Menjelaskan perkembangan mikroprosesor dan interpretasi data hasil pengukuran 4.1.2. Menjelaskan perbedaan spesifikasi Mikroprocessor		(Project Based Learning- PjBL) • Model Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning- PrBL) • Model Pembelajaran Berbasis Tugas (Task Based Learning- TBL) • Model Pembelajaran Berbasis Computer (Computer Based Learning (CBL)) • Afektif (Sikap) B. Jenis Penilaian • Tulis • Lisan (Wawancara)	4 JP	Jean-Loup Baer, 2010 • Understanding 8085/ 8086 Microprocessor and Peripheral IC's Through Questions and Answers (Second Editions), S.K. Sen, 2010, Visit us at www.newagepublishers.com
3.2. Menerapkan macam-macam komponen sistem mikroprosesor	3.2.1. Memahami macam-macam komponen sistem mikroprosesor 3.2.2. Merencanakan sistem mikroprosesor meliputi bus, memory map dan address decoder, memori, peripheral input-output. 3.2.3. Mendesain sirkuit di bawah menjadi tata letak komponen	• Macam-macam komponen sistem mikroprosesor • Rencana sistem mikroprosesor meliputi bus, memory map dan address decoder, memori, peripheral input-output. • Mendesain sirkuit di bawah menjadi tata letak komponen			4 JP	
4.2. Melakukan eksperimen sistem mikroprosesor	4.2.1. Melakukan eksperimen sistem mikroprosesor dan interpretasi data hasil pengukuran 4.2.2. Melakukan eksperimen sistem mikroprosesor meliputi bus, memory map dan address decoder, memori, peripheral input-output serta interpretasi data hasil pengukuran 4.2.3. Membuat diagram rangkaian (sirkuit) menjadi tata letak komponen				8 JP	• Analog Interfacing to Embedded Microprocessor or Systems, Stuart R. Ball, 2004 • Microprocessor or DesignA Practical Guide from Design Planning to Manufacturing, Grant

Silabus Teknik Mikroprosesor 3

* Untuk kolom "Pembelajaran" diisi dengan pendekatan pembelajaran [bisa lebih dari satu]. Misalnya pendekatan kontekstual, portofolio, kolaboratif, belajar aktif, penyelesaian masalah. Setiap pendekatan dilengkapi dengan mengamati, menanya, eksperimen/explore, asosiasi, komunikasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing pendekatan.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.3. Menyajikan instruksi bahasa assembly mikroprosesor	3.3.1. Memahami instruksi bahasa assembly. 3.3.2. Memahami urutan penggunaan instruksi bahasa assembly.	<ul style="list-style-type: none"> Instruksi bahasa assembly. 			8 JP	McFarland, 2006 <ul style="list-style-type: none"> Microprocess or Design Principles and Practices With VHDL, Enoch O. Hwang, 2004
4.3. Menerapkan instruksi bahasa assembly.	4.3.1. Melakukan eksperimen untuk membuktikan penggunaan masing-masing instruksi bahasa assembly. 4.3.2. Melakukan eksperimen dengan menggunakan instruksi bahasa assembly dan mengaplikasikannya kedalam suatu kasus keteknikan.				8JP	
4.3. Mengkonsepkan algoritma dan diagram alir pemrograman	3.4.1. Memahami pengertian symbol-algoritma dan mengaplikasikan kedalam bentuk instruksi pemrograman 3.4.2. Memahami diagram alir pemrograman	<ul style="list-style-type: none"> Symbol symbol algoritma pemrograman Pengertian diagram alir pemrograman 			4 JP	
4.4. Menerapkan algoritma pemrograman dan diagram alir pemrograman	4.4.1. Merencanakan (mengkonsepkan) algoritma dan mendagramkan diagram alir secara manual 4.4.2. Merencanakan				4 JP	

Silabus Teknik Mikroprosesor 4

* Untuk kolom "Pembelajaran" diisi dengan pendekatan pembelajaran (bisa lebih dari satu). Misalnya pendekatan kontekstual, portofolio, kolaboratif, belajar aktif, penyelesaian masalah. Setiap pendekatan dilengkapi dengan mengamati, menanya, eksperimen/explore, asosiasi, komunikasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing pendekatan.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
man	(mengkonsepsikan) algoritma dan mendagramkan diagram alir menggunakan bantuan perangkat lunak					
3.5. Menerapkan pemrograman input-output analog digital	3.5.1. Memahami pemrograman input-output analog 3.5.2. Memahami pemrograman input-output digital	<ul style="list-style-type: none"> • Pemrograman input-output analog • Pemrograman input-output digital 			16 JP	
4.5. Membuat pemrograman mikro-prosesor input-output analog digital	4.5.1. Membuat program input-output analog dengan menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pemrograman 4.5.2. Membuat program input-output digital dengan menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pemrograman				16 JP	

* Untuk kolom "Pembelajaran" diisi dengan pendekatan pembelajaran [bisa lebih dari satu]. Misalnya pendekatan kontekstual, portofolio, kolaboratif, belajar aktif, penyelesaian masalah. Setiap pendekatan dilengkapi dengan mengamati, menanya, eksperimen/explore, asosiasi, komunikasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing pendekatan.

LAMPIRAN 2
LEMBAR OBSERVASI

Lembar Observasi

No	Aspek	Indikator	Deskripsi
1.	Kegiatan Pembelajaran	Penggunaan waktu	<ul style="list-style-type: none"> - PEMBELAJARAN DIMULAI & DIKHIRI TEPAT PADA WAKTUNYA - PENGGUNAAN WAKTU TERGOLONG EFEKTIF
		Penyampaian materi	<ul style="list-style-type: none"> - PENYAMPAIAN MATERI DENGAN CARA DEMONSTRASI
		Perilaku siswa di dalam kelas	<ul style="list-style-type: none"> - SISWA TERLIHAT ANTUSIAS, TETAPI MASIH BANYAK SISWA YANG BELUM MAMPU MEMAHAMI MATERI
		Perilaku siswa di luar kelas	<ul style="list-style-type: none"> - SISWA TERLIHAT AKTIF DALAM PEMBELAJARAN PEMROGRAMAN MIKRO-KONTROLER DI LUAR KELAS, MESKI BELUM ADA FASILITAS DAN GURU YANG MEMBANTU MEREKA. - BANYAK SISWA YANG KESULITAN DALAM MENUNTUT ILMU PEMROGRAMAN MIKRO SECARA OTODIDAK
2.	Kompetensi	Standar Kompetensi	<ul style="list-style-type: none"> - MENEBARAKAN PEMROGRAMAN INPUT-OUTPUT ANALOG-DIGITAL - MEMBUAT PEMROGRAMAN MIKRO INPUT-OUTPUT ANALOG-DIGITAL
		Indikator	<ul style="list-style-type: none"> - MEMBUAT PROGRAM INPUT-OUTPUT ANALOG DENGAN PERANGKAT LUNAK DAN INTERPRESTASI DATA HASIL PEMROGRAMAN - MEMBUAT PROGRAM INPUT-OUTPUT DIGITAL DENGAN PENGGUNAAN PERANGKAT LUNAK DAN INTERPRESTASI DATA HASIL PEMROGRAMAN

3.	Media Pembelajaran	Pegangan guru	- JOBSHEET & TRAINER 280
		Pegangan siswa	- JOBSHEET & TRAINER 280

LAMPIRAN 3
ANGKET AHLI MATERI

LEMBAR EVALUASI
MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER SENSOR
OLEH AHLI MATERI

Materi : Teknik Mikroprosesor

Sasaran : Siswa kelas X Program Keahlian Elektronika

Judul Penelitian : Pengembangan Trainer Sensor Sebagai Penunjang Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor Kelas X Program Keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih

Peneliti : Nur Cahyono

Evaluator :

Pekerjaan/jabatan :



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2015

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi *Trainer* Sensor sebagai media pembelajaran Teknik Mikroprosesor.
2. Siswa diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CETANG/CHECK (√) pada kolom jawaban.

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Materi yang diberikan berisi kompetensi yang saya butuhkan.			√	

4. Jika siswa ingin mengubah jawaban, maka berilah tanda SAMA DENGAN (=) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA CETANG/CHECK (√) pada kolom penggantinya.

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Materi yang diberikan berisi kompetensi yang saya butuhkan.		√		√

5. Keterangan jawaban:
STS = Sangat Tidak Setuju
TS = Tidak Setuju
S = Setuju
SS = Sangat Setuju
6. Komentar atau saran anda 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
Kualitas Materi					
1.	<i>Trainer</i> Sensor sudah sesuai dengan kompetensi dasar.				
2.	<i>Trainer</i> Sensor ini lengkap sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu praktikum untuk menguasai standar kompetensi teknik mikroprosesor.				
3.	<i>Trainer</i> Sensor mendukung pencapaian kompetensi dasar.				
4.	Materi yang disajikan dalam jobsheet sesuai dengan tujuan kompetensi dasar.				
5.	Jobsheet menyajikan langkah-langkah pemrograman <i>Trainer</i> Sensor dengan baik.				
6.	Jobsheet menyajikan langkah-langkah pengoperasian <i>Trainer</i> Sensor dengan baik.				
7.	Ilustrasi dalam jobsheet mudah dipahami.				
8.	Jobsheet memiliki keruntutan materi yang baik.				
9.	Jobsheet dan <i>Trainer</i> Sensor memiliki keterkaitan materi yang baik.				

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
10.	<i>Trainer</i> Sensor dan jobsheet meningkatkan pemahaman peserta didik tentang sistem mikrokontroller.				
11.	<i>Trainer</i> Sensor dan jobsheet memberikan gambaran tentang sistem mikrokontroller.				
12.	<i>Trainer</i> Sensor memberikan pengetahuan yang baru bagi peserta didik.				
13.	Contoh pemrograman dan pengoperasian <i>Trainer</i> Sensor mudah dipahami dan dipraktikkan.				
14.	Contoh soal yang terdapat dalam jobsheet sudah sesuai dengan materi yang disampaikan.				
15.	Latihan soal yang terdapat dalam jobsheet sudah sesuai dengan materi yang disampaikan.				
16.	Kalimat yang digunakan pada jobsheet mudah dipahami oleh peserta didik.				
Kemanfaatan					
17.	Penggunaan media <i>Trainer</i> Sensor membantu guru dalam menyampaikan materi.				
18.	Penggunaan media <i>Trainer</i> Sensor memudahkan peserta didik memahami materi yang disampaikan.				

