

**PENGEMBANGAN *TRAINER KIT* FLEKSIBEL UNTUK
MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK
PADA PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK AUDIO VIDEO
DI SMK NEGERI 3 YOGYAKARTA**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

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



Oleh :
Wisnu Tri Nugroho
10518241025

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

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGEMBANGAN TRAINER KIT FLEKSIBEL UNTUK
MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK
PADA PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK AUDIO VIDEO
DI SMK NEGERI 3 YOGYAKARTA**

Disusun oleh

Wisnu Tri Nugroho

NIM 10518241025

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

Yogyakarta, 21 Desember 2014

Ketua Program Studi

Pendidikan Teknik Mekatronika



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

NIP. 19650829 199903 1 005

Disetujui,

Dosen Pembimbing



Deny Budi Hertanto, M.Kom

NIP. 19770511 200604 1 002

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wisnu Tri Nugroho
NIM : 10518241025
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan *Trainer kit* Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta

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, 21 Desember 2014

Yang menyatakan,



Wisnu Tri Nugroho

NIM. 10518241025

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

**PENGEMBANGAN *TRAINER KIT* FLEKSIBEL UNTUK
MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK
PADA PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK AUDIO VIDEO
DI SMK NEGERI 3 YOGYAKARTA**


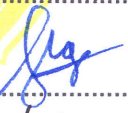
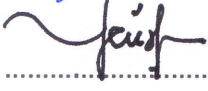
Disusun oleh:

Wisnu Tri Nugroho

NIM. 10518241025

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi
Pendidikan Teknik Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
pada tanggal 31 Desember 2014

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Deny Budi Hertanto, M.Kom. Ketua Penguji/Pembimbing		20/1/15
Sigit Yatmono, M.T. Sekretaris		20/1/15
Rustam Asnawi, M.T., Ph.D. Penguji		20/1/15

Yogyakarta, 20 Januari 2015

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Moch. Bruri Triyono, M.Pd

NIP. 19560216 198603 1 003

HALAMAN MOTTO

Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang telah dilaksanakan / diperbuatnya.

- Ali Bin Abi Thalib-

"The secret to be special is you have to believe you're special"

-Kungfu Panda-

Harapan kosong itu lebih menyakitkan daripada kenyataan yang pahit sekalipun.

Success is not a final and failure is not an initial

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan khususnya untuk:

Ayah dan Ibu yang senantiasa membimbingku dengan penuh kasih sayang. Terima kasih atas segala kelembutan didikanmu demi kesiapan perjalanan hidup.

Kakak-kakakku yang selalu mendukung untuk melangkah dan menyemangatiku.

Rizka Nur Pratiwi yang terus memberikan semangat untuk mengejar kelulusan dan selalu mengingatkanku untuk mengerjakan skripsi.

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

Seluruh teman-teman yang berada dijurusan elektro maupun jurusan lain. Terimakasih untuk berbagi ilmu dan pengalaman

**PENGEMBANGAN *TRAINER KIT* FLEKSIBEL UNTUK
MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK
PADA PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK AUDIO VIDEO
DI SMK NEGERI 3 YOGYAKARTA**

Oleh:
Wisnu Tri Nugroho
10518241025

ABSTRAK

Penelitian Tugas Akhir Skripsi ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengetahui kelayakan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi Putar dan Geser dan Program Deret LED pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) ADDIE yang dikemukakan oleh Robert Maribe Branch, yaitu *Analyze, Design, Develop, Implement* dan *Evaluate*. Tahap *Analyze* mendapatkan kesenjangan yang cukup besar dalam proses belajar mengajar. Proses *Design* dilakukan untuk mengkaji ulang tujuan pembelajaran dan strategi tes. Pada tahap *Develop*, media yang sudah terbentuk secara nyata menjalani beberapa ujicoba untuk kemudian dilakukan validasi dan ujicoba terbatas. Pada tahap validasi mendapatkan kategori "LAYAK" dan "SANGAT LAYAK". Pada tahap ujicoba terbatas mendapatkan kategori "LAYAK". Tahap *Implement* dilakukan pada kelas X Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta. Tahap *Evaluate* menggunakan instrument angket dengan skala Likert empat pilihan untuk mengukur persepsi responden terhadap *Trainer kit* Fleksibel.

Hasil penelitian kelayakan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel ditinjau dari tiga aspek yaitu: (1) Aspek kualitas materi mendapatkan persentase skor 78,35% dengan kategori "LAYAK"; (2) Aspek pengoprasia media mendapatkan persentase skor 68,19% dengan kategori "LAYAK"; (3) Aspek pembelajaran mendapatkan persentase skor 79,09% dengan kategori "LAYAK". Total penilaian semua aspek mendapatkan persentase skor 75,21% dengan kategori "LAYAK" sehingga media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel layak digunakan sebagai media pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi Putar dan Geser dan Program Deret LED pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta.

Kata kunci : *ADDIE, Trainer kit Fleksibel, media pembelajaran.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir Skripsi dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan dengan judul “Pengembangan *Trainer kit* Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta” dapat tersusun dengan lancar.

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

1. Deny Budi Hertanto, M.Kom. selaku pembimbing yang memberikan saran dan masukan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana.
2. Herlambang Sigit Pramono, M.Cs selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, yang sekaligus sebagai Validator.
3. Ilmawan Mustaqim, S.Pd.T., M.T dan Didik Haryanto, M.T. selaku Validator media penelitian TAS yang memberikan saran dan masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
4. Rustam Asnawi, M.T., Ph.D. dan Sigit Yatmono, M.T. selaku Penguji Utama dan Sekretaris yang memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap TAS ini.

5. K. Ima Ismara, M.Pd., M.Kes. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta beserta dosen dan staf yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan para proposal sampai dengan selesainya TAS ini.
6. Dr. Moch Bruri Triyono selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang memberikan persetujuan pelaksanaan TAS.
7. Drs. Aruji Siswanto selaku kepala SMK Negeri 3 Yogyakarta yang telah memberikan izin dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian TAS.
8. Para guru dan staf SMK Negeri 3 Yogyakarta yang telah memberi bantuan memperlancar pengambilan data selama proses penelitian TAS.
9. Teman-teman kelas Mekatronika E angkatan 2010 yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi.
10. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini satu persatu atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

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

Yogyakarta, 21 Desember 2014

Penulis,

Wisnu Tri Nugroho

NIM. 10518241025

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah.....	6
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian.....	7
F. Manfaat Penelitian	8
G. Spesifikasi Produk.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
A. Kajian Teori	10
1. Penelitian dan Pengembangan.....	10
2. Mata Pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik	14
3. Media Pembelajaran	15
4. Trainer kit Fleksibel.....	19
5. Mikrokontroller	22
B. Kajian penelitian yang relevan	25

C. Kerangka berfikir	26
D. Pertanyaan Penelitian	27

BAB III METODE PENELITIAN 28

A. Model Pengembangan.....	28
B. Prosedur Pengembangan.....	28
1. Analyze.....	30
2. Design.....	32
3. Develop	33
4. Implement	35
5. Evaluate	35
C. Tempat dan Waktu Penelitian	36
D. Subyek dan Obyek Penelitian	36
E. Teknik Pengumpulan Data	37
F. Instrumen Penelitian	38
G. Teknik Analisis Data.....	43

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 45

A. Hasil Dari Proses Analisis.....	45
B. Hasil Dari Proses Desain.....	46
C. Hasil Proses Pengembangan	46
1. Konsep Pembelajaran	46
2. Membuat Media Trainer kit Fleksibel.....	46
a. Analisis Kebutuhan	46
b. Perancangan Media	47
c. Pembuatan Media	57
d. Pengujian Media.....	65
3. Membuat Buku Petunjuk Media untuk Peserta Didik.....	76
4. Membuat Buku Petunjuk Media untuk Guru.....	76
5. Revisi Formatif	77
a. Hasil Validasi Media Pembelajaran.....	77
b. Revisi Media Pembelajaran	82

c. Ujicoba Terbatas	85
d. Revisi Ujicoba Terbatas.....	86
e. Uji Reliabilitas Instrumen	86
D. Hasil Implementasi	87
1. Implementasi	87
2. Revisi Implementasi.....	88
E. Pembahasan	89
 BAB V SIMPULAN DAN SARAN	94
A. Simpulan	94
B. Saran	95
 DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN-LAMPIRAN	100

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Langkah Penelitian Menurut Borg dan Gall, (Emzir, 2013:271)	11
Tabel 2. Langkah-langkah model ADDIE oleh Branch(2009:3)	14
Tabel 3. Langkah Penelitian dan Pengembangan Trainer kit Fleksibel	29
Tabel 4. Skor Pernyataan	38
Tabel 5. Kisi-kisi untuk Ahli Materi	39
Tabel 6. Kisi-kisi untuk Ahli Media	39
Tabel 7. Kisi-kisi untuk Pengguna (user)	40
Tabel 8. Kategori Koefisien Reliabilitas.....	43
Tabel 9. Kategori Kelayakan	44
Tabel 10. Hasil Proses Analisis	45
Tabel 11. Analisis Kebutuhan Trainer kit Fleksibel.....	47
Tabel 12. Pengujian Pushbutton dan LED.....	66
Tabel 13. Unjuk kerja Trainer kit Fleksibel	72
Tabel 14. Skor Ahli Materi	77
Tabel 15. Hasil Validasi Isi	79
Tabel 16. Skor ahli Media	80
Tabel 17. Hasil Validasi kontrak	81
Tabel 18. Hasil Ujicoba Terbatas	86
Tabel 19. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Pengguna	87
Tabel 20. Hasil Implementasi Media	87

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Alur Desain Penelitian, (Sugiyono, 2012)	12
Gambar 2. Model ADDIE menurut Branch (2009:2).....	13
Gambar 3. Konfigurasi PinOut ATmega16	24
Gambar 4. Schematic Kontrol Utama (SISMIN).....	48
Gambar 5. Schematic Emulator LED	48
Gambar 6. Schematic Emulator PushButton	49
Gambar 7. Schematic Interface LCD 16x2	49
Gambar 8. Schematic Interface 7-segment	50
Gambar 9. Schematic Sensor Photodiode.....	51
Gambar 10. Schematic Driver Motor	51
Gambar 11. Desain Papan Utama.....	52
Gambar 12. Desain Balok Utama	53
Gambar 13. Desain Balok Conveyor.....	53
Gambar 14. Desain Balok Motor (Female)	54
Gambar 15. Desain Balok Motor (Male).....	54
Gambar 16. Desain Papan Sensor Photodiode	55
Gambar 17. Desain Papan Pembatas	55
Gambar 18. Desain Papan Motor Servo.....	56
Gambar 19. Desain Jembatan Penghubung Samping	56
Gambar 20. Desain Jembatan Penghubung Depan.....	57
Gambar 21. Realisasi Kontrol Utama.....	57
Gambar 22. Realisasi Emulator LED.....	58
Gambar 23. Realisasi Emulator PushButton	58
Gambar 24. Realisasi Interface LCD 16x2	59
Gambar 25. Realisasi Interface 7-segment	59
Gambar 26. Realisasi Sensor Ketinggian	60
Gambar 27. Realisasi Sensor Warna	60
Gambar 28. Realisasi Driver Motor	60
Gambar 29. Realisasi Papan Utama	61
Gambar 30. Realisasi Balok Utama	61

Gambar 31. Realisasi Balok Conveyor	62
Gambar 32. Realisasi Balok Motor	62
Gambar 33. Realisasi Papan Sensor Ketinggian	63
Gambar 34. Realisasi Papan Sensor Warna	63
Gambar 35. Realisasi Papan Pembatas	64
Gambar 36. Realisasi Papan Motor Servo	64
Gambar 37. Realisasi Jembatan Samping	65
Gambar 38. Realisasi Jembatan Depan	65
Gambar 39. Dokumentasi pengujian LED dan Pushbutton	67
Gambar 40. Dokumentasi pengujian LCD dan Sensor	68
Gambar 41. Dokumentasi pengujian 7-segment	68
Gambar 42. Dokumentasi pengujian Motor DC dan Motor Servo	69
Gambar 43. Dokumentasi pengujian Conveyor 1	70
Gambar 44. Dokumentasi pengujian Jembatan Samping	70
Gambar 45. Dokumentasi pengujian Jembatan Depan	71
Gambar 46. Grafik Ahli Materi	79
Gambar 47. Grafik Ahli Maedia	82
Gambar 48. Contoh Penggunaan Kode	83
Gambar 49. Kabel Penghubung VCC GND	83
Gambar 50. Keyword	84
Gambar 51. Contoh Variasi model Trainer kit Fleksibel	84
Gambar 52. Contoh Konfigurasi perakitan	85
Gambar 53. Grafik Kelayakan Ujicoba Terbatas	86
Gambar 54. Grafik Kelayakan Implementasi Media	88

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Buku Panduan.....	100
Lampiran 2. <i>Jobsheet</i>	130
Lampiran 3. RPP.....	165
Lampiran 4. Angket Validasi Media.....	171
Lampiran 5. Angket Pengguna	197
Lampiran 6. Expert Judgment	203
Lampiran 7. Surat Ijin Penelitian	207
Lampiran 8. Hasil Penelitian.....	210
Lampiran 9. Dokumentasi.....	213
Lampiran 10. Surat Keterangan Penelitian.....	214

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pada hakikatnya, proses belajar mengajar adalah proses penyampaian pesan/materi dari pemberi pesan (guru) ke penerima pesan (peserta didik). Proses pengubahan pesan/materi menjadi simbol komunikasi baik verbal maupun nonverbal disebut *encoding*. Penafsiran simbol komunikasi oleh peserta didik disebut *decoding*. Dan dalam proses penyampaian pesan/materi tersebut ada kalanya berhasil, ada kalanya tidak. Kegagalan dalam proses komunikasi ini disebut *noise/bariere* (Bethany, 2014). Untuk meminimalkan kegagalan dalam proses komunikasi, media diperlukan sebagai perantara penyampaian pesan.