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
19.	Penggunaan media <i>Trainer Sensor</i> menumbuhkan minat belajar peserta didik.				
20.	Penggunaan media <i>Trainer Sensor</i> menumbuhkan sifat kehati-hatian dalam praktik.				

C. Komentar dan Saran Umum

.....

.....

.....

.....

.....

D. Kesimpulan

Media pembelajaran *Trainer* Sensor untuk mata pelajaran Teknik Mikroprosesor:

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

Yogyakarta, Agustus 2015

Ahli Materi

(.....)

LAMPIRAN 4
ANGKET AHLI MEDIA

LEMBAR EVALUASI
MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER SENSOR
OLEH AHLI MEDIA

Materi : Teknik Mikroprosesor

Sasaran : Siswa kelas XI Program Keahlian Elektronika

Judul Penelitian : Pengembangan Trainer Sensor Sebagai Penunjang Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor Kelas X Program Keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih

Peneliti : Nur Cahyono

Evaluator :

Pekerjaan/jabatan :



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2015

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai Ahli Media tentang *Trainer* Sensor sebagai media pembelajaran Teknik Mikroprosesor.
2. Siswa diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CETANG/CHECK (√) pada kolom jawaban.

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Materi yang diberikan berisi kompetensi yang saya butuhkan.			√	

3. Jika siswa ingin mengubah jawaban, maka berilah tanda SAMA DENGAN (=) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA CETANG/CHECK (√) pada kolom penggantinya.

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Materi yang diberikan berisi kompetensi yang saya butuhkan.		√		√

4. Keterangan jawaban:
STS = Sangat Tidak Setuju
TS = Tidak Setuju
S = Setuju
SS = Sangat Setuju
5. Komentar atau saran anda 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
Desain Media					
1.	Pengaturan tata letak komponen pada elektronik <i>Trainer</i> Sensor rapi.				
2.	Pengaturan tata letak port mikrokontroler pada elektronik <i>Trainer</i> Sensor mudah digunakan.				
3.	Pengaturan tata letak VCC dan GND pada elektronik <i>Trainer</i> Sensor mudah digunakan.				
4.	Jalur PCB pada elektronik <i>Trainer</i> Sensor rapi.				
5.	Penulisan nama port pada elektronik <i>Trainer</i> Sensor sesuai.				
6.	Penggunaan komponen dan ukuran komponen pada elektronik <i>Trainer</i> Sensor sesuai .				
7.	<i>Trainer</i> Sensor memiliki bentuk desain menarik.				
8.	Ukuran <i>Trainer</i> Sensor sesuai dengan kegunaannya.				
9.	Desain <i>Trainer</i> Sensor dapat dengan mudah dikembangkan.				
10.	Pengoperasian <i>Trainer</i> Sensor secara keseluruhan dapat bekerja dengan baik.				
11.	Pengoperasian <i>Trainer</i> Sensor				

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
	memenuhi standar kompetensi.				
12.	Saat <i>Trainer</i> Sensor digunakan tidak terjadi error .				
Pengoperasian					
13.	Perakitan <i>Trainer</i> Sensor dapat dilakukan dengan mudah.				
14.	Penggunaan sensor dan <i>actuator</i> pada <i>Trainer</i> Sensor dapat dilakukan dengan mudah.				
15.	Pemasangan sensor dan <i>actuator</i> pada <i>Trainer</i> Sensor dapat dilakukan dengan mudah.				
16.	Peletakan sensor dan <i>actuator</i> sudah sesuai.				
17.	Pengkabelan elektronik pada <i>Trainer</i> Sensor dapat dilakukan dengan mudah.				
18.	<i>Trainer</i> Sensor dapat dioperasikan dengan mudah.				
19.	Jobsheet mempermudah pengoperasian <i>Trainer</i> Sensor.				
20.	Data I/O bekerja dengan baik sehingga mudah dalam penggunaan.				
Kemanfaatan Media					
21.	Penggunaan <i>Trainer</i> Sensor meningkatkan motivasi belajar peserta didik.				

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
22.	Penggunaan <i>Trainer Sensor</i> meningkatkan perhatian peserta didik dalam mempelajari materi ajar.				
23.	<i>Trainer Sensor</i> membantu peserta didik dalam memahami mikrokontroller.				
24.	Penggunaan <i>Trainer Sensor</i> membantu peserta didik memahami pengaplikasian mikrokontroller.				
25.	Penggunaan <i>Trainer Sensor</i> meningkatkan kehati-hatian dalam perakitan dan pemrograman .				
26.	<i>Trainer Sensor</i> memberi ruang peserta didik untuk berkreasi.				
27.	<i>Trainer Sensor</i> mempermudah guru menyusun tugas-tugas untuk peserta didik.				
28.	<i>Trainer Sensor</i> membantu guru dalam menjelaskan materi ajar.				
29.	Penggunaan <i>Trainer Sensor</i> mempermudah proses belajar mengajar mikrokontroller.				
30.	<i>Trainer Sensor</i> dapat dikembangkan sehingga membantu guru dalam menjelaskan materi ajar baru.				

C. Komentar dan Saran Umum

.....

.....

.....

.....

.....

D. Kesimpulan

Media pembelajaran *Trainer* Sensor untuk mata pelajaran Teknik Mikroprosesor dinyatakan:

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

Yogyakarta, Agustus 2015

Ahli Media

(.....)

LAMPIRAN 5
ANGKET PENGGUNA

LEMBAR EVALUASI
MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER SENSOR UNTUK SISWA PROGRAM
KEAHLIAN ELEKTRONIKA

Materi : Teknik Mikroprosesor

Sasaran : Siswa kelas X Program Keahlian Teknik Elektronika

Judul Penelitian : Pengembangan Trainer Sensor Sebagai Penunjang Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor Kelas X Program Keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih

Peneliti : Nur Cahyono

IDENTITAS SISWA

NAMA :

NIS/ABSEN :

KELAS :



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2015

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat siswa sebagai pengguna *Trainer* Sensor sebagai media pembelajaran Teknik Mikroprosesor.
2. Siswa diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CETANG/CHECK (√) pada kolom jawaban.

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Materi yang diberikan berisi kompetensi yang saya butuhkan.			√	

3. Jika siswa ingin mengubah jawaban, maka berilah tanda SAMA DENGAN (=) pada pilihan jawaban yang akan diganti dan memberikan TANDA CETANG/CHECK (√) pada kolom penggantinya.

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Materi yang diberikan berisi kompetensi yang saya butuhkan.		√		√

4. Keterangan jawaban:
STS = Sangat Tidak Setuju
TS = Tidak Setuju
S = Setuju
SS = Sangat Setuju
5. Komentar atau saran anda 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
Kualitas Materi					
1.	Penggunaan kalimat dalam jobsheet dapat saya pahami dengan baik.				
2.	Materi yang diberikan berisi kompetensi yang saya butuhkan.				
3.	Materi yang diberikan sesuai dengan mata pelajaran Teknik Mikroprosesor.				
4.	Soal yang diberikan sesuai dengan materi yang diberikan sebelumnya.				
5.	Soal yang diberikan memberi saya ruang untuk berkreasi dan berinovasi.				
6.	Materi yang diberikan menambah wawasan saya tentang mikrokontroller.				
7.	Materi yang diberikan memotivasi saya untuk lebih berkreasi dan berinovasi.				
Pengoperasian Media					
8.	Langkah-langkah dalam jobsheet dengan mudah saya ikuti.				
9.	Ilustrasi langkah-langkah pengoperasian media mempermudah praktik saya.				
10.	Bagian-bagian <i>Trainer</i> Sensor tidak membuat saya bingung.				

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
11.	Perakitan <i>Trainer</i> Sensor dapat saya lakukan dengan mudah.				
12.	Pengkabelan sensor dan <i>actuator</i> pada trainer sensor dapat saya lakukan dengan mudah.				
13.	Pemasangan sensor dapat saya lakukan dengan mudah.				
14.	Pengaturan tata letak PIN I/O pada <i>Trainer</i> Sensor memudahkan saya dalam merakit.				
15.	<i>Trainer</i> Sensor dapat saya operasikan dengan mudah.				
16.	<i>Trainer</i> Sensor membuat saya ingin berkreasi dan berinovasi saat mengoperasikannya.				
Pembelajaran					
17.	Penggunaan <i>Trainer</i> Sensor dapat meningkatkan perhatian saya terhadap materi ajar				
18.	Saya merasa terbantu dalam memahami materi ajar saat menggunakan <i>Trainer</i> Sensor				
19.	Penggunaan <i>Trainer</i> Sensor memberikan kesempatan belajar lebih luas bagi saya				

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
20.	Penggunaan <i>Trainer</i> Sensor memberikan gambaran lebih jelas tentang sistem mikrokontroller bagi saya				
21.	<i>Trainer</i> Sensor memotivasi saya untuk belajar lebih jauh tentang mikrokontroller				
22.	Penggunaan <i>Trainer</i> Sensor membuat saya lebih berhati-hati saat merangkai system elektronik				
23.	<i>Trainer</i> Sensor membantu menambah kompetensi keahlian saya				
24.	<i>Trainer</i> Sensor mampu meningkatkan keahlian saya untuk mencapai kompetensi dasar				

C. Komentar dan Saran Umum

.....

.....

.....

.....

.....