Kehadiran media pembelajaran diperlukan dalam proses belajar mengajar di SMK. Media pembelajaran akan membuat proses pembelajaran menjadi sebuah proses seperti yang tertulis pada Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 Pasal 19 tentang Standar Nasional Pendidikan yang menyatakan bahwa :

Proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, menyenangkan, menantang, memotivasi Peserta Didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik.

Peraturan tersebut jelas menyebutkan sebuah proses pembelajaran yang diselenggarakan harus memuat aspek interaktif, menyenangkan, menantang, memotivasi dan memberikan ruang yang cukup bagi peserta

didik untuk mengembangkan kreativitas dan kemandirian sesuai dengan bakat dan minat. Secara garis besar peraturan ini dapat direalisasikan dalam kegiatan belajar mengajar di SMK. Dengan media pembelajaran yang dapat membantu guru dalam menjelaskan materi pelajaran dan tentunya mengurangi kegagalan penyampaian materi.

Materi Operasi Putar dan Geser, dan Program Deretan LED merupakan kompetensi dasar pada mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik yang memepelajari tentang teknik pemrograman mikrokontroller dan penerapannya. Teknik pemrograman adalah teknik untuk memberikan komando/ instruksi suatu benda berteknologi dengan bahasa pemrograman tertentu. Dengan teknik ini memungkinkan seorang *programmer* untuk menentukan data yang ingin diolah, disimpan serta diteruskan atau menentukan langkah yang ingin diambil dalam suatu kondisi. Mikrokontroller sendiri adalah chip elektronik yang berfungsi sebagai pengendali peralatan elektronik. Secara garis besar bisa disebut komputer dalam chip.

Kerumitan materi inilah yang membuat kompetensi dasar Operasi Putar dan Geser, dan Program Deretan LED pada mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik tidak bisa disampaikan secara teori tanpa adanya media untuk membuktikan teori tersebut. Tanpa adanya media pembelajaran maka akan timbul *noise/barier*. Proses belajar mengajar menjadi susah, materi yang disampaikan tidak bisa diterima dengan baik oleh peserta didik. Guru sulit memberi gambaran materi dan peserta didik sulit untuk membayangkan gambaran dari materi yang guru sampaikan.

Dalam pengamatan dan wawancara yang dilakukan peneliti di SMK Negeri 3 Yogyakarta, seorang guru mengungkapkan penggunaan media sudah terjadi dalam proses belajar mengajar pada mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik khususnya pada kompetensi dasar Operasi Putar dan Geser, dan Program Deretan LED. Media yang dipergunakan adalah sebuah *hardware* mikrokontroler AT89S51 yang memuat LED dan *pushbutton*. Media ini awalnya membangkitkan point-point yang terkandung dalam Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 Pasal 19, tetapi jaman semakin maju di era globalisasi, teknologi semakin berkembang membuat dunia kerja dan dunia industri semakin melangkah maju, dunia pendidikan juga ikut terpengaruh. Peserta didik yang sudah mengalami praktik kerja lapangan (PKL) kebanyakan melihat mesin yang besar dan lebih canggih, hal itu menyebabkan minat akan teknologi bertambah. Media yang awalnya dapat menampung minat peserta didik berubah menjadi sebuah alat praktik yang membosankan karena hanya dapat melakukan beberapa hal saja.

Melihat akan hal itu, seorang guru SMK Negeri 3 Yogyakarta memilih untuk tidak menggunakan media tersebut dan mengganti dengan sebuah media simulasi. Media yang dipergunakan berupa simulasi alat dalam bentuk software. Media simulasi yang dipergunakan adalah Proteus Professional 7.5. Proteus Professional 7.5 merupakan kelompok *software* elektronik yang digunakan untuk membantu para desainer dalam merancang dan mensimulasikan suatu rangkaian elektronik. *Software* ini memiliki dua fungsi, yang pertama menggambar skematik yang dapat disimulasikan secara real

yang disebut ISIS dan yang kedua digunakan untuk merancang PCB yang diberi nama ARES.

Kelengkapan fitur yang disediakan Proteus Professional ISIS ini menjadikan *software* simulasi elektronik terbaik (Ariadie, 2012:1). Simulasi yang diciptakan sangat nyata. Rangkaian yang dibuat dapat diubah sesuai minat pengguna, program juga akan berubah sesuai rangkaiannya. Proses berjalannya suatu program didalam rangkaian juga akan tergambarkan secara langsung. Hal ini lah yang membuat guru SMK Negeri 3 Yogyakarta lebih memilih menggunakan media simulasi Proteus ISIS.

Peserta didik juga lebih memilih media simulasi dibandingkan media yang tidak dapat dirubah sesuai minat mereka. Tetapi pada kenyataannya media simulasi kurang cocok dalam proses belajar mengajar di SMK. Media simulasi Proteus professional ISIS lebih mengusung kesempurnaan dalam rangkaian dan tidak menunjukkan kerusakan apapun jika terjadi eror.

Kesempurnaan media simulasi Proteus professional ISIS bertolak belakang dengan tujuan SMK. SMK (Sekolah Menengah Kejuruan) dirancang untuk menyiapkan peserta didik atau lulusan yang siap memasuki dunia kerja dan mampu mengembangkan sikap profesional di bidang kejuruan (Djatismiko, 2010). Kata professional yang disebutkan oleh Wisnu Djatismiko dalam jurnalnya tersebut jelas menunjukkan bahwa lulusan SMK harus mengerti akan resiko yang akan dihadapi di dunia kerja. Jika dari awal peserta didik menggunakan media *software* yang tidak menunjukkan resiko kerusakan maka sifat kehati-hatian dan paham akan resiko yang dihadapi akan mengecil. Karena hal itu dibutuhkan sebuah media nyata bukan

simulasi. Tetapi media yang dibutuhkan harus lebih memotivasi peserta didik dibandingkan media sebelumnya.

Berdasarkan uraian yang telah dijabarkan, peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian tentang “PENGEMBANGAN *TRAINER KIT* FLEKSIBEL UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK PADA PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK AUDIO VIDEO DI SMK NEGERI 3 YOGYAKARTA.”

Trainer kit Fleksibel ini akan dilengkapi dengan berbagai macam output, seperti LCD, motor servo, motor DC dan LED. Input sendiri berupa *pushbutton* dan sensor inframerah. Media *Trainer kit* ini akan dibuat berbeda karena mengusung ke keleluasaan atau alat praktik yang dapat dirangkai sesuai minat pengguna. Media ini gabungan antara media pada umumnya yang berupa *hardware* dan media simulasi yang dapat dirangkai sesuai pemakainya. Media ini dilengkapi *jobsheet* yang akan memudahkan peserta didik dalam menggunakannya. Peneliti berharap *Trainer kit* Fleksibel ini dapat membantu guru dalam menjelaskan semua materi dalam kompetensi dasar Operasi Putar dan Geser, dan Program Deretan LED pada mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik dan memotivasi peserta didik untuk lebih rajin belajar dalam hal mikrokontroler.

B. Identifikasi Masalah

Salah satu usaha guru agar penyampaian materi dapat berjalan baik tanpa gangguan adalah mengembangkan media yang dapat menarik minat dan memberikan motivasi pada peserta didik. Oleh karena itu dalam proses

belajar mengajar pada mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik ditemukan beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut.

1. Mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik kompetensi dasar Operasi Putar dan Geser dan Program Deretan LED membutuhkan media pembelajaran.
2. Guru lebih memilih menggunakan media simulasi sebagai media pembelajaran.
3. Media simulasi kurang memberikan pengalaman pada peserta didik jika terjadi eror dalam pemrograman.
4. Media pembelajaran berupa *Trainer kit Aplikatif* dan Fleksibel sebagai media pendukung dalam praktik Pemrograman belum tersedia.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang sudah dijabarkan, peneliti perlu melakukan batasan pada penelitian ini untuk menghindari masalah lain yang mungkin muncul saat melakukan penelitian. Pembatasan masalah dilakukan pada pengembangan *Trainer kit* Fleksibel untuk mengetahui tingkat kelayakan alat sebagai media pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi putar dan geser dan Program deret LED pada program keahlian Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang dan identifikasi masalah yang sudah dijabarkan, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana pengembangan *Trainer kit* Fleksibel sebagai media pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi putar dan geser dan Program deret LED pada program keahlian Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta?
2. Bagaimana unjuk kerja *Trainer kit* Fleksibel sebagai media pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi putar dan geser dan Program deret LED pada program keahlian Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta?
3. Bagaimana tingkat kelayakan *Trainer kit* Fleksibel sebagai media pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi putar dan geser dan Program deret LED pada program keahlian Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta?

E. Tujuan Penelitian

Penelitian pengembangan *Trainer Kit* Flesibel ini memiliki tujuan yang mana merupakan hasil dari rumusan masalah yang sudah dijabarkan. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan *Trainer kit* Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik kompetensi dasar Operasi Putar dan Geser dan Program Deretan LED pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta.
2. Menguji unjuk kerja *Trainer kit* Fleksibel sebagai media pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik kompetensi dasar

Operasi Putar dan Geser dan Program Deretan LED pada program keahlian Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta?

3. Menguji kelayakan *Trainer kit* Fleksibel sebagai media pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik kompetensi dasar Operasi Putar dan Geser dan Program Deretan LED pada program keahlian Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta.

F. Manfaat Penelitian

1. Menambah wawasan dan pengetahuan serta menerapkan ilmu yang telah didapatkan peneliti pada bangku kuliah.
2. Meminimalkan kegagalan dalam proses komunikasi guru dengan peserta didik.
3. Memberikan pengembangan materi serta media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel sebagai media pembelajaran bagi instansi pendidikan.
4. Meningkatkan minat dan motivasi peserta didik dalam mengikuti setiap materi ajar yang disampaikan.

G. Spesifikasi Produk

Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah produk *Trainer kit* Fleksibel menggunakan sensor *infrared*, *push button*, LED, motor DC, motor servo, dan LCD yang dirangkai menjadi sebuah *Trainer kit aplikatif dan flexible*. Spesifikasi produk penelitian adalah sebagai berikut.

1. *Hardware Trainer kit* Fleksibel

Kendali : Mikrokontroler ATmega16

Sumber daya : 12V DC

Interface : LCD 16x2 dan *7-segment*

Input : *Push button* dan sensor

Output : Motor DC, motor servo dan LED

Pengaplikasian: *Sorting System* dalam bentuk lego

2. *Jobsheet* berupa *hardcopy* yang berisi materi pemrograman dan perakitan

Trainer kit Fleksibel beserta evaluasi penugasan untuk mengasah kreativitas peserta didik.

3. Buku panduan berupa *hardcopy* yang berisi materi dan tujuan akhir dalam penggunaan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Penelitian dan Pengembangan

Menurut Sugiyono (2012: 407) dalam bukunya menyatakan bahwa penelitian pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Menurut Borg & Gall (1983: 772) dalam bukunya mendefinisikan penelitian pengembangan sebagai suatu proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Langkah-langkah dari proses ini biasanya disebut sebagai siklus R&D, yang terdiri dari mempelajari temuan penelitian yang berkaitan dengan produk yang akan dikembangkan, mengembangkan produk berdasarkan temuan, bidang pengujian dalam pengaturan produk yang akan digunakan akhirnya, dan merevisi untuk memperbaiki kekurangan yang ditemukan dalam tahap mengajukan pengujian. Dalam program yang lebih ketat dari R&D, siklus ini diulang sampai bidang-data uji menunjukkan bahwa produk tersebut memenuhi tujuan perilaku didefinisikan.

Menurut Gay, Mill, dan Airasian yang dikutip oleh Emzir (2012: 263) dalam bidang pendidikan tujuan utama penelitian dan pengembangan bukan untuk merumuskan atau menguji teori, tetapi

untuk mengembangkan produk-produk yang efektif untuk digunakan di sekolah-sekolah.

Menurut beberapa pernyataan diatas, dapat diambil pokok-pokok pernyataan yang merupakan inti dari pernyataan. Sehingga didapat metode penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan atau mengembangkan suatu produk, kemudian diuji keefektifan dan kelayakannya apakah sesuai dengan tujuan pengembangannya.