D. Kesimpulan

Media pembelajaran *Trainer Sensor* untuk mata pelajaran Teknik Mikroprosesor dinyatakan:

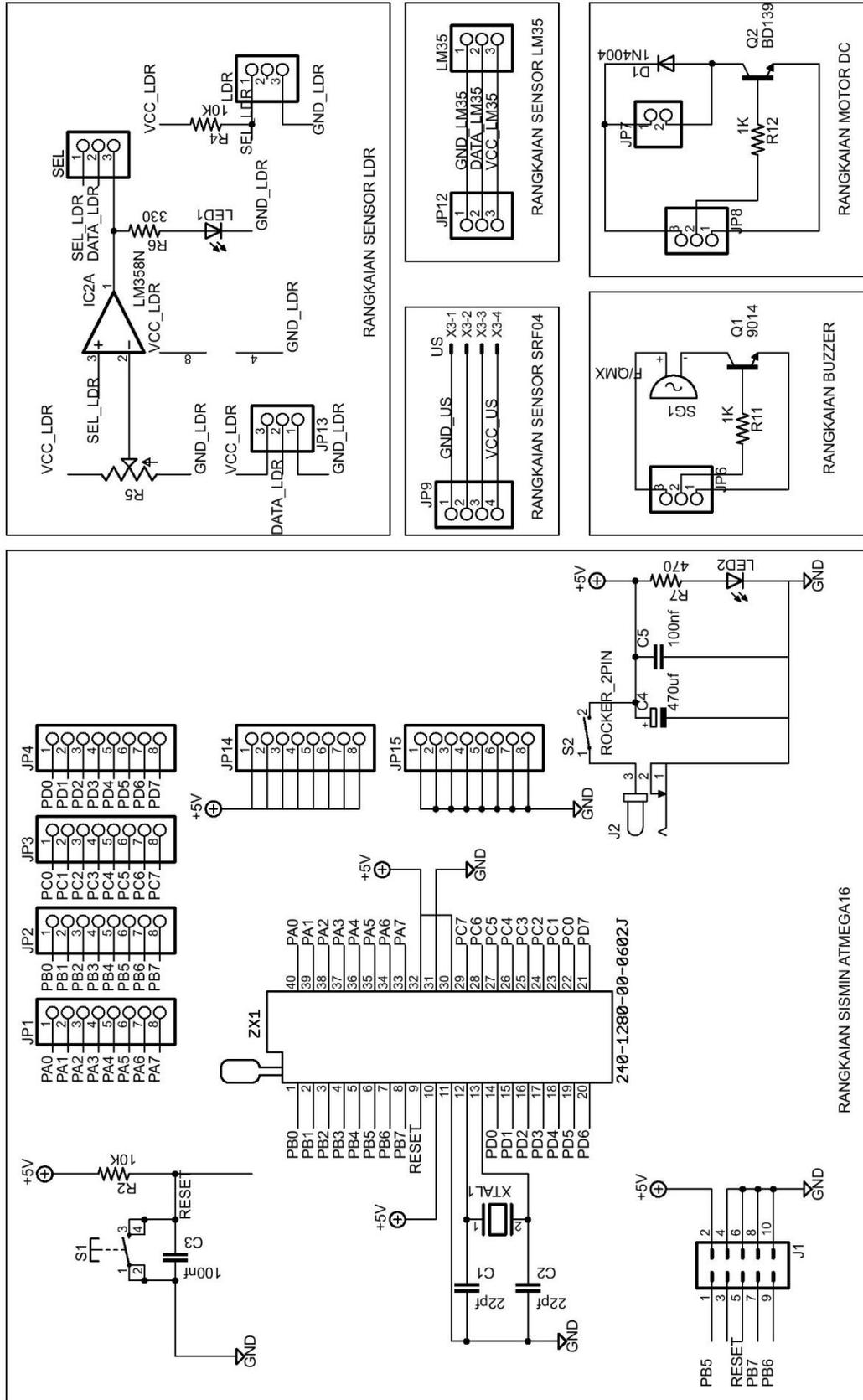
- Dapat digunakan tanpa perbaikan
- Dapat digunakan dengan perbaikan
- Tidak dapat digunakan

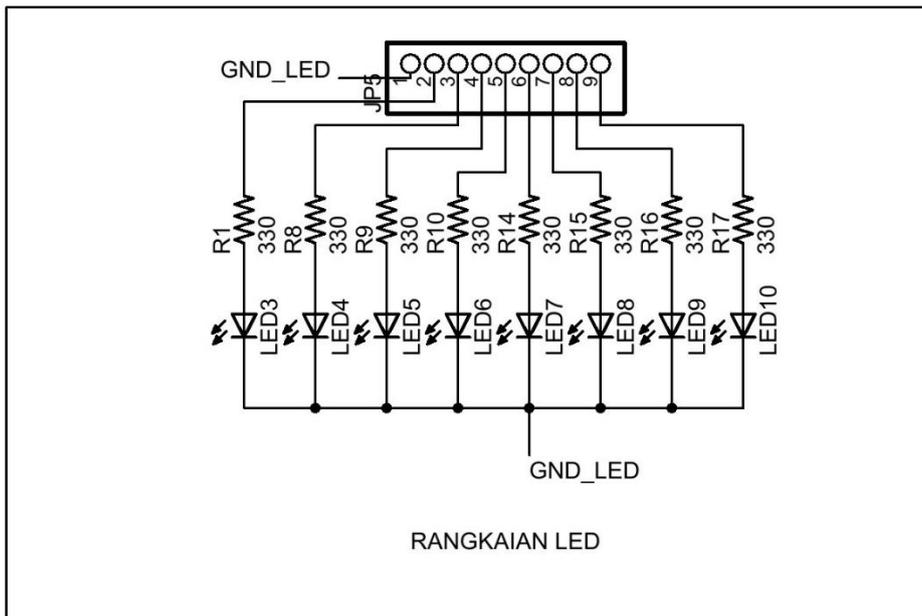
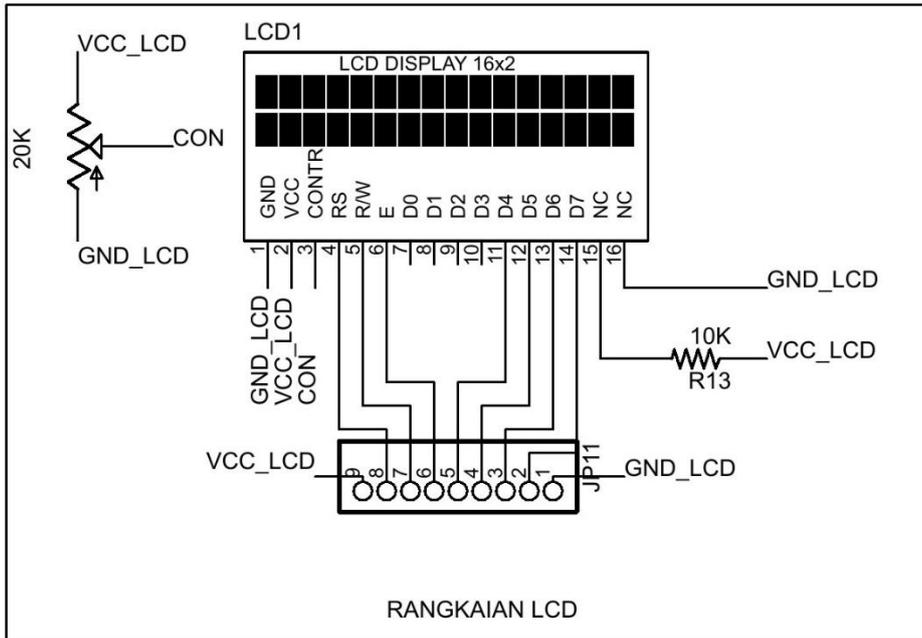
Yogyakarta, September 2015

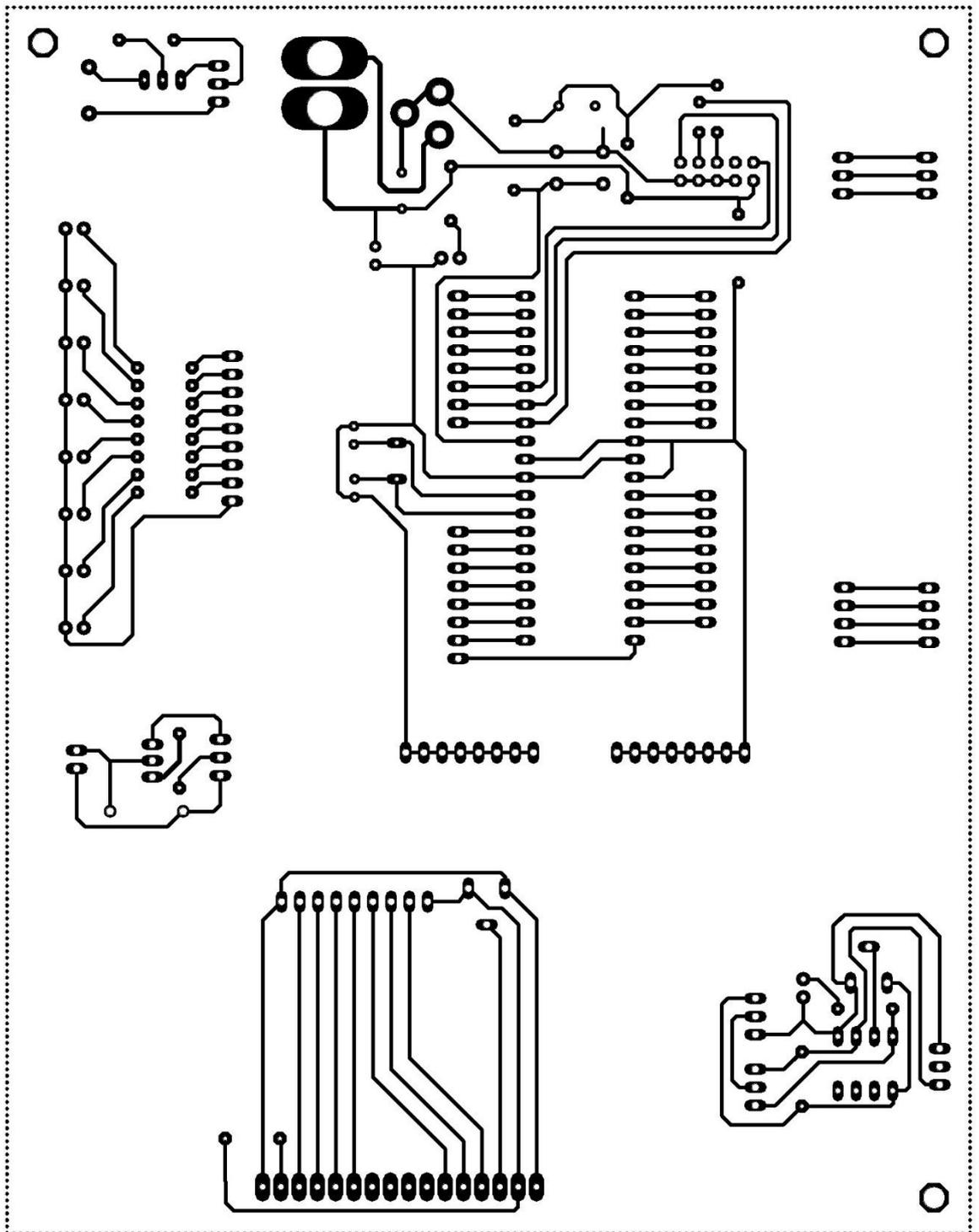
Pengguna

(.....)

LAMPIRAN 6
SKEMATIK DAN PCB
TRAINER SENSOR

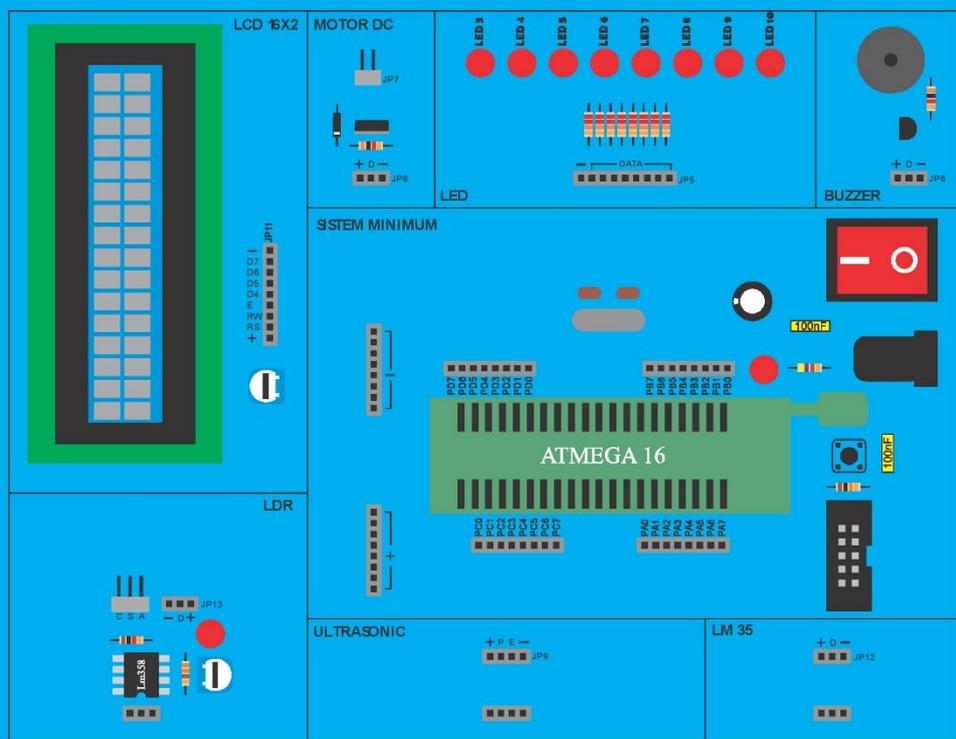






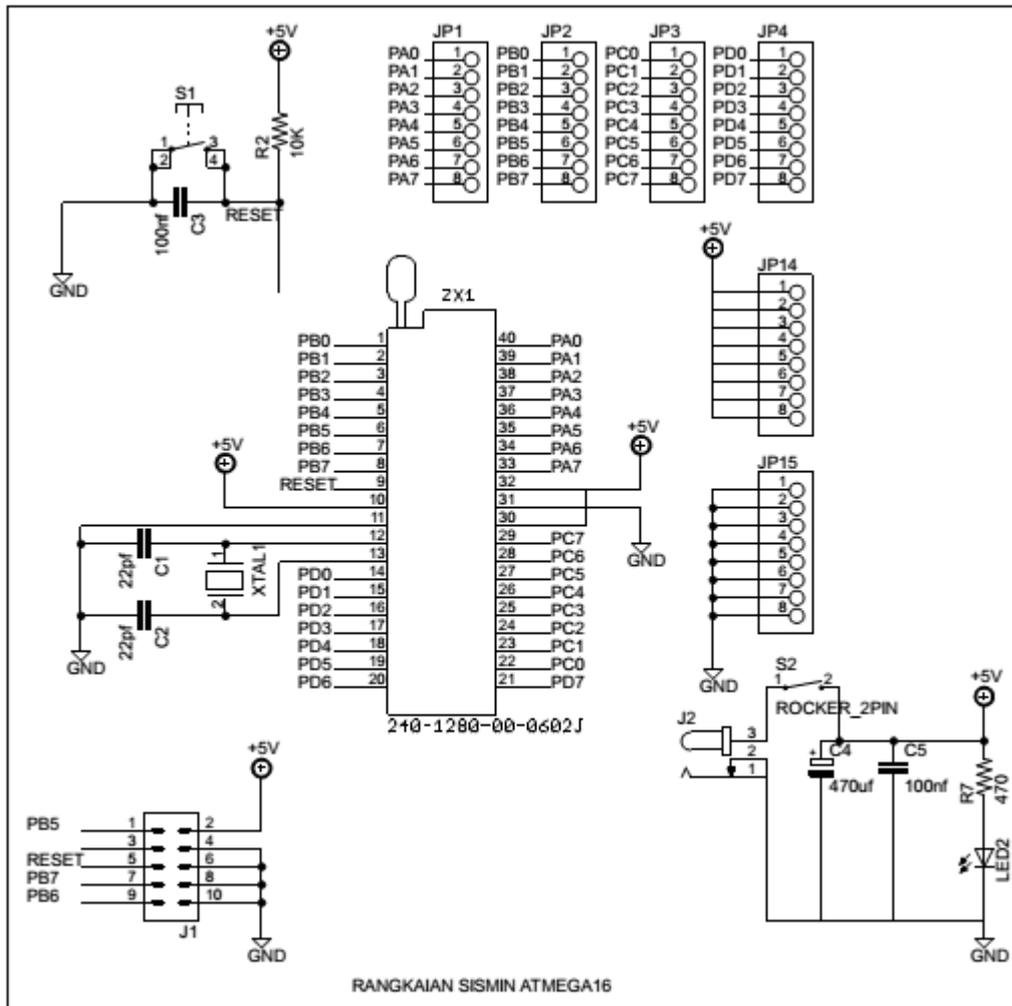
LAMPIRAN 7
MANUAL *TRAINER* SENSOR

BUKU MANUAL TRAINER SENSOR



DISUSUN OLEH :
NUR CAHYONO

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2015



Gambar 2. Skematik Sistem Minimum

Bagian *power supply* pada *trainer kit* sensor menggunakan tegangan sebesar 5V yang dimasukkan pada konektor J2. *Power supply* akan menyuplai tegangan yang digunakan oleh seluruh bagian pada *trainer kit* sensor. Karena *power supply* akan menyuplai tegangan pada seluruh bagian *trainer kit* sensor maka digunakan konektor J14 dan J15 untuk menghubungkan *power supply* dengan rangkaian sensor dan rangkaian output.

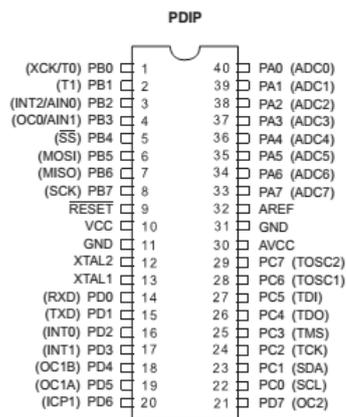
Trainer kit sensor menggunakan mikrokontroler ATmega16 yang digunakan untuk memproses input dan output pada *trainer kit* sensor.

Berikut merupakan beberapa fitur dari ATmega16:

1. Frekuensi *clock* maksimum 16 MHz
2. Jalur I/O 32 buah, yang terbagi dalam PORTA, PORTB, PORTC dan PORTD

1. *Analog to Digital Converter* 10 bit sebanyak 8 input
2. Empat kanal PWM
3. *Timer/Counter* sebanyak 3 buah
4. Terdapat *interrupt internal* maupun *external*
5. Port komunikasi SPI
6. Komunikasi serial USART

Berikut merupakan konfigurasi pin ATmega16:



Gambar 3. Konfigurasi Pin ATmega16

Berikut merupakan fungsi dari masing-masing pin mikrokontroler ATmega16:

Pin	Fungsi	Fungsi Khusus
VCC	Masukan positif catu daya	
GND	<i>Ground</i>	
Reset	Pin untuk mereset mikrokontroler	
Xtal1	Pin untuk Kristal external	
Xtal2	Pin untuk Kristal external	
PB0	I/O	T0 (Timer/Counter0 external counter input) XCK (USART External Clock Input/Output)
PB1	I/O	T1 (Timer/Counter1 external counter input)
PB2	I/O	INT2 (External Interrupt 2) AIN0 (Analog comparator positive input)
PB3	I/O	OC0 (Timer/Counter0 output compare match) AIN1 (Analog comparator positive input)
PB4	I/O	SS (SPI Slave Select Input)

Pin	Fungsi	Fungsi Khusus
PB5	I/O	MOSI (SPI bus master output/slave input)
PB6	I/O	MISO (SPI bus master input/slave output)
PB7	I/O	SCK (SPI bus serial clock)
PD0	I/O	RXD (USART receive data)
PD1	I/O	TXD (USART transmit data)
PD2	I/O	INT0 (external interrupt 0 input)
PD3	I/O	INT1 (external interrupt 1 input)
PD4	I/O	OC1B (Timer/counter1 output compare match B)
PD5	I/O	OC1A (Timer/counter1 output compare match A)
PD6	I/O	ICP (Timer/counter input capture 1)
PD7	I/O	OC2 (Timer/counter2 output compare match)
PC0	I/O	SCL
PC1	I/O	SDA
PC2	I/O	TCK
PC3	I/O	TMS
PC4	I/O	TDO
PC5	I/O	TDI
PC6	I/O	TOSC1
PC7	I/O	TOSC2
PA0	I/O	Pin ADC0
PA1	I/O	Pin ADC1
PA2	I/O	Pin ADC2
PA3	I/O	Pin ADC3
PA4	I/O	Pin ADC4
PA5	I/O	Pin ADC5
PA6	I/O	Pin ADC6
PA7	I/O	Pin ADC7

Tabel 1. Fungsi Masing-Masing Pin ATmega16

A. Bahasa C

Bahasa C merupakan salah satu bahasa pemrograman yang mendekati bahasa mesin (*low level programming*), sehingga hasil kompilasinya lebih kecil dibandingkan dengan bahasa *high level programming*. Karena bahasa C mendekati *low level programming*, maka bahasa ini cocok untuk pemrograman mikrokontroler seperti Atmel, PIC, dsb. Bahasa C sendiri merupakan singkatan dari *Case Sensitive*, yang berarti dalam pemrograman bahasa C huruf besar dan huruf kecil berbeda ($A \neq a$).