Penggunaan metode penelitian dan pengembangan memiliki beberapa urutan agar penelitian menghasilkan suatu produk yang dapat dipertanggungjawabkan dan siap digunakan. Urutan atau langkah penelitian dan pengembangan bermacam-macam seperti yang dijelaskan oleh Borg & Gall, Sugiyono, dan Robert Maribe Branch. Langkah-langkah yang dijelaskan oleh Borg & Gall, Sugiyono, dan Robert Maribe Branch tidak sepenuhnya berbeda. Langkah-langkah yang dikemukakan Borg dan Gall (1981: 775) yang telah dikutip oleh Emzir berupa siklus seperti terlihat dalam tabel berikut:

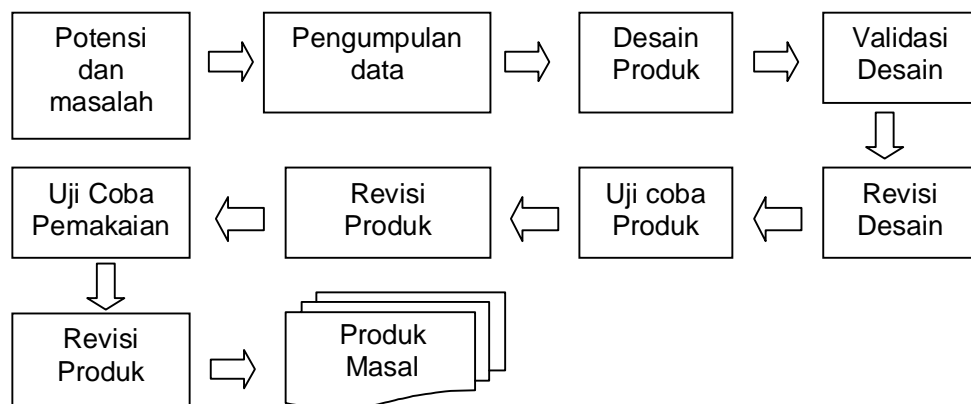
Tabel 1.Langkah Penelitian Menurut Borg dan Gall, (Emzir, 2013:271)

Langkah utama Borg & Gall	10 Langkah Borg & Gall
Penelitian dan pengumpulan informasi (<i>Research and Information Collecting</i>)	1. Penelitian dan pengumpulan data
Perencanaan (<i>Planning</i>)	2. Perencanaan
Pengembangan bentuk awal produk (<i>Develop Preliminary Form of Product</i>)	3. Pengembangan bentuk awal produk

Uji lapangan dan revisi produk (Field Testing and Product Revision)	4. Uji lapangan awal
	5. Revisi produk
	6. Uji lapangan utama
	7. Revisi produk operasional
	8. Uji lapangan operasional
Revisi produk akhir (<i>Final Product Revision</i>)	9. Revisi produk akhir
Diseminasi dan implementasi (<i>Dissemination and Implementation</i>)	10. Diseminasi dan implementasi

Dalam pernyataan Borg dan Gall yang dikutip oleh Emzir (2012: 271) penelitian tesis dan disertasi disarankan untuk membatasi penelitian dalam skala kecil, termasuk membatasi langkah-langkah yang digunakan peneliti.

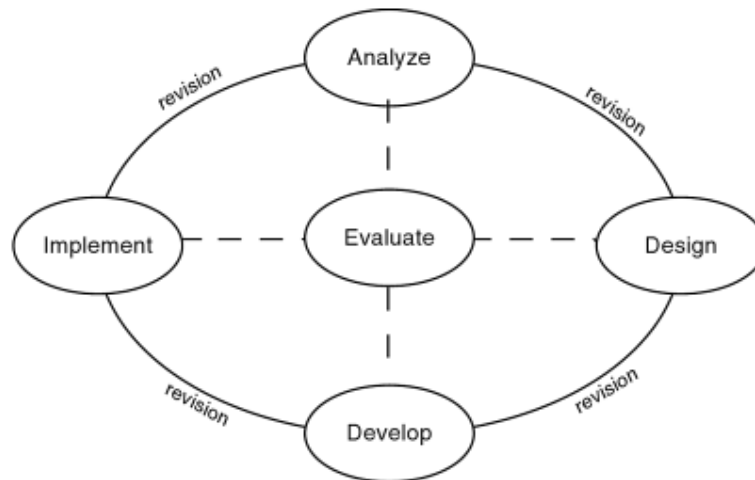
Menurut Sugiyono (2012: 409) urutan atau langkah-langkah penelitian dan pengembangan seperti yang dijelaskan pada gambar.



Gambar 1. Alur Desain Penelitian, (Sugiyono, 2012: 409)

Selain menurut Borg dan Gall dan Sugiyono seperti yang dijelaskan sebelumnya, adapun model penelitian dan pengembangan lain

seperti model ADDIE yang dijelaskan oleh Robert Maribe Branch. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan model ADDIE lebih singkat dibandingkan dengan model lain yang hanya memiliki 5 langkah utama. ADDIE merupakan singkatan dari *Analyze*, *Design*, *Develop*, *Implement* dan *Evaluation*. Berdasarkan filosofi model pengembangan ADDIE harus bersifat student center, inovatif, otentik dan inspiratif (Branch, 2009: 2). Langkah-langkah ADDIE menurut Branch seperti yang dijelaskan pada gambar berikut:



Gambar 2. Model ADDIE menurut Branch (2009:2)

Dalam 5 tahap penelitian model ADDIE, Branch menjabarkan langkah-langkah untuk mengembangkan sumber belajar yang lebih efektif. Terdapat 21 langkah yang dilakukan Branch dalam buku yang berjudul *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Gambar 3 menjelaskan 5 tahap penelitian dan langkah-langkah pada setiap tahap penelitian pengembangan model ADDIE oleh Branch(2009: 3):

Tabel 2. Langkah-langkah model ADDIE oleh Branch(2009:3)

	Analyze	Design	Develop	Implement	Evaluate
Concept	Identify the probable causes for a performance gap	Verify the desired performances and appropriate testing methods	Generate and validate the learning resources	Prepare the learning environment and engage the students	Assess the quality of the instructional products and processes, both before and after implementation
Common Procedures	1. Validate the performance gap 2. Determine instructional goals 3. Confirm the intended audience 4. Identify required resources 5. Determine potential delivery systems (including cost estimate) 6. Compose a project management plan	7. Conduct a task inventory 8. Compose performance objectives 9. Generate testing strategies 10. Calculate return on investment	11. Generate content 12. Select or develop supporting media 13. Develop guidance for the student 14. Develop guidance for the teacher 15. Conduct formative revisions 16. Conduct a Pilot Test	17. Prepare the teacher 18. Prepare the student	19. Determine evaluation criteria 20. Select evaluation tools 21. Conduct evaluations
	Analysis Summary	Design Brief	Learning Resources	Implementation Strategy	Evaluation Plan

Model ADDIE oleh Robert Maribe Branch lebih terarah untuk mengembangkan sumber belajar yang efektif. Tentunya dalam penelitian ini sumber belajar adalah media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel. Media pembelajaran bukan hanya dikembangkan, tetapi strategi test, tujuan pembelajaran dan konsep pembelajaran juga ikut dikembangkan untuk mengikuti perkembangan media pembelajaran. Dengan berbagai pertimbangan yang dilakukan peneliti seperti penelitian hanya sampai pada uji kelayakan, pengembangan media lebih terperinci, dan hasil pengembangan yang dirasa lebih efektif maka peneliti menggunakan model ADDIE.

2. Mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik

Mata pelajaran ini merupakan suatu pembelajaran praktik yang terdapat pada program keahlian Teknik Audio Video di SMK N 3 Yogyakarta. Dalam kegiatannya peserta didik akan mempelajari tentang

teknik pemrograman mikrokontroller, mikroprosesor dan penerapannya. Pada kompetensi dasar operasi putar dan geser dan program deret LED siswa melakukan kegiatan praktik dengan menggunakan media simulasi. Simulasi tersebut menerapkan mikrokontroler pada sebuah rangkaian dasar penghidupan led, motor dan penggunaan sensor ataupun saklar.

Saat melakukan praktik, peserta didik secara bersamaan mendapatkan teori awal dan aturan program yang akan dijalankan atau yang akan dibuat dalam praktik tersebut. Selanjutnya peserta didik akan melakukan praktik secara individual dengan menggunakan simulasi pada laptop atau pc yang ada.

Materi teknik mikrokontroller dan robotic terutama tentang kompetensi dasar yang menyangkut tentang mikrokontroller merupakan materi yang luas. Dimana perkembangan teknologi yang cepat, mengubah sistem manual menjadi sistem otomatis. Perkembangan sistem kearah robotik mengacu pada prinsip kerja mikrokontroller, karena itu mata pelajaran ini dianggap sangat penting.

3. Media pembelajaran

Banyak pengertian media dalam sejarah pendidikan. Seperti dikutip dari beberapa buku terkemuka. Dari pengertian secara luas, sempit, bahasa dan lainnya. Menurut bahasa media berasal dari kata latin medius yang secara harafiah berarti "tengah", "perantara". Dalam bahasa arab, media adalah perantara atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan (Azhar Arsyad.,2006: 3).

Gerlack dan Ely (1971) yang dikutip oleh azhar arsyad (2007: 3) mengatakan bahwa media apabila dipahami secara garis besar adalah manusia, materi atau kejadian yang membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, ketrampilan maupun sikap. Menurut Gagne (1970) yang dikutip oleh Arief S.Sadiman *et al.* (2011: 6) mengatakan bahwa media adalah berbagai jenis komponen dalam lingkungan siswa yang dapat merangsang untuk belajar.

Menurut Briggs (1970) yang dikutip oleh Arief S.Sadiman *et al.* (2011:6) berpendapat bahwa media adalah segala alat fisik yang dapat menyajikan pesan serta merangsang siswa untuk belajar. Tetapi banyak batasan yang diberikan atau dikemukakan oleh para ahli tentang media. Salah satunya dari Asosiasi Teknologi dan komunikasi pendidikan (*Association of Education and Comunication Teknology/AECT*) di Amerika, membatasi media sebagai segala bentuk dan saluran yang digunakan orang untuk menyalurkan pesan atau informasi.

Berdasarkan beberapa pendapat yang telah dibahas diatas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa media pembelajaran adalah suatu bentuk sarana atau produk yang digunakan untuk membantu menyampaikan pesan, merangsang pikiran, perasaaan, perhatian, dan minat siswa sehingga terjadi proses belajar yang berkualitas dan mencapai kompetensi yang diharapkan. Secara umum banyak manfaat media pembelajaran seperti yang didefinisikan oleh Arief S.Sadiman *et al.* (2011: 17) sebagai berikut:

- a. Memperjelas penyajian pesan agar tidak terlalu bersifat verbalistis (dalam bentuk kata-kata tertulis atau lisan belaka)
- b. Mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan daya indera, seperti misalnya:
 - 1) Objek yang terlalu besar--bisa digantikan dengan realita, gambar, film bingkai, film, atau model;
 - 2) Objek yang kecil dibantu dengan proyektor mikro, film bingkai, film, atau gambar;
 - 3) Gerak yang terlalu lambat atau terlalu cepat, dapat dibantu dengan *timelapse* atau *high-speed photography*;
 - 4) Kejadian atau peristiwa yang terjadi di masa lalu bisa ditampilkan lagi lewat rekaman film, video, 3film bingkai, foto maupun secara verbal;
 - 5) Objek yang terlalu kompleks (misalnya mesin-mesin) dapat disajikan dengan model, diagram, dan lain-lain, dan
 - 6) Konsep yang terlalu luas (gunung berapi, gempa bumi, iklim, dan lain-lain) dapat divisualkan dalam bentuk film, film bingkai, gambar, dan lain-lain.
- c. Penggunaan media pembelajaran secara tepat dan bervariasi dapat mengatasi sikap pasif peserta didik. Dalam hal ini media pendidikan berguna untuk:
 - 1) Menimbulkan kegairahan belajar;
 - 2) Memungkinkan interaksi yang lebih langsung antara anak didik dengan lingkungan dan kenyataan;

- 3) Memungkinkan anak didik belajar sendiri-sendiri menurut kemampuan dan minatnya.
- d. Dengan sifat yang unik pada tiap siswa ditambah lagi dengan lingkungan dan pengalaman yang berbeda, sedangkan kurikulum dan materi ditentukan sama setiap siswa maka guru banyak mengalami kesulitan bilamana semuanya itu harus diatasi sendiri. Hal ini akan lebih sulit bila latar belakang lingkungan guru dengan siswa juga berbeda. Masalah ini dapat diatasi dengan media pembelajaran, yaitu dengan kemampuannya dalam:
- 1) Memberikan perangsangan yang sama;
 - 2) Mempersamakan pengalaman;
 - 3) Menimbulkan persepsi yang sama.

Kehadiran media pembelajaran diperlukan dalam proses belajar mengajar di SMK. Media pembelajaran akan membuat proses pembelajaran menjadi sebuah proses seperti yang tertulis pada Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 Pasal 19 tentang Standar Nasional Pendidikan yang menyatakan bahwa:

Proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, menyenangkan, menantang, memotivasi Peserta Didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik.