Berikut merupakan beberapa hal yang perlu diketahui dalam pemrograman mikrokontroler menggunakan bahasa C:

1. Tipe Data

Seperti bahasa pemrograman lainnya, bahasa C juga memiliki beberapa tipe data. Berikut merupakan jenis-jenis tipe data yang ada pada bahasa C:

Tipe Data	Size (Bits)	Range (Jangkauan)
bit	1	0,1
char	8	-128 s/d 127
unsigned char	8	0 s/d 255
signed char	8	-128 s/d 127
int	16	-32768 s/d 32767
short int	16	-32768 s/d 32767
unsigned int	16	0 sampai 65535
signed int	16	-32768 sampai 32767
long int	32	-2147483648 s/d 2147483648
unsigned long int	32	0 s/d 4294967295
signed long int	32	-2147483648 s/d 2147483648
float	32	$\pm 1.175e-38$ sampai $3.402e38$
double	32	$\pm 1.175e-38$ sampai $3.402e38$

Tabel 2. Tipe Data Pada Bahasa C

Tipe data yang dipilih saat membuat program sangat mempengaruhi besar kecilnya memori mikrokontroler yang digunakan. Sebagai contoh jika kita memiliki variable a, dimana $a=5/2$. Jika a bertipe int, maka a akan bernilai 2 dan memakan memori sebesar 16 bit, sedangkan jika a bertipe float, maka akan bernilai 2,5 dan memakan memori sebesar 32 bit. Dapat disimpulkan bahwa tipe data int lebih hemat memori daripada tipe data float, tetapi tipe data float lebih presisi dibandingkan dengan int karena memiliki angka dibelakang koma.

Data sendiri merupakan sebuah nilai yang dapat dinyatakan dalam sebuah konstanta dan variable. Konstanta sendiri merupakan nilai yang tetap, sedangkan variable merupakan nilai yang dapat berubah.

Berikut merupakan penulisan tipe data dalam konstanta:

```
const float phi = 3.14; //konstanta bertipe float dengan nama phi dengan nilai 3.14
```

berikut merupakan penulisan tipe data dalam bentuk variable:

```
float data; //variable bertipe float dan bernama data
```

1. Operator

Operator dalam bahasa C digunakan untuk melakukan suatu operasi atau manipulasi, seperti penjumlahan, pengurangan, melakukan operasi AND, membandingkan dua buah nilai dan sebagainya. Masing-masing operator memiliki fungsi dan simbol yang berbeda-beda. Berikut merupakan macam-macam operator dalam bahasa C beserta fungsinya:

a. Operator Unary

Operator unary merupakan operator yang hanya melibatkan satu buah operand. Berikut merupakan simbol dan fungsi dari operator unary:

Operator	Jenis Operasi	Contoh
+	Membuat nilai positif	+5
-	Membuat nilai negative	-5
++	Increment (menambah dengan 1)	A++
--	Decrement (mengurangi dengan 1)	A--

Tabel 3. Operator Unary

b. Operator Binary

Operator binary merupakan operator yang digunakan dalam operasi yang melibatkan 2 buah operand. Dalam bahasa C, operator binary dibagi menjadi empat jenis, yaitu:

→ Operator Aritmatika

Operator aritmatika adalah operator yang digunakan untuk melakukan operasi-operasi aritmatika. Berikut merupakan operator yang termasuk dalam operator aritmatika:

Operator	Jenis Operasi	Contoh
+	Penjumlahan	$2 + 3 = 5$
-	Pengurangan	$4 - 2 = 2$
*	Perkalian	$2 * 3 = 6$
/	Pembagian	$9 / 3 = 3$
%	Sisa bagi (modulus)	$8 \% 3 = 2$

Tabel 4. Operator Aritmatika

→ Operator Logika

Operator logika adalah operator yang digunakan untuk melakukan operasi dimana nilai yang dihasilkan bernilai benar (true) atau

salah (false). Berikut merupakan operator-operator yang masuk kedalam kategori operator logika:

Operator	Jenis Operasi	Contoh
&&	AND (dan)	1 && 1 = 1
	OR (atau)	1 0 = 1
!	NOT (negasi)	!0 = 1

Tabel 5. Operator Logika

→ Operator Relasional

Operator relasional adalah operator yang digunakan untuk menentukan relasi atau hubungan dari dua buah operand. Operator ini ditempatkan di dalam sebuah ekspresi, yang kemudian akan menentukan benar atau tidaknya sebuah ekspresi. Berikut merupakan operator-operator yang termasuk kedalam kategori operator relasional:

Operator	Jenis Operasi	Contoh
>	Lebih besar	(3 > 2) = true
<	Lebih kecil	(3 < 2) = false
>=	Lebih besar atau sama dengan	(3 >= 3) = true
<=	Lebih kecil atau sama dengan	(3 <= 2) = false
==	Sama dengan	(5 == 2) = false
!=	Tidak sama dengan	(5 != 2) = true

Tabel 6. Operator Relasional

→ Operator Bitwise

Operator bitwise digunakan untuk memanipulasi bit dari suatu variable. Operator bitwise hanya dapat digunakan untuk variable bertipe char dan int saja. Berikut merupakan operator yang termasuk dalam bahasa c:

Operator	Jenis Operasi	Contoh
&	AND	1 & 0 = 0
	OR	1 0 = 1
^	EXCLUSIVE OR (XOR)	1 ^ 1 = 0
~	NOT	~1 = 0
>>	Shift Right	16 >> 1 = 8
<<	Shift Left	1 << 2 = 4

Tabel 7. Operator Bitwise

1. Preprocessor Directive

Preprocessor directive adalah program sistem yang memodifikasi program C sebelum dikompilasi. Preprocessor directive selalu diawali dengan tanda #. Preprocessor paling sering digunakan yaitu #include dan #define.

Preprocessor	Fungsi	Contoh
#include <FILE_NAME>	Preprocessor yang digunakan untuk memasukkan sebuah file berekstensi .h atau .c, yang berisi perintah-perintah atau konstanta yang digunakan dalam membuat program.	#include <delay.h>
#define NAME value	Perintah ini digunakan untuk mendefinisikan nilai, alamat, dan sebagainya.	#define phi 3.14

Tabel 8. Contoh Preprocessor Directive

2. Penulisan Bilangan

Dalam bahasa C dikenal beberapa cara penulisan jenis bilangan, berikut beberapa cara penulisannya:

Tipe Bilangan	Cara Penulisan	Keterangan
Desimal	123	Ditulis biasa
Biner	0b00011100	Harus diawali dengan 0b
Hexadecimal	0xFF	Harus diawali dengan 0x

Tabel 9. Penulisan Bilangan Pada Bahasa C

3. Persyaratan

a. if () {}

Sintaks	Keterangan	Contoh
If (kondisi1) { //program1 }	Jika kondisi1 bernilai benar maka program1 dieksekusi.	A=5; If(A==5) //bernilai benar { //program dieksekusi }

Tabel 10. Penggunaan Persyaratan if ...

b. if () {} else if () {}

Sintaks	Keterangan	Contoh
if (kondisi1) {	Jika kondisi1 bernilai benar, maka program1 dieksekusi.	a=8; if(a==5) //bernilai salah

<pre>//program1 } else if (kondisi2) { //program2 }</pre>	<p>Jika kondisi1 tidak terpenuhi dan kondisi2 terpenuhi, maka program2 dieksekusi.</p>	<pre>{ //program tidak dieksekusi } else if(a==8) //bernilai benar { //program dieksekusi }</pre>
---	--	---

Tabel 11. Penggunaan Persyaratan *if ... else if ...*

a. **if () {} else if () {} else () {}**

Sintaks	Keterangan	Contoh
<pre>if (kondisi1) { //program1 } else if (kondisi2) { //program2 } else { //program3 }</pre>	<p>Jika kondisi1 bernilai benar, maka program1 dieksekusi. Jika kondisi1 tidak terpenuhi dan kondisi2 terpenuhi, maka program2 dieksekusi. Jika kondisi1 dan kondisi2 tidak terpenuhi, maka program3 akan dieksekusi.</p>	<pre>a=10; if(a==5) //bernilai salah { //program tidak dieksekusi } else if(a==8) //bernilai benar { //program dieksekusi } else // a≠5 dan a≠8 { //program dieksekusi }</pre>

Tabel 12. Penggunaan Persyaratan *if ... else if ... else ...*

b. **switch case**

Sintaks	Keterangan	Contoh
<pre>switch(variable) { case nilai_variable_ke- n: { //programke-n } }</pre>	<p>Jika nilai variable = nilai_variable_ke-n maka programke-n akan dieksekusi.</p>	<pre>a=10; switch(a) { case 3: { //program tidak dieksekusi } case 10: { //program dieksekusi } }</pre>

Tabel 13. Penggunaan Persyaratan *Switch Case*

1. Perulangan

a. while () {}

Sintaks	Keterangan	Contoh
<pre>while (kondisi) { //program1 }</pre>	Jika kondisi bernilai benar, maka program1 akan dieksekusi.	<pre>a=6; while(6) { //program dieksekusi }</pre>

Tabel 14. Penggunaan Perulangan *while* ...

b. do {} while ()

Sintaks	Keterangan	Contoh
<pre>do { //program1 } while (kondisi);</pre>	Jika kondisi bernilai benar, maka program1 akan dieksekusi.	<pre>a=6; do { //program dieksekusi } while(6);</pre>

Tabel 15. Penggunaan Perulangan *do* ... *while* ...

c. for (;;)

Sintaks	Keterangan	Contoh
<pre>for(variable;syarat;operasi) { //program1 }</pre>	Operasi dan program1 akan dieksekusi sampai dengan syarat tidak terpenuhi	<pre>for(a=0;a<8;a++) { //program akan dieksekusi sampai nilai a ≥ 8 }</pre>

Tabel 16. Penggunaan Perulangan *for* ...

2. Break dan goto

a. break

Sintaks	Keterangan	Contoh
<pre>break;</pre>	Melompat dari perulangan	<pre>for(a=0;a<8;a++) { break; //program akan dieksekusi satu kali yaitu saat a=0 saja }</pre>

Tabel 17. Penggunaan *break* ...

a. goto

Sintaks	Keterangan	Contoh
goto alamat; alamat:	Program akan langsung melompat ke alamat yang dituju	goto x; for(a=0;a<8;a++) { //program tidak dieksekusi } x:

Tabel 18. Penggunaan Perulangan *goto*

1. Struktur Bahasa c

Bahasa C pada umumnya memiliki 2 bagian, yaitu:

a. Definisi

Berisikan preprocessor, pendeklarasian variabel global, pendeklarasian fungsi global.

b. Program Utama

Berisikan program utama yang akan di eksekusi. Jika sebuah variabel atau fungsi global ingin di eksekusi, maka variable atau fungsi tersebut harus dimasukkan kedalam program utama ini.

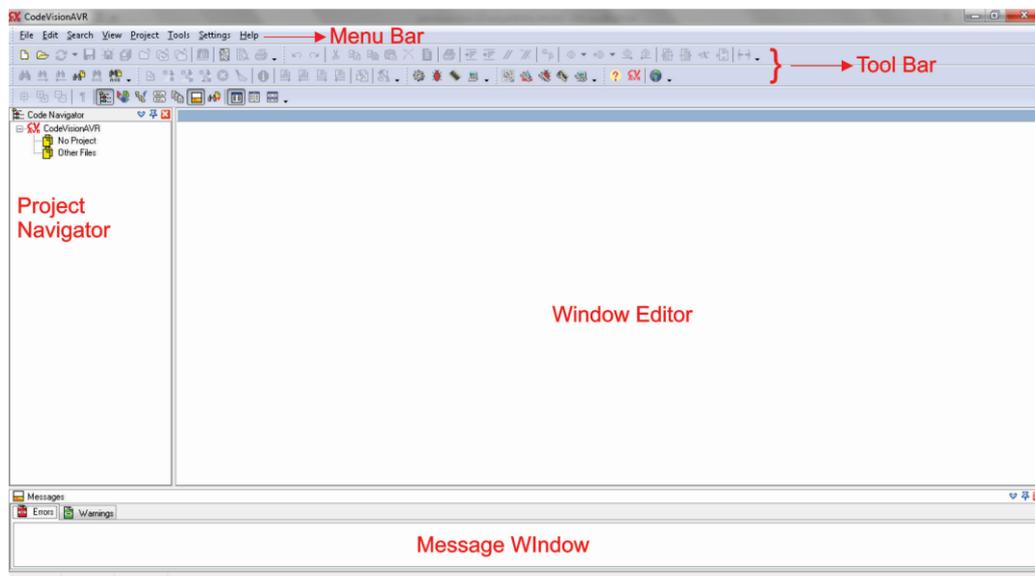
Contoh program dalam bahasa c adalah sebagai berikut

```
#include <mega16.h>
#define led      PORTC.0
void kedip()
{
    Led=1;
    delay_ms(200);
    led=0;
    delay_ms(200);
}
void main()
{
    .....
    PORTC=0x00;
    DDRC=0x00;
    .....
    while(1)
    {
        Kedip();
    }
}
```

A. CVAVR

Menurut Heri Andrianto (2008:33) CodevisionAVR adalah salah satu alat bantu pemrograman (*programming tool*) yang bekerja dalam lingkungan pengembangan perangkat lunak yang terintegrasi (*Integrated Development Environment, IDE*). Seperti aplikasi IDE lainnya, CodevisionAVR dilengkapi dengan *source code editor*, *compiler*, *linker*, dan dapat memanggil Atmel AVR Studio untuk *debugger*-nya.

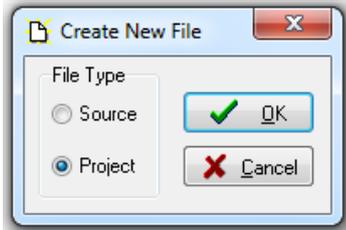
CodevisionAVR juga mempunyai Automatic Program Generator bernama CodeWizardAVR, yang memungkinkan anda untuk menulis dalam hitungan menit, semua instruksi yang diperlukan untuk membuat beberapa fungsi tertentu. Dengan fasilitas ini mempermudah pada programmer pemula untuk belajar pemrograman mikrokontroler menggunakan CVAVR. Secara garis besar bagian-bagian CVAVR dapat diuraikan seperti gambar berikut:



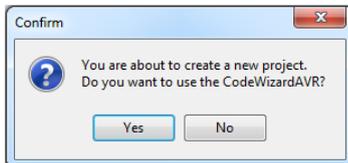
Gambar 4. Bagian-Bagian CVAVR.

LANGKAH-LANGKAH PENGGUNAAN *TRAINER* *SENSOR*

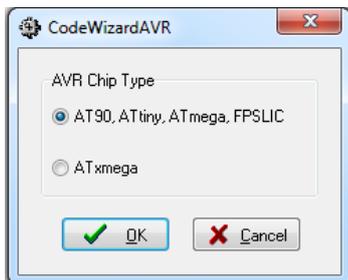
1. Buka program CVAVR.
2. Buatlah *project* baru dengan memilih File → New → Project → OK



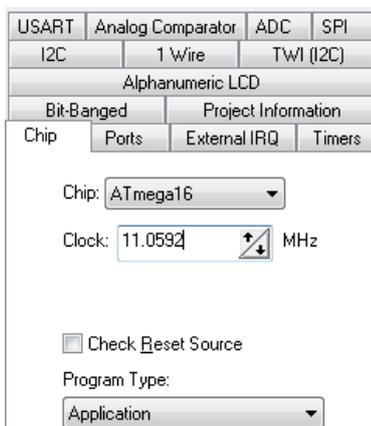
3. Selanjutnya akan muncul konfirmasi penggunaan CodeWizard → pilih Yes



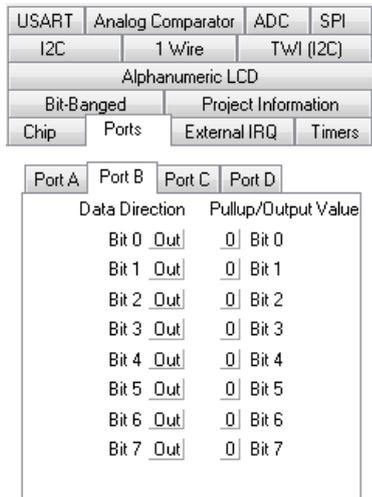
4. Selanjutnya akan muncul konfirmasi tipe *chip* yang akan digunakan → pilih AT90, ATtiny, ATmega, FPSLIC → OK



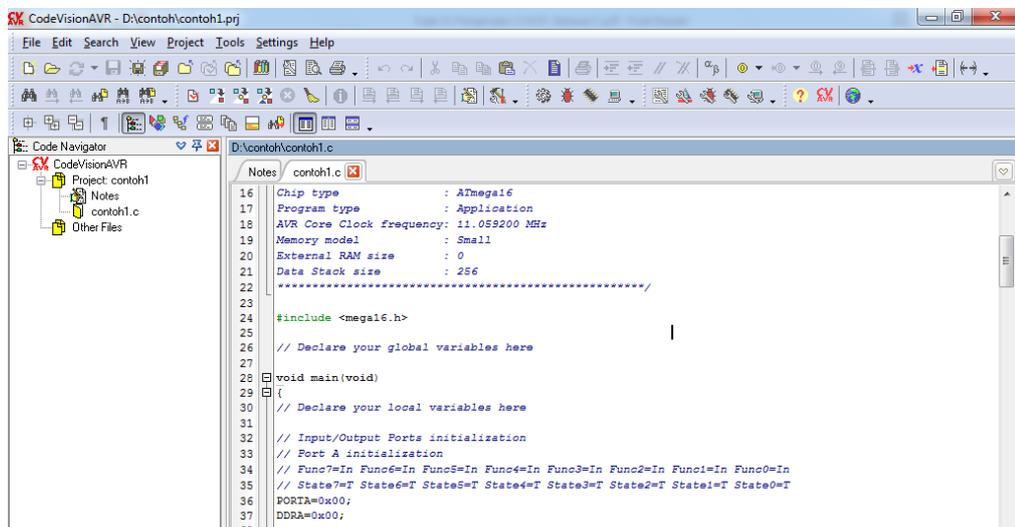
5. Pada tab “Chip”, pilih nama *chip* yang akan digunakan, sebagai contoh digunakan *chip* ATmega16, dengan *crystal* 11.0592 MHz.



- Setting fasilitas lainnya sesuai dengan kebutuhan. Sebagai contoh semua PORTB akan diatur sebagai *output*, maka pilih *tab* “Ports” → Port B → Bit 0-7 OUT

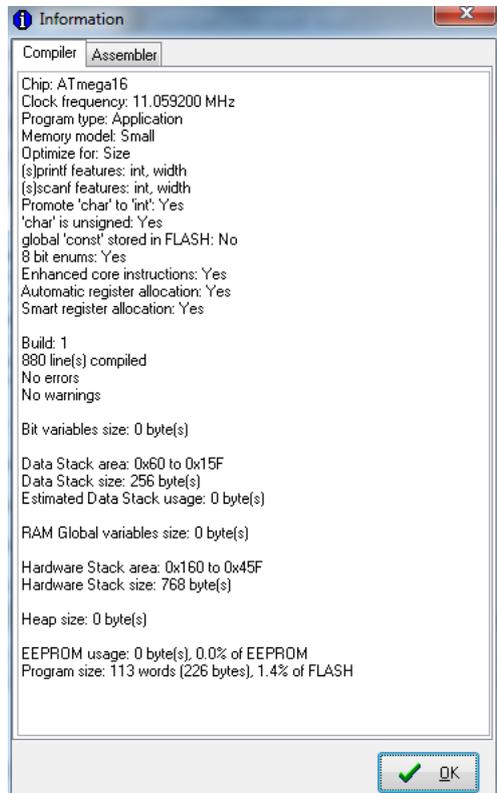


- Pilih Program → Generate, Save, and Exit (catatan: penamaan program sebanyak 3x, letakkan ketiga file tersebut pada *folder* yang sama. Hindari penamaan program yang panjang, kapital, dan spasi.)
- Setelah selesai memberikan nama *file*, maka akan muncul *window editor* yang digunakan untuk membuat program.