Peraturan tersebut jelas menyebutkan sebuah proses pembelajaran yang diselenggarakan harus memuat aspek interaktif, menyenangkan, menantang, memotivasi dan memberikan ruang yang cukup bagi peserta didik untuk mengembangkan kreativitas dan

kemandirian sesuai dengan bakat dan minat. Secara garis besar peraturan ini dapat direalisasikan dalam kegiatan belajar mengajar di SMK. Dengan sebuah media pembelajaran yang dapat membantu guru dalam menjelaskan materi pelajaran dan tentunya mengurangi kegagalan penyampaian materi.

4. *Trainer kit* Fleksibel

Trainer kit adalah alat peraga dengan model dan ukuran yang disesuaikan dengan fungsi dan kegunaannya. *Trainer kit* memiliki berbagai macam model, bentuk, dan besarnya. Semua bentuk fisik yang dimiliki masing-masing alat peraga umumnya memiliki fungsi yang berbeda. *Trainer kit* merupakan alat yang digunakan untuk mendukung kegiatan pelatihan, pengenalan materi dan pendidikan.

Trainer kit lahir dari sebuah perkembangan teknologi yang membuat teori tidak cukup untuk menjelaskannya. *Trainer kit* dibutuhkan untuk memenuhi dan membantu mempermudah penjelasan materi, pelatihan, dan pengujian terhadap aspek-aspek yang meliputinya.

Trainer kit atau alat peraga dalam duni pendidikan sendiri memiliki pengertian yang cukup luas seperti yang ditulis Sudjana (2009) yang dikutip oleh Fairuz (2011), alat peraga adalah suatu alat yang dapat diserap oleh mata dan telinga dengan tujuan membantu guru agar proses belajar mengajar siswa lebih efektif dan efisien. Menurut Faizal (2010) yang dikutip Fairuz (2011), mendefinisikan Alat Peraga Pendidikan sebagai instrument audio maupun visual yang digunakan untuk

membantu proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan membangkitkan minat siswa dalam mendalami suatu materi.

Kesimpulan yang dapat diambil dari dua pendapat tersebut, bahwa *trainer kit* adalah alat yang digunakan untuk membantu proses belajar mengajar agar menjadi lebih efektif, efisien, menarik, dan membangkitkan minat siswa dalam mendalami materi. Dari pernyataan tersebut dapat pula diartikan bahwa *trainer kit* adalah media pembelajaran berupa alat yang dapat dilihat maupun didengar.

Flexsible atau dalam bahasa Indonesia fleksibel mempunyai arti luwes atau lentur. Kata fleksibel diambil peneliti dari sebuah produk alat peraga/ *trainer kit* FMS (*Flexsible Manufacturing System*). Sistem manufaktur fleksibel atau FMS (*Flexible Manufacturing System*) adalah sistem manufaktur yang dapat bereaksi secara fleksibel terhadap perubahan-perubahan (wikipedia, 2013). Dua macam perubahan sistem itu dapat berupa perubahan tipe produk yang akan dihasilkan (*machine flexibility*), maupun perubahan urutan proses dalam pembuatan produk tersebut (*routing flexibility*).

Perubahan pertama adalah tipe produk yang dihasilkan, sebuah alat menghasilkan produk yang mempunyai ketinggian 1 cm tetapi alat tersebut kita rubah dan akhirnya menghasilkan produk yang mempunyai ketinggian 2 cm. Perubahan kedua adalah perubahan urutan proses, sebuah conveyor bergerak maju kemudian menjatuhkan produk ke conveyor lain tetapi alat tersebut kita rubah dan menghasilkan

pergerakan conveyor yang berbeda. Sebelumnya bergerak maju sekarang menjadi mundur.

Penggabungan *Trainer kit* dengan sebuah kata Fleksibel yang menggambarkan keluwesan, maka jadilah *Trainer kit* fleksible atau sebuah media pembelajaran yang dapat berubah-ubah proses maupun produk yang dihasilkan. *Trainer kit* Fleksibel dirasa cukup menggambarkan keinginan peneliti yang mengacu pada media pembelajaran konstruktivisme seperti media pembelajaran lego. Media pembelajaran lego adalah salah satu model permainan konstruktif yang terbukti berhasil meningkatkan motivasi belajar, kreatifitas, dan motorik halus pada anak usia dini.

Teori konstruktivisme merupakan salah satu aliran yang berasal dari teori belajar kognitif (Pribadi, 2009: 158). Konstruktivisme memiliki keterkaitan yang erat dengan metode pembelajaran penemuan dan konsep belajar bermakna. Dalam proses belajar yang berlandaskan pada teori konstruktivisme dilakukan dengan memfasilitasi siswa agar memperoleh pengalaman belajar yang dapat digunakan untuk membangun makna terhadap pengetahuan yang sedang dipelajari (Pribadi, 2009: 159).

Berdasarkan teori konstruktivisme, peneliti ingin mengembangkan media pembelajaran yang memotivasi peserta didik, membangun ketrampilan, dan pemikiran peserta didik sesuai dengan kompetensi dasar yang dipelajari.

5. Mikrokontroller

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroller ini fungsi utamanya adalah dapat digunakan untuk mengendalikan suatu alat.

Mikrokontroler merupakan komputer dalam bentuk chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini.

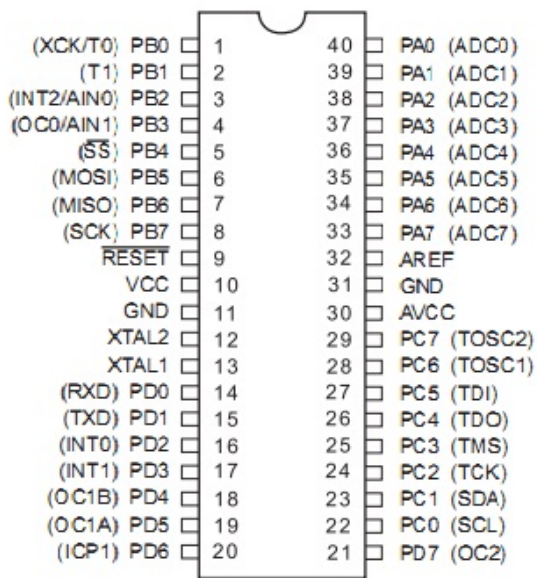
Trainer kit Fleksibel menggunakan ATmega16 sebagai mikrokontroler. ATmega16 digunakan termasuk dalam keluarga jenis AVR (*Alf and Vegrand's Rics processor*) buatan Atmel. Seperti yang dijelaskan Heri Adrianto (2008: 2) mikrokontroller AVR memiliki keunggulan dibandingkan mikrokontroller lain dalam hal pengeksekusian program. Kecepatan pengeksekusian program pada mikrokontroller AVR terjadi pada 1 siklus clock, pengeksekusian ini lebih cepat 12 kali dibandingkan mikrokontroller MCS51.

Fitur AVR ATmega16 yang ditulis Heri Andrianto sudah menjelaskan bahwa kemampuan AVR ATmega16 sudah cukup untuk

mendukung *Trainer kit* Fleksibel. Fitur AVR ATmega16 seperti yang dituliskan Heri Adrianto (2008: 3) sebagai berikut:

- a. Mikrokontroler AVR 8 bits memiliki daya rendah dengan kemampuan tinggi
- b. Arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz.
- c. Memiliki kapasitas flash memori 16 KByte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1 Kbyte
- d. PIN Input/Output sebanyak 32 buah
- e. CPU yang terdiri dari 32 *register*
- f. Unit interupsi internal dan eksternal
- g. Port USART untuk komunikasi serial dan pemrograman
- h. Fitur Peripheral
 - 1) 2 buah Timer/Counter 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan mode compare, 1 buah Timer/Counter 16 bit dengan *Prescale* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*
 - 2) *Real Time Counter* dengan *Oscillator* sendiri
 - 3) 4 pin PWM, 8 pin ADC
 - 4) *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
 - 5) Antarmuka SPI
 - 6) *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*
 - 7) *On-chip Analog Comparator*.

Mengutip dari *datasheet* AVR ATmega16 (2010:2) dijelaskan konfigurasi PinOut ATmega16 sebagai berikut:



Gambar 3. Konfigurasi PinOut ATmega16

Keterangan:

- a. Power, VCC, GND (*ground*)
- b. PORTA (PORTA0-7), merupakan pin IO dua arah dan berfungsi khusus sebagai pin masukan ADC (*Analog to Digital Converter*)
- c. PORTB (PORTB0-7), merupakan pin IO dua arah dan berfungsi khusus sebagai pin *Timer/Counter*, komparator analog dan SPI.
- d. PORTC (PORTC0-7) merupakan pin IO dua arah dan berfungsi khusus
- e. PORTD (PORTD0-7) merupakan pin IO dua arah dan berfungsi khusus
- f. RESET adalah pin untuk mereset mikrokontroler
- g. XTAL1 dan XTAL2 pin untuk *external clock*
- h. AVCC adalah pin masukan untuk tegangan ADC
- i. AREF adalah pin masukan untuk tegangan referensi *external* ADC.

B. Kajian penelitian yang relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh Aditya Prabhandita (2012) yang berjudul Pengembangan Dan Implementasi Media Pembelajaran Trainer Kit Sensor Ultrasonik Pada Mata Diklat Praktik Sensor Dan Transduser di SMK N 2 Depok Sleman. Penelitian ini merupakan penelitian R&D. 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.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Rizki Edi Juwanto (2014) yang berjudul Media Pembelajaran Mikrokontroler AVR untuk Siswa Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta. Penelitian ini merupakan penelitian R&D. Pengembangan yang dilakukan mendapatkan penilaian layak dan sangat layak digunakan oleh ahli dan pengguna.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Bait Syaiful Rijal (2014) yang berjudul Pengembangan Modul Elektronik Perakitan dan Instalasi Komputer sebagai Sumber Belajar untuk Kelas X SMK Piri 1 Yogyakarta. Penelitian ini merupakan penelitian R&D yang menggunakan model ADDIE. Pengembangan yang dilakukan mendapatkan penilaian layak sehingga modul elektronik dapat digunakan sebagai sumber belajar.

C. Kerangka berfikir

Beberapa peneliti sudah ada yang mengembangkan media pembelajaran mikrokontroler. Media pembelajaran yang dikembangkan juga sudah berupa *Trainer kit* pengaplikasian langsung seperti pada industri, namun sejauh pengamatan peneliti belum ada yang mengembangkan kearah media pembelajaran *Trainer kit* yang fleksibel. Dengan media pembelajaran *Trainer kit* yang fleksibel, peserta didik akan lebih termotivasi untuk belajar.

Hasil pengamatan peneliti yang disebutkan dalam latar belakang menunjukan kurangnya minat peserta didik dalam menggunakan media pembelajaran *Trainer kit* yang tetap. Menurunnya minat peserta didik ini dikarenakan media pembelajaran kurang memberikan keleluasaan berpikir dan mengembangkan kreatifitasnya. Media pembelajaran cenderung menetapkan sebuah pola khusus dalam penggunaannya dan hal itu tidak dapat diubah-ubah oleh pengguna.

Kurangnya minat peserta didik pada media *Trainer kit* tetap tersebut membuat guru pengampu mata pelajaran teknik mikrokontroler dan robotik memilih menggunakan media simulasi proteus. Media tersebut mampu menampung kreatifitas peserta didik dan meningkatkan motivasi belajar, namun penggunaan simulasi mikrokontroler tidak menuntut kehati-hatian dalam hal perancangan dan penggunaan.

Melihat akan hal itu peneliti mencoba mengembangkan media pembelajaran *Trainer kit* yang dapat menampung keleluasan berpikir dan kreatifitas peserta didik dengan membuat *Trainer kit* Fleksible. *Trainer kit*

Fleksible mengaplikasi sistem pabrik menggunakan sensor, aktuator, dan sistem *interface*. Media ini sama halnya menggunakan simulasi mikrokontroller yang terdapat pada proteus yaitu peserta didik dapat menambah ataupun mengurangi komponen sensor, aktuator maupun memilih penggunaan sistem *interface* dengan memberikan pengalaman langsung agar berhati-hati dalam hal merangkai dan memprogram. Pembuatan media pembelajaran mikrokontroler diharapkan dapat membantu proses pembelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik kompetensi dasar Operasi Putar dan Geser dan Program Deretan LED.

D. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana cara mengembangkan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel yang sebelumnya berupa sistem minimum AT89S51 dan media simulasi?
2. Bagaimana unjuk kerja *Trainer kit* Fleksibel pada saat menggunakan program dasar mikrokontroller?
3. Sejauh mana tingkat kefleksibelan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian dan pengembangan media *Trainer kit* Fleksibel ini termasuk dalam metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dalam bidang pendidikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu produk yang akan meningkatkan keefektifan belajar mengajar dan layak digunakan dalam dunia pendidikan. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE menurut Robert Maribe Branch.

Pengembangan yang akan dilakukan adalah pengembangan media pembelajaran mikrokontroler yang sebelumnya belum ada pada pembelajaran Teknik Mikrokontroler dan robotik pada SMK N 3 Yogyakarta. Pengembangan berupa *Trainer kit* Fleksibel yang dilengkapi *jobsheet* untuk menunjang proses belajar mengajar.