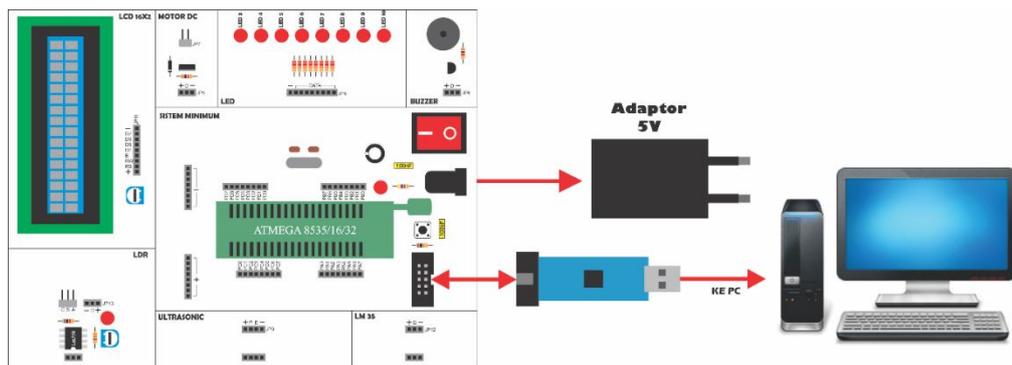


- Jika sudah selesai mengedit program, selanjutnya perlu dilakukan *compile* program dengan cara memilih Project → Build All

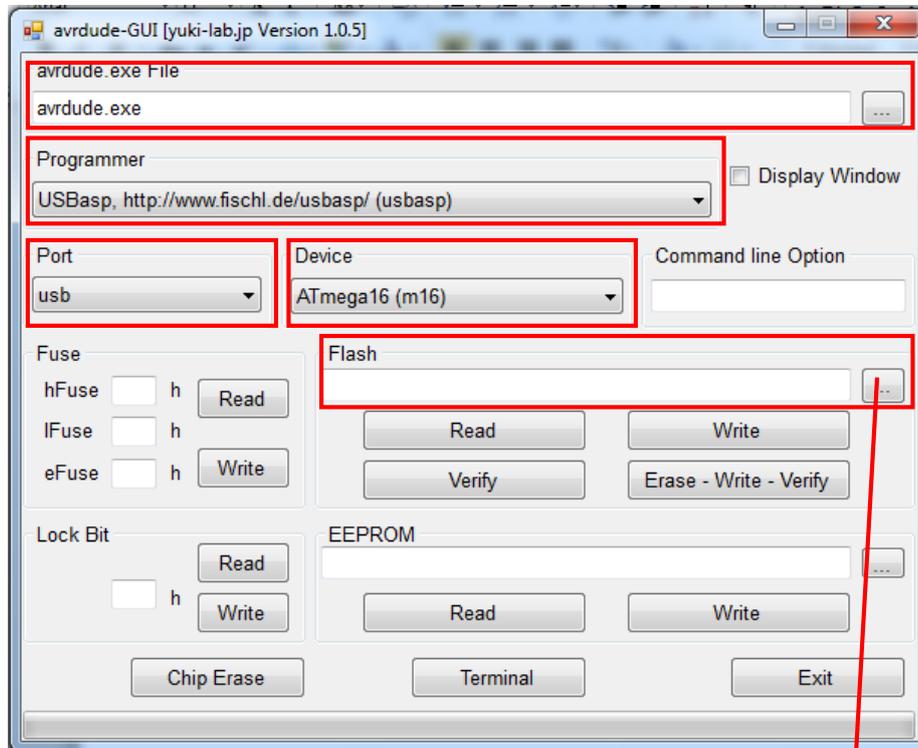
10. Akan muncul hasil *compile* dari program, jika masih terdapat *error*, maka perlu dilakukan pemrograman ulang pada *window editor*. Jika tidak, maka dapat dilanjutkan keproses selanjutnya.



11. Hubungkan *Trainer Sensor + Downloader + Komputer* seperti pada gambar di bawah ini:



12. Nyalakan Trainer sensor dengan memposisikan tombol power pada posisi on.
13. Buka program avrdude-GUI. Atur konfigurasi avrdude-GUI seperti pada gambar berikut:



Teka tombol “...” untuk memilih file .hex hasil dari program yang telah di compile

14. Jika pengaturan avrdude-GUI sudah selesai, maka tekan tombol “Erase – Write – Verify”

LAMPIRAN 8
DATA AHLI MATERI
DAN AHLI MEDIA

DATA DARI AHU MATERI

1=andik asmara, SPd.

2=Sitti Rahmah, SPd., M.T.

Pengamat	No. Item																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3
2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4

DATA DARI AHU MEDIA

1=ariadie chandra N, M.T.2=Sitti Rahmah

2=Sitti Rahmah, SPd., M.T.

Pengamat	No. Item																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	4	4	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	
2	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3

LAMPIRAN 9
ANALISIS DATA KELAYAKAN DARI
AHLI MATERI

Analisis Data Kelayakan Dari Ahli Materi

ahli materi 1 = andik asmara
ahli materi 2 = sitti rahmah

Ahli Materi	Skor Pernyataan Ke-																			
	Kualitas Materi															Kemanfaatan				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4
Rerata Skor Tiap Butir	3.5	3	3	3	3	3	3.5	4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3	3	3.5	3.5	4	3.5	3.5
Rerata Skor Tiap Indikator	3.40					3.23					3.50					3.67				
Rerata Total Tiap Aspek	3.28																			
Presentase Skor Tiap Aspek	82.03%																			
Rerata Skor Total	3.45																			
Presentase Skor Total	86.33%																			
Kategori	SANGAT LAYAK																			

Keterangan Indikator	
Materi Dalam Trainer Sensor	82.03%
Materi Dalam Jobsheet	90.63%
Manfaat Bagi Guru	86.33%
Manfaat Bagi Siswa	

Kualitas Materi	82.03%
Kemanfaatan	90.63%
Presentase Total	86.33%

LAMPIRAN 10
ANALISIS DATA KELAYAKAN DARI
AHLI MEDIA

Analisis Data Kelayakan Dari Ahli Media

ahli materi 1 = ariadie chandra
ahli materi 2 = sitti rahmah

Ahli Materi	Skor Pernyataan Ke-																																							
	Desain Media															Pengoperasian															Kemampuan Media									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30										
1	4	4	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3										
2	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3										
Rerata Skor Tiap Butir	3.5	3.5	3.3	3.5	4.3	3.5	3.3	3.5	3.3	3.5	3.5	3.5	3.5	3.3	3.3	3.5	3.3	3.5	3.3	3.3	3.5	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.5	4.4	3.3										
Rerata Skor Tiap Indikator	3.42															3.31															3.33									
Rerata Total Tiap Aspek	3.31																																							
Presentase Skor Tiap Aspek	82.64%																																							
Rerata Skor Total	3.37																																							
Presentase Skor Total	84.14%																																							
Kategori	SANGAT LAYAK																																							

Keterangan Indikator
Wawasan Perangkat
Dimensi Trainer Sensor
Fungsi Aplikatif
Pengoperasian Perangkat
Kemampuan Bagi Peserta
Kemampuan Bagi Guru

Desain Media	82.64%
Pengoperasian	82.81%
Kemampuan Media	86.98%
Presentase Skor Total	84.14%

LAMPIRAN 11
ANALISIS DATA KELAYAKAN PADA
UJI TERBATAS

Analisis Data Kelayakan Pada Uji Terbatas

No	No Absen	Nama	Skor Pernyataan Ke-																												
			Kualitas Materi												Pengoperasian Media												Pembelajaran				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
1		Nur Hidayati	3	3	4	4	4	3	4	3	3	2	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
2		Mita Lestari	4	3	4	4	3	4	3	4	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
3		Arin Ayyanti	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4		Ilham Riska Subekti	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
5		Daffa Primanda	3	4	3	3	4	3	4	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6		Elina Djaasfira	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
7		Sudarmiati	3	3	3	2	3	4	4	2	3	2	2	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
8		Ukhi Aziz Pratama	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
9		Andi Setyawan	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
10		Harun Setyaji	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
11		L Rangga Seto	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
12		Endang Wahyuningstih	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
13		Tatum I Agustini	3	3	4	3	2	4	4	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14		Eva Nur Amini	3	3	4	3	4	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15		Mutia Khairina	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
16		Adetia Yusniarti	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17		Anisa Isnati	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
18		Sinta Widiyaningrum	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19		Sari Triastuti	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
20		Anastasia Kasih Permata	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Rerata Skor Tiap Butir			3.15	3.15	3.30	3.10	3.20	3.35	3.30	3.10	3.20	2.95	2.60	2.95	2.90	2.85	3.45	3.25	3.15	3.30	3.20	3.45	3.20	3.45	3.25	3.20	3.25	3.20	3.25	3.25	
Rerata Skor Tiap Aspek			3.21									2.90						3.26													
Presentase Tiap Aspek			80.14%									72.50%						81.41%													
Rerata Skor Total			3.12																												
Presentase Skor Total			78.02%																												
Kategori			LAYAK																												

Aspek	Presentase Tiap Aspek
Kualitas Materi	80.14%
Pengoperasian Media	72.50%
Pembelajaran	81.41%
Presentase Skor Total	78.02%

LAMPIRAN 12
ANALISIS DATA KELAYAKAN
PADA IMPLEMENTASI

Analisis Kelayakan Pada Implementasi

No	No Absen	Nama	Skor Pernyataan Ke-																											
			Kualitas Materi							Pengoperasian Media							Pembelajaran													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
1		1)Agustina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
2		2)Ahmed Muchida	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
3		3)Ahmed Ruz Sunarto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
4		4)Ahmed Sholih	1	3	3	3	3	3	4	1	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
5		5)Ahmed Zaenuri	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3			
6		6)Ayu Dwi Darmawan	2	4	4	2	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
7		7)Ardi Aoyanto	3	4	4	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
8		8)Ari Nugroho	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
9		9)Ari Adhya	3	2	2	4	2	4	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
10		10)Beki Gilang Prabowo	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
11		11)Binae Dhaton	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
12		12)Dian Sukma Pranata	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
13		13)Dinda Thyia Irawati	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
14		14)Dinda Thyia Irawati	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
15		15)Eko Nur Cahyono	3	3	3	2	3	4	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
16		16)Enriesta Rp	3	4	3	2	4	3	4	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
17		17)Fajar Ramawan	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
18		18)Fitri Ramadhani	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
19		19)Fitri Werdani	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
20		20)Hanna Khalunisa	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
21		21)Hening Kumalasari	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
22		22)Irma Wahyudiana	3	3	4	4	3	4	4	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
23		23)Ita Tri Utami	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
24		24)Mia Arista	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
25		25)Miftakul Khusna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
26		26)Mitsahul Akandi	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
27		27)Mutlaha Arshela Dewi	3	3	4	4	3	3	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
28		28)Neni Zulawati	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
29		29)Nurventi Adelia Rehmah	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
30		30)Riky Dwi Septiandi	2	3	3	2	4	4	4	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
31		31)Tri Nawangsih	3	3	4	4	3	4	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
32		32)Wahyu Prihatingsih	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
33		Berata Skor Tiap Bulir	2.84	3.26	3.32	2.80	3.16	3.48	3.35	2.74	2.97	2.65	2.61	2.61	2.71	2.77	2.81	3.19	3.10	3.00	3.16	3.13	3.23	3.15	3.16	3.19				
34		Berata Skor Tiap Aspek	3.11																											
35		Presentase Tiap Aspek	77.87%																											
36		Berata Skor Total	69.12%																											
37		Presentase Skor Total	75.24%																											
38		Kategori	LAYAK																											