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur penelitian pengembangan secara garis besar mengadopsi langkah-langkah ADDIE yang digambarkan oleh Branch. Langkah-langkah yang dituliskan dalam buku *Instructional Design: The ADDIE Approach* adalah untuk memperkenalkan pendekatan ADDIE sebagai landasan proses dalam membuat sumber-sumber belajar secara efektif (Branch, 2009: 3). Dari langkah-langkah tersebut peneliti menyusun tabel penelitian pengembangan *Trainer kit* Fleksibel seperti pada tabel berikut:

Tabel 3. Langkah Penelitian dan Pengembangan *Trainer kit* Fleksibel

Konsep	Prosedur
1. Analisis Melakukan analisis kerja dan analisis kebutuhan pada mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik	a. Menganalisis kesenjangan kinerja dalam proses pembelajaran. b. Menganalisis kompetensi dasar mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik. c. Menganalisis kemampuan, motivasi dan sikap peserta didik. d. Menganalisis sumber-sumber yang ada seperti fasilitas penunjang pembelajaran. e. Menentukan strategi pembelajaran yang tepat untuk mengatasi masalah yang ada. f. Menyusun rencana proses penelitian.
2. Desain Memverifikasi kinerja yang akan dicapai dan pemilihan metode tes yang sesuai.	a. Menyusun tugas-tugas dalam <i>jobsheet</i> yang dapat membuat peserta didik mencapai tujuan pembelajaran. b. Menyusun tujuan pembelajaran dalam <i>jobsheet</i> . c. Menyusun strategi tes dalam <i>jobsheet</i> . d. Menghitung investasi atau biaya yang dikeluarkan.
3. Pengembangan Menghasilkan dan memvalidasi sumber belajar	a. Membuat konsep pembelajaran (RPP) b. Membuat media <i>Trainer kit</i> Fleksibel untuk mendukung pembelajaran. c. Membuat buku petunjuk media <i>Trainer kit</i> Fleksibel untuk peserta didik. d. Membuat buku petunjuk media <i>Trainer kit</i> Fleksibel untuk guru. e. Melakukan revisi formatif.
4. Implementasi Menyiapkan dan mengimplementasikan solusi yang telah dibuat.	a. Menyiapkan guru. b. Menyiapkan peserta didik. c. Menerapkan dalam proses pembelajaran Kompetensi Dasar Operasi Putar dan Geser, dan Program Deretan LED.
5. Evaluasi Melakukan perbaikan terakhir sesuai saran dan pengolahan data yang didapat.	a. Menentukan Kriteria evaluasi. b. Memilih alat untuk evaluasi. c. Melakukan evaluasi.

Langkah-langkah tersebut dilakukan peneliti selama periode penelitian. Penjelasan langkah-langkah penelitian model ADDIE seperti berikut:

1. *Analyze* (Analisis)

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data dengan melakukan observasi nonsimetris pada mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik kelas X SMK Negeri 3 Yogyakarta. Peneliti melakukan 6 langkah untuk mencari permasalahan yang ada dan mencari solusi yang tepat untuk menghadapinya.

a. Menganalisis kesenjangan kinerja dalam proses pembelajaran

Melakukan observasi nonsimetris pada proses pembelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik untuk menentukan apakah terdapat kesenjangan kinerja. kesenjangan kinerja meliputi permasalahan yang berdampak pada tidak tercapainya tujuan pembelajaran. Dengan mengukur kinerja yang ada kemudian menetapkan kinerja yang ingin dicapai maka selanjutnya dapat mengidentifikasi penyebab/permasalahan yang menyebabkan tidak tercapainya tujuan pembelajaran.

b. Menganalisis kompetensi dasar mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik

Dalam proses ini peneliti melakukan analisis kompetensi dasar Operasi putar dan Geser dan Program Deretan LED dengan menggunakan taksonomi Bloom. Menganalisis ranah kognitif, afektif

dan psikomotor pada kompetensi dasar Operasi putar dan Geser dan Program Deretan LED.

c. Menganalisis kemampuan, motivasi dan sikap peserta didik

Melihat kemampuan, motivasi dan sikap peserta didik dalam mengikuti kegiatan pembelajaran. Peneliti menganalisis saat melakukan observasi didalam kegiatan pembelajaran dan wawancara dengan guru pengampu.

d. Menganalisis sumber-sumber yang ada seperti fasilitas penunjang pembelajaran

Menganalisis fasilitas penunjang pembelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik. Seperti ruang kelas, perkiraan waktu pembelajaran, dan fasilitas penunjang lainnya.

e. Menentukan strategi pembelajaran yang tepat untuk mengatasi masalah yang ada

Mempertimbangkan pilihan-pilihan yang tepat untuk mengatasi permasalahan. Pertimbangan waktu, biaya setiap langkah ADDIE dan biaya keseluruhan.

f. Menyusun rencana proses penelitian

Penyusunan rencana berupa jadwal pelaksanaan penelitian pengembang. Perkiraan waktu dimulai penelitian sampai penyusunan laporan.

2. *Design* (Perencanaan)

Proses *Design* merupakan lanjutan dari proses *Analyze*. Pada tahap ini peneliti membuat rencana yang akan dilakukan setelah mendapatkan data observasi. Proses desain berfokus pada tujuan instruksional yang akan dicapai dan pemilihan metode tes. Pada tahap ini terdapat 4 langkah yang dilakukan peneliti seperti berikut:

- a. Menyusun tugas-tugas dalam *jobsheet* yang dapat membuat peserta didik mencapai tujuan pembelajaran

Penyusunan tugas disini adalah perancangan *jobhseet* untuk menunjang proses pembelajaran. Di dalamnya terdapat tugas-tugas yang secara runtut menuntun peserta didik untuk mencapai tujuan instruksional.

- b. Menyusun tujuan pembelajaran dalam *jobsheet*

Menyusun tujuan pembelajaran pada setiap *jobsheet*, yaitu apa yang harus dicapai oleh peserta didik pada setiap *jobsheet*. Tujuan ini akan menentukan tes yang ada pada *jobsheet*.

- c. Menyusun strategi tes dalam *jobsheet*

Tes disusun sesuai tujuan pembelajaran yang harus dicapai atau dikuasai peserta didik. Tes harus dapat mengukur tingkat pencapaian peserta didik terhadap tujuan pembelajaran.

- d. Menghitung investasi atau biaya yang dikeluarkan.

Perhitungan investasi dan biaya yang dikeluarkan dalam proses penelitian.

3. *Develop* (Pengembangan)

Develop merupakan proses membuat atau mengembangkan sumber belajar dan memvalidasinya. Pada tahap inilah yang merupakan tahap secara nyata dalam mengerjakan sumber belajar. Pada tahap ini peneliti melakukan 5 langkah penelitian sebagai berikut:

a. Membuat konsep pembelajaran (RPP)

Menyusun konsep pembelajaran, berupa pembukaan, inti dan penutup. Konsep pembelajaran dibuat agar guru pengampu mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik dapat memahami cara penyampaian materi menggunakan media *Trainer kit* Fleksibel.

b. Membuat media *Trainer kit* Fleksibel untuk mendukung strategi pembelajaran

Langkah ini adalah pengembangan media *Trainer kit* Fleksibel untuk menunjang proses pembelajaran yang telah disusun. Proses ini dimulai dari tahap (1) analisis kebutuhan, (2) perancangan media, (3) pembuatan media dan kemudian proses (4) pengujian media *Trainer kit* Fleksibel. Tahap analisis kebutuhan berupa pembuatan daftar barang, alat maupun jasa dalam pengembangan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel. Tahap perancangan dimulai dari pembuatan *schematic* elektronik *Trainer kit* Fleksibel menggunakan software Eagle dan desain *hardware* menggunakan software Corel Draw. Tahap pembuatan adalah tahap dimana merealisasikan media yang sudah dirancang. Dan tahap pengujian dilakukan untuk menguji media yang sudah dibuat sesuai dengan hasil rancangan atau tidak.

- c. Membuat buku petunjuk media *Trainer kit* Fleksibel untuk peserta didik

Buku petunjuk harus memuat cara penggunaan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel. Buku ini akan memandu peserta didik untuk melakukan praktik yang benar menggunakan media *Trainer kit* Fleksibel.

- d. Membuat buku petunjuk media *Trainer kit* Fleksibel untuk guru

Buku petunjuk untuk guru lebih mengarah pada pembuatan materi ajar untuk mendukung media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel. Buku ini juga menjelaskan secara terperinci bagaimana menggunakan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel.

- e. Melakukan revisi formatif

Revisi formatif adalah revisi awal untuk mengumpulkan informasi dan data-data sebelum proses implementasi. Revisi ini adalah uji coba awal untuk menemukan kesalahan pada sumber belajar yang dikembangkan. Pada langkah ini sumber belajar yang sudah jadi diuji oleh ahli materi dan ahli media. Kemudian hasil ujicoba akan diolah untuk merevisi sumber belajar sebelum proses ujicoba selanjutnya. Hasil revisi kemudian di ujicoba lagi pada grup kecil atau disebut *Small Grup Trial*. Tahap pengujian dilakukan dengan 8-20 peserta didik. Hasil pengujian digunakan untuk merevisi sumber belajar dan layak untuk digunakan pada tahap implementasi.

Sebelum proses pengambilan data pada tahap implementasi, angket pengguna harus mengalami uji reliabilitas terlebih dahulu.

Pengujian dilakukan agar data yang diperoleh pada tahap implementasi adalah data yang diinginkan. Data hasil ujicoba terbatas diolah menggunakan rumus *alpha* untuk mendapatkan data uji reliabilitas.

4. *Implement* (implementasi)

Setelah *Trainer kit* Fleksibel selesai dibuat dan dinyatakan layak oleh ahli materi dan ahli media maka dilakukan tahap penerapan dalam proses belajar. Implementasi dilakukan pada siswa SMK N 3 Yogyakarta Program keahlian Audio Video kelas X. Implementasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan *Trainer kit* Fleksibel pada proses pembelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik. Pada tahap ini ada dua langkah yang dilakukan sebelum langkah penerapan, yaitu menyiapkan guru pengampu dan menyiapkan peserta didik. Menyiapkan guru pengampu meliputi pemberian materi, pemahaman tentang media dan penggunaan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel. Menyiapkan peserta didik meliputi pemberian info untuk membawa perlengkapan untuk mendukung proses penerapan. Persiapan ini akan berpengaruh besar pada proses penerapan agar tidak terjadi kendala diluar penelitian.

5. *Evaluate* (Evaluasi)

Dalam tahap evaluasi peneliti harus melakukan 3 langkah yaitu menentukan Kriteria evaluasi, memilih alat untuk evaluasi dan melakukan evaluasi. Kriteria evaluasi yang dipilih peneliti adalah evaluasi persepsi. Evaluasi persepsi adalah evaluasi untuk mengetahui apa yang

dipikirkan peserta didik tentang media *Trainer kit* Fleksibel sebagai sumber belajar yang baru.

Langkah kedua adalah menentukan alat evaluasi. Alat yang dipilih peneliti adalah angket dengan skala Likert empat pilihan. Dan langkah ketiga adalah melakukan evaluasi. Proses ini dilakukan dengan memberikan angket terhadap peserta didik setelah menggunakan *Trainer kit* Fleksibel selama 2kali pertemuan. Hasil dari angket akan digunakan untuk perbaikan terakhir *Trainer kit* Fleksibel.

Setelah melakukan perbaikan pada tahap evaluasi, maka media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel untuk siswa SMK Program keahlian Audio Video telah teruji validitasnya dan dapat dikatakan layak sebagai media pembelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik.

C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di SMK Negeri 3 Yogyakarta di Jalan RW. Monginsidi no 2 Yogyakarta. Penelitian dilakukan pada bulan September sampai dengan bulan Desember 2014.

D. Subyek dan Obyek Penelitian

Subyek : Peserta didik kelas X SMK Negeri 3 Yogyakarta Jurusan Teknik Audio Video yang mengambil mata pelajaran Mikrokontroller dan Robotika

Obyek : Media Pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data digunakan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian yang kemudian di analisis. Teknik pengumpulan data yang dipakai untuk menjawab permasalahan dalam penelitian adalah metode observasi dan Kuesioner (Angket).

1. Metode Observasi

Observasi dilakukan untuk mengetahui karakteristik, situasi, dan kondisi tempat penelitian. Metode observasi yang digunakan adalah metode observasi nonsistematis. Metode pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mengamati kegiatan pembelajaran, media yang digunakan dan pencapaian kompetensi. Data observasi sebelum dilakukan penelitian digunakan dalam pembuatan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dijabarkan dalam BAB I dan pada prosedur penelitian pada BAB III. Data observasi setelah penelitian akan dijabarkan dalam BAB IV.

2. Kuesioner (Angket)

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan/ Pernyataan tertulis kepada responden untuk menilai produk yang telah dikembangkan. Responden yang dilibatkan adalah ahli media pembelajaran, ahli materi, guru pengampu dan peserta didik. Penyusunan kuesioner menggunakan skala Likert dengan empat pilihan untuk mengungkap perbedaan sikap responden secara lebih maksimal. Skala Likert empat pilihan akan memicu responden lebih tegas karena tidak memberikan pilihan netral/ragu-ragu.