Aspek	Presentase Tiap Aspek
Kualitas Materi	77.87%
Pengoperasian Media	69.12%
Pembelajaran	78.73%
Presentase Skor Total	75.24%

LAMPIRAN 13
UJI RELIABILITAS INSTRUMEN

Uji Reliabilitas Instrumen

No	No Absen	Nama	Skor Pernyataan Ke-																								X	X ²							
			Kualitas Materi												Pengoperasian Media														Pembelajaran						
1		Nur Hidayati	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	75	5625							
2		Mita Lesari	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	2	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	76	5776							
3		Airin Aryaniti	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	74	5476								
4		Ihram Riska Subekti	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	86	7396								
5		Dafra Primanda	3	4	3	3	4	3	4	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	72	5184								
6		Elina Dhasafira	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	73	5329								
7		Sudarmiati	3	3	3	2	3	4	4	2	3	2	2	3	3	2	4	3	3	3	3	4	4	4	4	74	5476								
8		Ikhti Aziz Pratama	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	73	5329								
9		Andi Setyawan	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	74	5476								
10		Harun Setyaji	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	76	5776								
11		L Rangga Seto	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	74	5476								
12		Endang Wahyuningsih	3	3	3	2	3	4	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	64	4096								
13		Tatum I Agustri	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	2	2	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	76	5776								
14		Eva Nur Amiri	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	76	5776								
15		Mulia Khairina	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	89	7921								
16		Adetia Yusnarti	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	72	5184								
17		Anisa Isnati	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	76	5776								
18		Sinta Widyaningrum	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	84	7056								
19		Sri Triastuti	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	75	5625								
20		Anastasia Kasih Permata	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	65	4225								
Skor Total			63	66	62	64	67	66	62	62	64	59	52	59	58	57	69	65	63	66	64	69	65	64	65	1504	113754								
Kuadrat Skor Total			3969	4356	3844	4096	4489	4356	3844	4096	3481	2704	2704	3481	3364	3249	4761	4225	3969	4356	4096	4761	4225	4096	4225	94716									
Uji Reliabilitas																																			
n			20																																
n ²			400																																
(Σ Xi) ²			2262016																																
Σ Xi ²			113754																																
S ²			32.66																																
Jk			4836																																
JKs			94716																																
S			5.01																																
ri			0.89																																
Kategori			Sangat Reliabel																																

LAMPIRAN 14
SURAT IZIN PENELITIAN



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

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



SURAT IJIN OBSERVASI

No. : 421/591

Dasar : Surat dari Fakultas Teknik UNY No. 1059/H34/PL/2015, tanggal 30 April 2015

Dengan ini Kepala SMK N 2 Pengasih memberikan ijin kepada:

Nama : **NUR CAHYONO**
NIM : 10518241036
PT / INSTANSI : UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Untuk melaksanakan Observasi/Pencarian data tentang :

**"PENGEMBANGAN TRAINER SENSOR SEBAGAI PENUNJANG MATA
PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR KELAS X PROGRAM KEAHLIAN
ELEKTRONIKA DI SMK N 2 PENGASIH "**

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

Kulon Progo, 7 Mei 2015
Kepala SMK N 2 Pengasih



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



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

Nomor : 2068/H34/PL/2015

07 September 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 Sensor sebagai Pengunjung Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor Kelas X Program Keahlian Elektronika di SMK N 2 Pengasih, bagi Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:

No.	Nama	NIM	Jurusan	Lokasi
1	Nur Cahyono	10518241036	Pendidikan Teknik Mekatronika - S1	SMK Negeri 2 Pengasih

Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu :

Nama : Sigit Yatmono, M.T.

NIP : 19730125 199903 1 001

Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai Bulan September 2015 s/d November 2015.

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

Wakil Dekan I

Dr. Sunaryo Soenarto

NIP. 19580630 198601 1 001

Tembusan :
Ketua Jurusan



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
SEKRETARIAT DAERAH
Kompleks Kepatihan, Danurejan, Telepon (0274) 562811 - 562814 (Hunting)
YOGYAKARTA 55213

SURAT KETERANGAN / IJIN

070/REG/1879/2015

Membaca Surat : **WAKIL DEKAN I FAKULTAS TEKNIK** Nomor : **2068/H34/PL/2015**
Tanggal : **7 SEPTEMBER 2015** Perihal : **IJIN PENELITIAN/RISET**

- Mengingat :
1. Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 2006, tentang Perizinan bagi Perguruan Tinggi Asing, Lembaga Penelitian dan Pengembangan Asing, Badan Usaha Asing dan Orang Asing dalam melakukan Kegiatan Penelitian dan Pengembangan di Indonesia;
 2. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 20 Tahun 2011, tentang Pedoman Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan 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.

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

Nama : **NUR CAHYONO** NIP/NIM : **10518241036**
Alamat : **FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**
Judul : **PENGEMBANGAN TRAINER SENSOR SEBAGAI PENUNJANG MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR KELAS X PROGRAM KEAHLIAN ELEKTRONIKA DI SMK N 2 PENGASIH**
Lokasi : **DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAHRAGA DIY**
Waktu : **7 SEPTEMBER 2015 s/d 7 DESEMBER 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 dibubuhi cap institusi;
3. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib mentaati ketentuan yang berlaku di lokasi kegiatan;
4. Ijin penelitian dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat ini kembali sebelum berakhir waktunya setelah mengajukan perpanjangan melalui website adbang.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 **7 SEPTEMBER 2015**
A.n Sekretaris Daerah
Asisten Perekonomian dan Pembangunan
Ub.
Kepala Biro Administrasi Pembangunan



Dra. Puji Astuti, M.Si

NIP. 19590526 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: bpmp.kulonprogokab.go.id Email : bpmp@kulonprogokab.go.id

SURAT KETERANGAN / IZIN
Nomor : 070.2 /00806/IX/2015

- Memperhatikan : Surat dari Sekretariat Daerah Pemda DIY Nomor:070/reg/V/87/9/2015, Tanggal: 07 September 2015, Perihal: Izin Penelitian
- Mengingat : 1. Keputusan Menteri Dalam Negeri Nomor 61 Tahun 1983 tentang Pedoman Penyelenggaraan Pelaksanaan Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Departemen Dalam Negeri;
2. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 18 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelayanan Perizinan, Rekomendasi Pelaksanaan Survei, Penelitian, Pengembangan, Pengkajian dan Studi Lapangan di Daerah Istimewa Yogyakarta;
3. Peraturan Daerah Kabupaten Kulon Progo Nomor : 16 Tahun 2012 tentang Pembentukan Organisasi dan Tata Kerja Lembaga Teknis Daerah;
4. Peraturan Bupati Kulon Progo Nomor : 73 Tahun 2012 tentang Uraian Tugas Unsur Organisasi Terendah Pada Badan Penanaman Modal dan Perizinan Terpadu..
- Diizinkan kepada : **NUR CAHYONO**
NIM / NIP : **10518241036**
PT/Instansi : **UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**
Keperluan : **IZIN PENELITIAN**
Judul/Tema : **PENGEMBANGAN TRAINER SENSOR SEBAGAI PENUNJANG MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR KELAS X PROGRAM KEAHLIAN ELEKTRONIKA DI SMK N 2 PENGASIH**
- Lokasi : **SMK NEGERI 2 PENGASIH KABUPATEN KULON PROGO**
Waktu : **07 September 2015 s/d 07 Desember 2015**

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

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

PH. KEPALA
BADAN PENANAMAN MODAL
DAN PERIZINAN TERPADU


Drs. SUWARNA, M.Si
Pembina Tk.I ; IV/b
NIP. 0680428199503 1 004

Tembusan kepada Yth. :

1. Bupati Kulon Progo (Sebagai Laporan)
2. Kepala Bappeda Kabupaten Kulon Progo
3. Kepala Kantor Kesbangpol Kabupaten Kulon Progo
4. Kepala Dinas Pendidikan Kabupaten Kulon Progo
5. Kepala SMK Negeri 2 Pengasih
6. Yang bersangkutan
7. Arsip

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
Telpn (0274) 773029, Fax. (0274) 774289, 773888, e-mail : smk2pengasih_kp@yahoo.com
homepage : www.smkn2pengasih.sch.id



SURAT IJIN PENELITIAN

No. : 421/1225

Dasar : Surat dari Badan Penanaman Modal dan Perizinan Terpadu (BPMPT) Kab Kulon Progo No :
070.2/00528806/IX/2015 tanggal 7 September 2015

Dengan ini Kepala SMK N 2 Pengasih memberikan ijin kepada:

Nama : **NUR CAHYONO**
NIM : 10518241036
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta

Untuk melaksanakan penelitian pada Instansi kami dengan ketentuan:

Waktu : 7 September – 7 Desember 2015
Judul :

**"PENGEMBANGAN TRAINER SENSOR SEBAGAI PENUNJANG MATA
PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR KELAS X PROGRAM KEAHLIAN
ELEKTRONIKA DI SMK N 2 PENGASIH".**

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

Kulon Progo, 16 September 2015
Kepala Sekolah

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

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



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAH RAGA
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN NEGERI 2 PENGASIH
Jalan KRT, Kertodiningrat, Margosari Pengasih, Kulon Progo, Yogyakarta
Telpon (0274) 773029, Fax. (0274) 774289, 773888, e-mail : smk2pengasih_kp@yahoo.com
homepage : www.smkn2pengasih.sch.id



SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN

No. : 070.2 / 1629

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 : **NUR CAHYONO**
NIM : 10518241036
PT / INSTANSI : UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Mahasiswa tersebut di atas telah melaksanakan penelitian di SMK N 2 Pengasih pada & 7 September 2015 s.d 7 Desember 2015 dengan Judul Penelitian :

**"PENGEMBANGAN TRAINER SENSOR SEBAGAI PENUNJANG MATA PELAJARAN
TEKNIK MIKROPROSESOR KELAS X PROGRAM KEAHLIAN ELEKTRONIKA DI SMK N 2
PENGASIH"**

Surat keterangan ini diberikan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kulon Progo, 22 Desember 2015
Kepala SMK N 2 Pengasih

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