F. Instrumen Penelitian

Menurut Sugiyono (2012: 147) instrumen penelitian adalah alat yang dapat digunakan dalam pengukuran terhadap fenomena sosial maupun alam. Pada prinsipnya melakukan penelitian adalah melakukan pengukuran karena itu harus ada instrument penelitian yang baik. Instrumen penelitian yang akan digunakan adalah Kuisisioner (angket). Kuisisioner yang digunakan dalam penelitian adalah kuisisioner tertutup, yaitu Kuisisioner yang telah dilengkapi dengan alternatif jawaban dan responden tinggal memilih satu diantara jawaban yang disediakan. Jawaban akan di nilai berdasarkan gradasi yang dibuat dalam Skala Likert empat pilihan. Eko Putro Widoyoko (2014: 106) menyebutkan bahwa skala Likert empat pilihan mempunyai variabilitas respon lebih lengkap atau lebih baik dari pada skala Likert tiga pilihan, sehingga mampu mengungkap perbedaan sikap responden secara lebih maksimal. Penskoran pilihan jawaban yang terdiri dari sangat setuju, setuju, tidak setuju dan sangat tidak setuju.

Tabel 4. Skor Pernyataan

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

Instrumen kuesioner diberikan kepada ahli materi, ahli media pembelajaran, dan pengguna (*User*) untuk menentukan tingkat kelayakan media *Trainer kit* Fleksibel.

1. Instrumen untuk Ahli Materi

Instrument untuk ahli materi digunakan untuk meneliti kualitas materi dan kemanfaatan jobsheet dan *Trainer kit* Fleksibel sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik. Berikut tabel 5 tentang kisi-kisi instrumen untuk ahli materi yang di lihat dalam 2 aspek.

Tabel 5. Kisi-kisi untuk Ahli Materi

No	Aspek	Indikator	Butir Pernyataan	Jumlah
1.	Kualitas Materi	Materi yang terkandung dalam <i>Trainer kit</i> Fleksibel	1,3,10,11,12	5
		Materi dalam jobsheet	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

2. Instrumen untuk Ahli Media

Seperti pada instrumen untuk ahli materi, instrumen juga ditunjukan pada ahli media untuk mengetahui tingkat kelayakan media dilihat dari beberapa aspek. Berikut tabel 6 tentang kisi-kisi instrumen untuk ahli media yang dilihat dalam 3 aspek.

Tabel 6. 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 kit</i> Fleksibel	7,8,9	3
		Fungsi aplikatif	10,11,12	3
2.	Pengoperasian	Pengoperasian perangkat keras	13,14,15,16,17,18,19,20,21,22	10
3.	Kemanfaatan media	Bagi Peserta didik	23,24,25,26,27,28	6
		Bagi guru	29, 30, 31, 32	4
Total	Butir			32

3. Instrumen untuk Pengguna (*User*)

Pengguna dari media pembelajaran ini adalah siswa SMK dan Guru Pengampu mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik. Instrumen untuk pengguna dilakukan untuk meneliti tingkat kelayakan media di lapangan dari segi materi dan media. Instrumen untuk pengguna ditinjau dari 3 aspek dapat ditunjukkan pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Kisi-kisi untuk Pengguna (*user*)

No	Aspek	Indikator	Butir Pernyataan	Jumlah
1	Kualitas Materi	Materi dalam jobsheet	1,2,3,4,5,6,7,8,9	9
2	Pengoperasian media	Pengoperasian perangkat keras	10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,	10
3	Pembelajaran	Bagi Peserta didik	20,21,22,23,24,25,26,27	8
Total Butir				27

Data yang diperoleh dari instrumen akan dibuat dalam bentuk Skala Likert dengan gradasi sangat positif sampai sangat negatif. Sebelum instrument digunakan untuk menilai tingkat kelayakan suatu media terdapat dua persyaratan yang harus dipenuhi, yakni validitas dan reliabilitas. Berikut merupakan syarat yang harus dilakukan untuk menguji kelayakan suatu instrument penelitian:

1. Uji Validitas Instrumen

Pengujian dilakukan untuk menilai instrument valid atau tidak valid. Valid berarti instrument tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur (Sugiyono, 2013: 348). Jika instrument penelitian digunakan untuk mengukur kandungan materi maka isi butir-butir

pernyataan dalam instrument penelitian harus mengarah pada kandungan materi.

Uji validitas yang digunakan dalam penelitian adalah metode pengujian validitas konstruk (*construct validity*). Menurut Sugiyono (2013: 352) untuk menguji validitas konstruk dapat dilakukan dengan mengadakan konsultasi kepada para ahli (*Judgement Experts*). Validasi Instrumen terus dilakukan sampai terjadi kesepakatan dengan para ahli. Instrumen dikonstruksikan tentang aspek-aspek yang akan diukur agar tidak menyimpang jauh dari apa yang akan diukur.

Pada penelitian ini para ahli dalam bidang pendidikan, yaitu Dosen Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik UNY dan guru pengampu mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik di Program Keahlian Teknik Audio Video SMK N 3 Yogyakarta.

2. Uji Reliabilitas Instrumen

Uji Reliabilitas diperlukan untuk mengetahui tingkat keandalan instrument untuk mengumpulkan data. Instrumen yang reliabel merupakan instrumen yang bila digunakan untuk mengukur suatu obyek yang sama berkali-kali maka akan tetap menghasilkan data yang sama (Sugiyono, 2013: 348).

Terdapat banyak cara untuk menguji reliabilitas instrumen, namun dalam penelitian ini, uji reliabilitas instrumen dilakukan menggunakan rumus H.J.X. Fernandes dan *alpha*. Rumus H.J.X. Fernandes yang telah dimodifikasi Suharsimi Arikunto (2006: 201) sebagai berikut ini.

$$KK = \frac{25}{N1+N2}$$

Keterangan :

- KK = koefisien kesepakatan
 S = sepakat, jumlah kode yang sama untuk objek yang sama
 N1 = jumlah kode yang dibuat oleh pengamat 1
 N2 = jumlah kode yang dibuat oleh pengamat 2

Rumus H.J.X. Fernandes digunakan untuk menguji reliabilitas instrument pada ahli materi dan ahli media. Penggunaan rumus H.J.X. Fernandes dikarenakan hanya terdapat dua responden pada instrument ahli media dan materi. berbeda dengan pengujian pada instrument pengguna yang menggunakan rumus *alpha* karena responden lebih dari dua. Rumus pengujian reliabilitas dengan rumus *alpha* menurut Sugiyono (2013: 365) seperti berikut:

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

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:

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

Keterangan :

- JK_i = jumlah kuadrat seluruh item
 JK_s = jumlah kuadrat subjek

Setelah koefisien reliabilitas diketahui, maka selanjutnya diinterpretasikan dalam sebuah patokan. Untuk menginterpretasikan koefisien *alpha* menurut Triton Prawira Budi (2006: 248) digunakan kategori berikut:

Tabel 8. 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

Selain penggunaan rumus di atas perhitungan koefisien *alpha* juga dapat di hitung menggunakan bantuan *software* SPSS dengan cara *analyze-scale-Reability analyze*. Dengan bantuan perhitungan menggunakan *software* ini dapat mempercepat perhitungan dengan hasil yang mendekati sama jika dihitung menggunakan rumus.

G. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis deskriptif. Produk media hasil rancangan setelah diimplementasikan dalam bentuk produk jadi kemudian diuji tingkat kelayakan produk. Produk diuji menggunakan angket persepsi dengan skala Likert empat pilihan yaitu Sangat Setuju, Setuju, Tidak Setuju, Sangat Tidak Setuju. Setelah data-data diperoleh selanjutnya adalah mengubah data kualitatif menjadi kuantitatif dengan penilaian 4 gradasi yaitu 4,3,2,1. Setelah data diperoleh, maka selanjutnya adalah melihat bobot pada masing-masing tanggapan dan menghitung skor reratanya dengan rumus berikut:

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

Keterangan:

\bar{x} = Skor Rerata

n = Jumlah Penilai

$\sum X$ = skor total masing – masing

Jika nilai rerata telah didapat maka selanjutnya adalah penunjukan predikat kelayakan dari produk yang dibuat berdasarkan skala pengukuran *Rating Scale*. Skala penunjukan *Rating Scale* adalah pengubahan data kuantitatif menjadi kualitatif. Menurut Sugiono (2012: 141) dengan *Rating scale* data mentah yang diperoleh berupa angka kemudian ditafsirkan dalam pengertian kualitatif. Dalam penentuan tabel penunjukan predikat kelayakan diperlukan rumus berikut untuk menentukan jarak interval tiap kelas.

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

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

Data jarak interval kemudian disatukan dengan data jumlah kelas, data skor tertinggi dan data skor terendah. Penggabungan keempat data tersebut dapat menghasilkan tabel kelayakan. Berikut table 9 merupakan tabel kelayakan yang digunakan untuk penafsiran kelayakan produk:

Tabel 9. 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

Untuk merubah hasil Rerata skor jawaban agar menjadi persentase kelayakan maka diperlukan rumus berikut:

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

Media pembelajaran *Trainer Kit* Fleksibel pada mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik dinyatakan layak apabila rerata kelayakannya mencapai hasil akhir pada kriteria “Cukup Layak”.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Dari Proses Analisis

Dalam proses analisis peneliti menemukan beberapa permasalahan. Permasalahan yang telah ditemukan tersebut dijabarkan dalam latar belakang. Hasil yang didapatkan dalam proses analisis seperti berikut:

Tabel 10. Hasil Proses Analisis

No	Proses	Hasil
1	Menganalisis kesenjangan kinerja dalam proses pembelajaran.	<ul style="list-style-type: none">- Media yang digunakan masih berupa simulasi.- Media pembelajaran berupa <i>Trainer kit</i> belum tersedia
2	Menganalisis kompetensi dasar mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik.	<ul style="list-style-type: none">- Kompetensi Dasar Operasi Putar dan Geser, dan Program Deretan LED sudah sesuai.
3	Menganalisis kemampuan, motivasi dan sikap peserta didik.	<ul style="list-style-type: none">- Kurangnya sikap kehati-hatian, paham akan resiko dan minat belajar yang cukup rendah.
4	Menganalisis sumber-sumber yang ada seperti fasilitas penunjang pembelajaran.	<ul style="list-style-type: none">- Peserta didik yang sebagian besar sudah memakai laptop.- Alokasi pembelajaran yang cukup panjang yaitu 4jam tatap muka.
5	Menentukan strategi pembelajaran yang tepat untuk mengatasi masalah yang ada.	<ul style="list-style-type: none">- Pengembangan <i>Trainer kit</i> Fleksibel sebagai media pembelajaran.
6	Menyusun rencana proses penelitian.	<ul style="list-style-type: none">- Penelitian dilakukan dalam periode September sampai Desember 2014.

B. Hasil Dari Proses Desain

Proses desain didapatkan setelah berdiskusi dengan guru pengampu mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik. Hasil dalam proses ini digunakan untuk membuat tujuan pembelajaran dalam *jobsheet*, langkah-langkah kerja dalam menggunakan Trainer kit Fleksibel dan tugas yang dapat mengukur tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi ajar. *Jobsheet* dapat dilihat pada lampiran 2. Biaya pembuatan sepenuhnya ditanggung oleh peneliti. Biaya yang cukup besar tetapi manfaat media yang dihasilkan lebih besar.

C. Hasil Proses Pengembangan

1. Konsep Pembelajaran (RPP)

Konsep pembelajaran berupa pembukaan, inti dan penutup. Pembukaan berupa motivasi awal untuk membuka materi agar peserta didik tertarik untuk mengikuti pembelajaran. Inti berupa pemberian materi dan proses praktik peserta didik menggunakan media *Trainer kit* Fleksibel dan *jobsheet*. Penutup berupa pemberian gambaran tentang materi selanjutnya. Konsep pembelajaran (RPP) dapat dilihat pada lampiran 3.

2. Membuat media *Trainer kit* Fleksibel untuk mendukung pembelajaran.

a. Analisis Kebutuhan

Kebutuhan yang diperlukan untuk membuat media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel. Analisis kebutuhan *Trainer kit* Fleksibel sebagai berikut:

Tabel 11. Analisis Kebutuhan *Trainer kit* Fleksibel.

No	Kebutuhan	Keterangan
1	PC/Laptop	Untuk membuat rancangan/desain media pembelajaran.
2	Jasa Pembuatan PCB	Untuk pembuatan PCB yang berkualitas
3	Jasa <i>Laser Cutting</i>	Untuk membuat hardware <i>Trainer kit</i> Fleksibel
4	Spon Hati	
5	Lem	
6	Mur dan Baut	
7	Stiker kode	
8	Kawat baja	
9	Adaptor 12V 2A	Sebagai sumber <i>Trainer kit</i> Fleksibel
10	Kabel Jumper	Sebagai kabel penghubung dalam perakitan <i>Trainer kit</i> Fleksibel

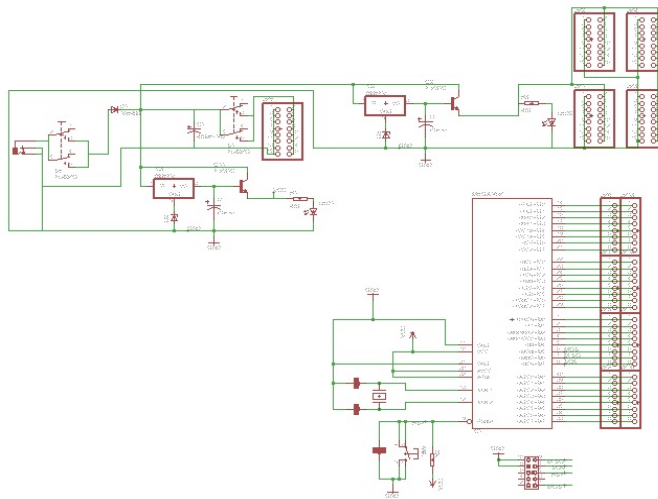
b. Perancangan Media

Proses perancangan dibagi menjadi 2 kategori yaitu perancangan *hardware* dan elektronik. Perancangan produk *hardware* menggunakan *software* corel draw x5 dan untuk desain elektronik menggunakan *software* eagle. Perancangan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel sebagai berikut:

1) Elektronik

a) Kontrol Utama (SISMIN)

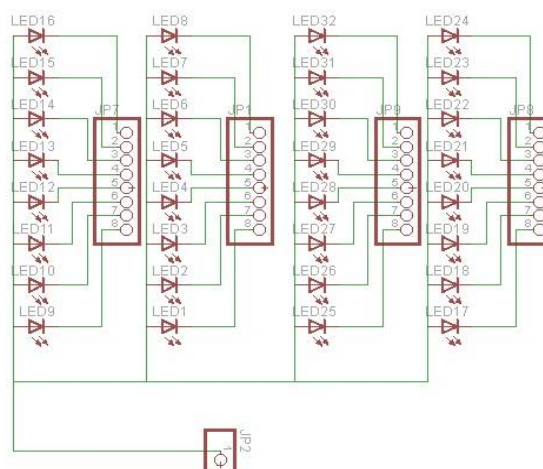
Kontrol utama berupa sistem minimum (SISMIN) ATmega16 dilengkapi catu daya 5v DC dan 12v DC. Tata letak PIN ATmega16 dan Sumber 5v dibuat sedekat mungkin untuk memudahkan dalam hal perakitan dengan rangkaian lain.



Gambar 4. *Schematic* Kontrol Utama (SISMIN)

b) Emulator LED

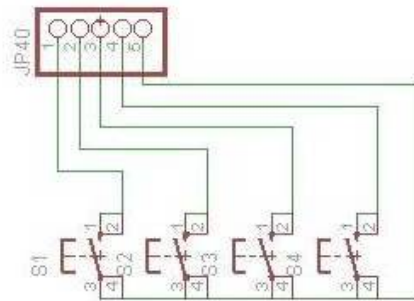
Led yang disusun dengan cara menggabungkan semua kaki komponen LED positif menjadi satu kemudian menghubungkan langsung ke sumber 5v atau disebut common anoda. Dengan kaki LED positif terhubung menjadi satu maka kontrol terdapat pada kaki negatif LED, sehingga LED akan menyala jika diberi logikan 0.



Gambar 5. *Schematic* Emulator LED

c) Emulator *PushButton*

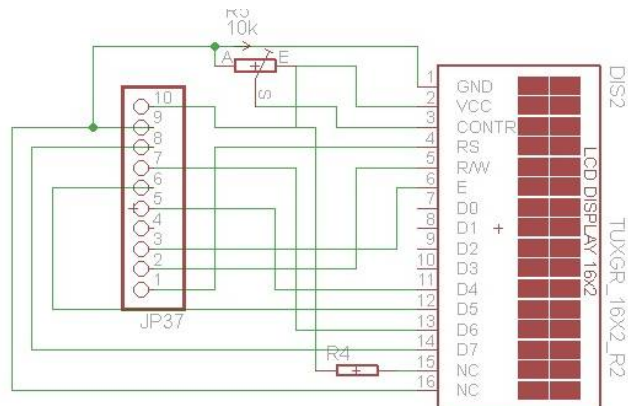
Emulator *pushbutton* adalah emulator yang berfungsi sebagai input. Pada emulator ini peserta didik diberikan keleluasaan untuk memilih apakah akan memberikan inputan berupa logika 0 atau 1 karena kaki yang dihubungkan menjadi satu dapat di hubungkan dengan VCC ataupun GND.



Gambar 6. *Schematic Emulator PushButton*

d) Interface LCD 16x2

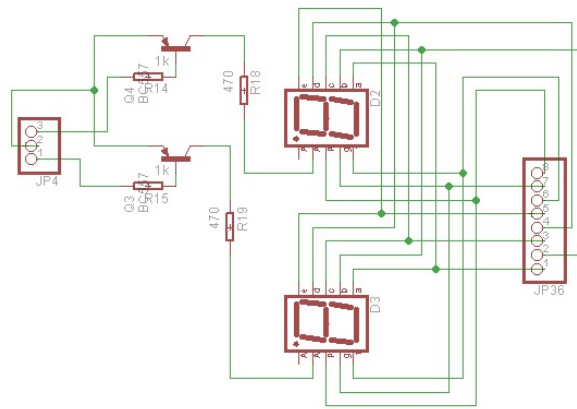
LCD berukuran 16x2 dengan kaki pin yang diletakan diluar dan diberikan keterangan nama pin untuk mempermudah dalam hal pemrograman.



Gambar 7. *Schematic Interface LCD 16x2*

e) Interface 7-Segment

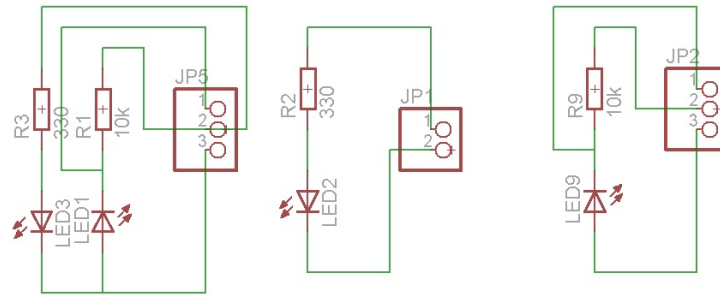
Trainer kit Fleksibel menggunakan 2 buah 7-segment yang dirangkai secara common katode. Penyalaan akan terjadi jika logika 1 diberikan pada kaki komponen 7-segment. Pada PIN kaki 7-segment diberikan keterangan nama kaki komponen memberikan gambaran secara jelas cara kerja 7-segment.



Gambar 8. *Schematic Interface 7-segment*

f) Sensor Photodiode

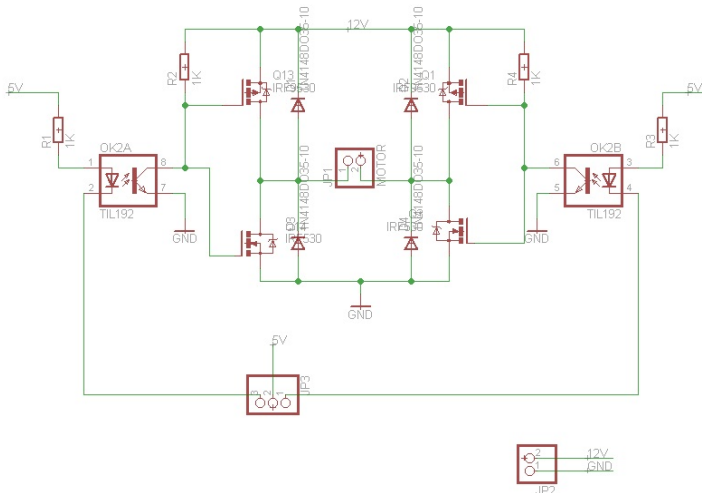
Photodiode dirangkai dengan sistem pembagi tegangan. Sehingga saat cahaya mengenai photodiode maka tegangan yang masuk pada input mikrokontroller akan semakin kecil nilainya, dan sebaliknya jika cahaya tidak mengenai photodiode maka nilai input akan semakin besar. Sensor photodiode digunakan untuk membuat sensor ketinggian dan sensor warna.



Gambar 9. *Schematic Sensor Photodiode*

g) Driver Motor

Sistem driver motor menggunakan jenis *H-bridge Mosfet*. Sistem *H-Bridge Mosfet* adalah sistem berupa 4 buah saklar untuk membuat motor dapat berputar kekiri maupun kekanan secara bergantian. Driver motor dirangkai secara common anode.

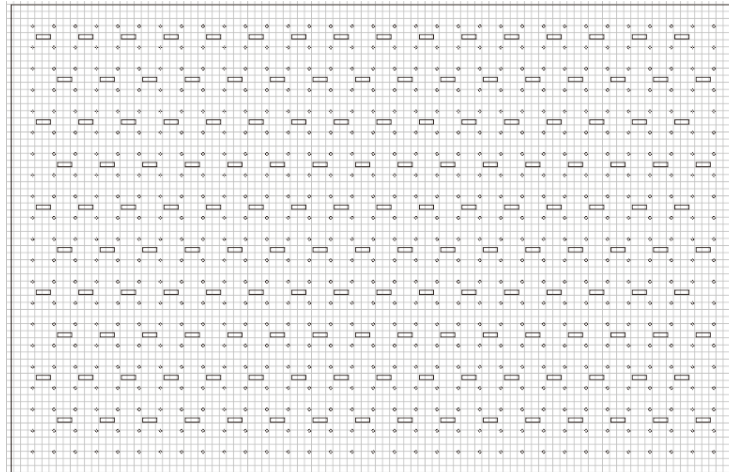


Gambar 10. *Schematic Driver Motor*

2) Hardware

a) Papan Utama

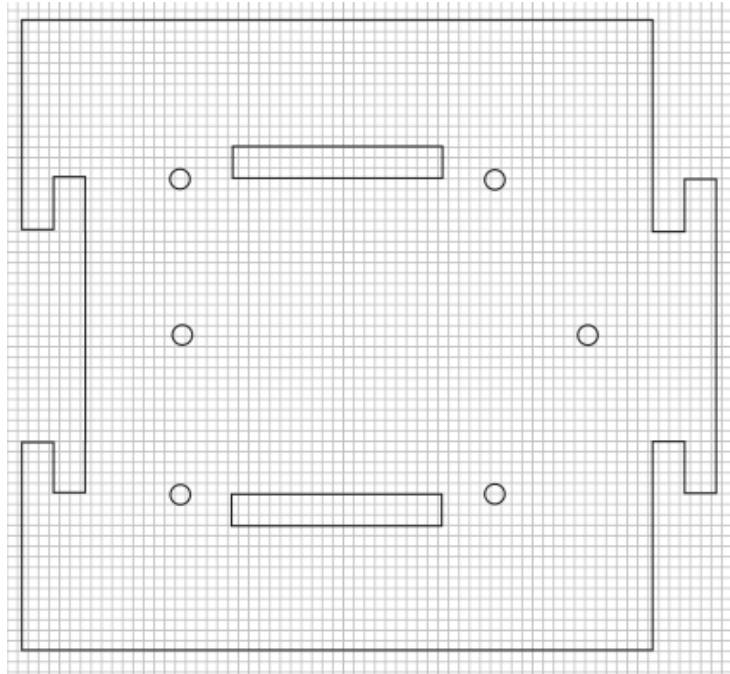
Berupa papan yang dibuat lubang berdiameter 2mm setiap 15mm untuk peletakan balok utama dan lubang kotak setiap 3cm untuk jalur kabel penghubung.



Gambar 11. Desain Papan Utama

b) Balok Utama

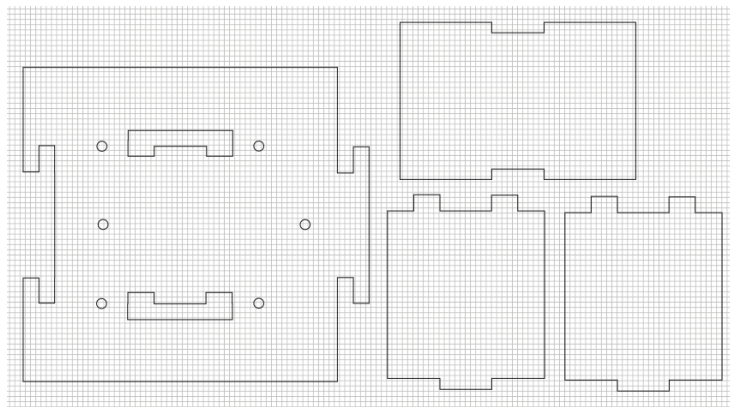
Balok utama adalah balok penyusun utama dalam pembuatan conveyor. Banyak dan sedikitnya balok utama yang digunakan akan mempengaruhi panjang dan ketinggian conveyor. Balok utama dibuat kotak dengan lebar 60mm, diberikan lubang 2mm di 6 titik untuk kaki balok utama dan penghubung antar balok utama, dan persegi panjang dengan ukuran 3mmx20mm sebagai lubang peletakan semua papan. Dari desain ini akan terbentuk balok dengan ukuran 65mmx60mmx30mm.



Gambar 12. Desain Balok Utama

c) Balok conveyor

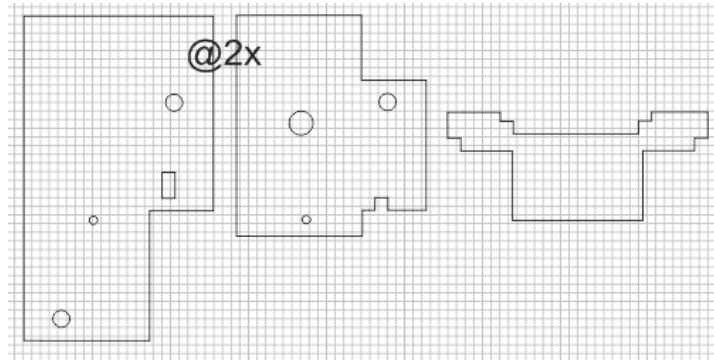
Balok conveyor adalah balok untuk peletakan dan penopang belt conveyor. Balok ini mirip seperti balok utama tetapi disusun untuk memberikan ruang bergerak untuk belt conveyor. Balok yang akan terbentuk berukuran 65mmx60mmx38mm.



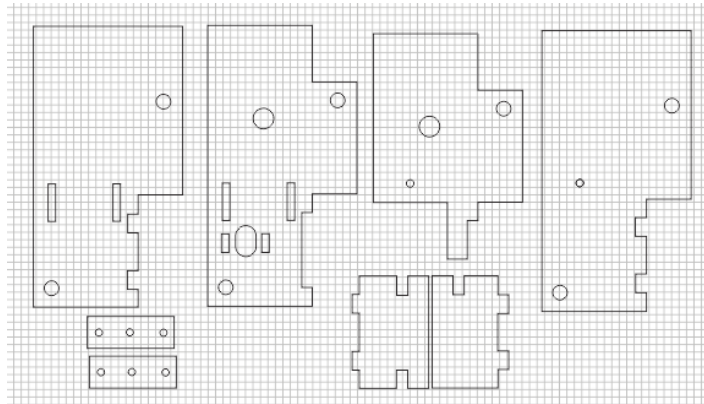
Gambar 13. Desain Balok Conveyor

d) Balok Motor

Balok motor adalah balok motor conveyor. balok dibuat untuk rumah motor dan pemegang belt conveyor. Balok dibuat 2 jenis, yaitu male dan female. Male balok yaitu balok yang menjadi rumah motor dan female balok adalah balok yang hanya memegang salah satu ujung belt agar tetap dapat berpututar. Balok yang akan terbentuk berukuran 40mmx60mmx74mm.



Gambar 14. Desain Balok Motor (Female)

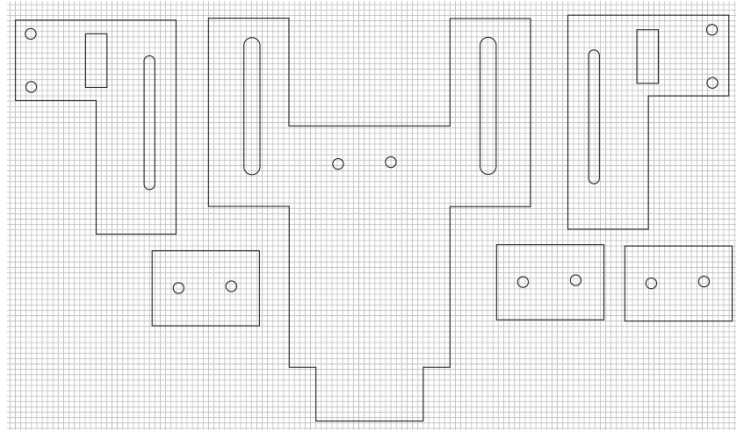


Gambar 15. Desain Balok Motor (Male)

e) Papan sensor Photodioda

Papan peletakan sensor photodioda dibuat dengan mempertingbangan keleluasaan dalam pengaturan ketinggian

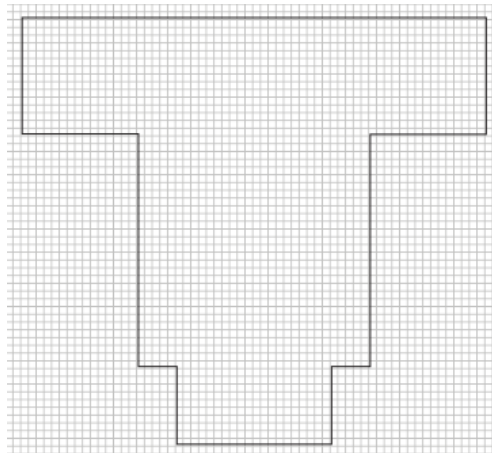
sensor dan jarak peletakannya. Karena itu papan peletakan sensor photodiode dibuat Fleksibel.



Gambar 16. Desain Papan Sensor Photodiode

f) Papan Pembatas

Papan pembatas untuk kiri dan kanan conveyor. dibuat dengan tinggi 55mm dan lebar 60mm.

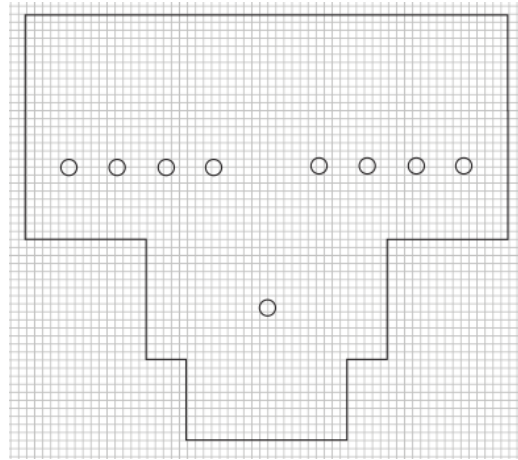


Gambar 17. Desain Papan Pembatas

g) Papan Motor Servo

Papan peletakan motor servo agar motor berfungsi sebagai pendorong object yang bergerak saat conveyor

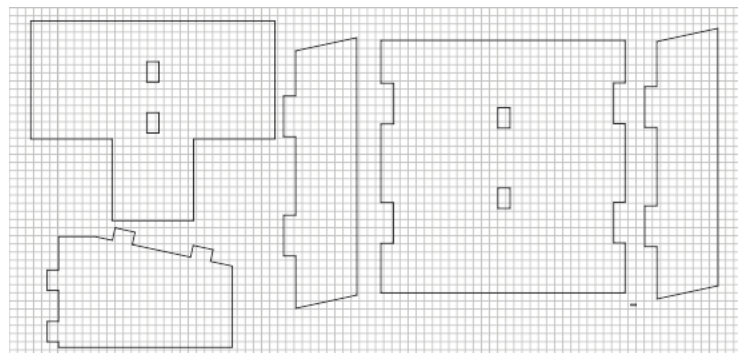
berjalan. Papan dibuat dengan beberapa lubang agar peletakan motor servo dapat menyesuaikan kebutuhan penggunaan.



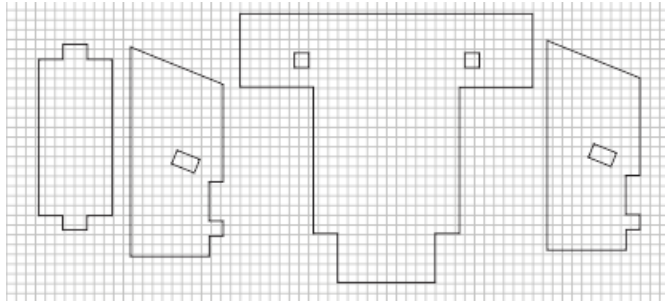
Gambar 18. Desain Papan Motor Servo

h) Jembatan Penghubung

Balok ini berupa jembatan untuk menghubungkan kedua conveyor saat perakitan sistem yang lebih kompleks. Jembatan penghubung samping dibuat sebagai pelengkap motor stepper saat berfungsi sebagai *sorting sistem* dan jembatan penghubung depan sebagai penghubung ujung conveyor agar objek yang digerakan terjatuh tepat diatas belt conveyor satunya yang berada didepan.



Gambar 19. Desain Jembatan Penghubung Samping



Gambar 20. Desain Jembatan Penghubung Depan

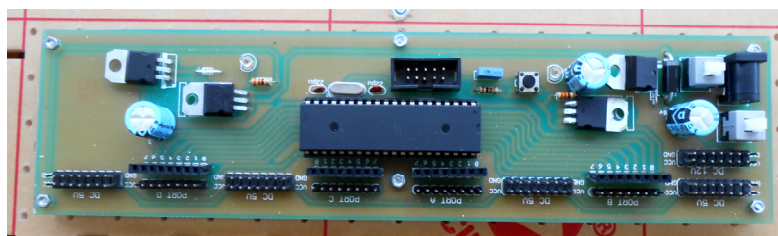
c. Pembuatan Media

Pembuatan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel dibagi dalam 2 kategori seperti dalam tahap perancangan. Pembuatan PCB elektronik dibantu oleh pihak ketiga untuk menghasilkan PCB yang berkualitas. Hardware dibuat dengan bantuan *Laser Cutting* untuk hasil yang lebih presisi dan rapi. Pembuatan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel dibagi dalam 2 kategori seperti berikut:

a) Elektronik

1) Kontrol Utama (SISMIN)

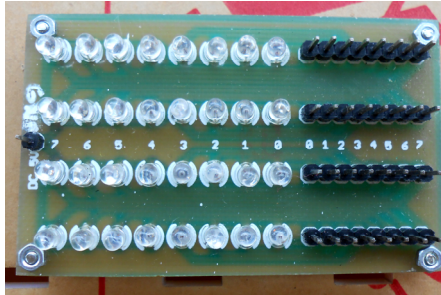
Kontrol utama berisi perangkat sistem minimum (SISMIN) yang menggunakan ATmega 16 sebagai Mikrokontroler. Rangkaian ini dilengkapi dengan 2 buah power supply untuk menunjang sistem agar dapat bekerja dengan beban yang besar. Berikut gambar 22 merupakan Realisasi kontrol utama.



Gambar 21. Realisasi Kontrol Utama

2) Emulator LED

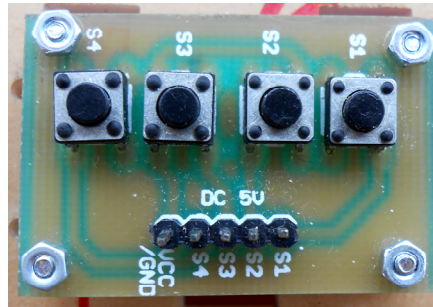
Rangkaian LED yang digunakan sebagai Output berupa cahaya. LED yang digunakan warna merah dengan tegangan kerja 2,4V superbright.



Gambar 22. Realisasi Emulator LED

3) Emulator *PushButton*

Rangkaian *PushButton* yang digunakan sebagai Input berupa sinyal low (0) atau high (1) tergantung penyambungan pada kaki yang telah dijadikan satu pada kaki pin GND/VCC

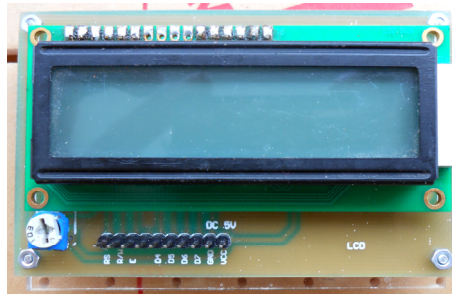


Gambar 23. Realisasi Emulator *PushButton*

4) *Interface* LCD 16x2

Interface LCD 16x2 digunakan sebagai Output berupa data interface yaitu tulisan maupun angka. Rangkaian ini seperti

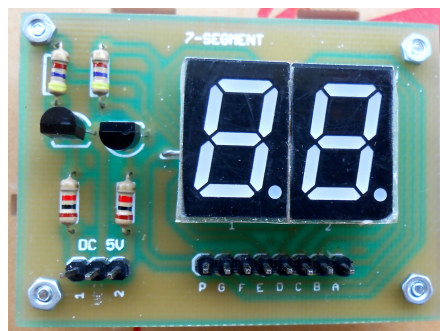
rangkaian LCD pada umumnya yang menggunakan variable resistor pada kaki VDD untuk keperluan seting cahaya background.



Gambar 24. Realisasi *Interface* LCD 16x2

5) *Interface* 7-Segment

Rangkaian 7-segment menggunakan *common cathode* dengan transistor npn sebagai switch penyalan. Kaki pin 7-segment diberikan keterangan untuk mempermudah dalam pemrograman

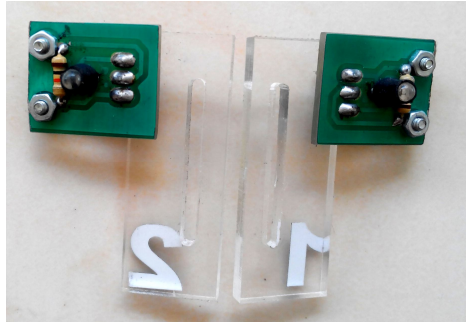


Gambar 25. Realisasi *Interface* 7-segment

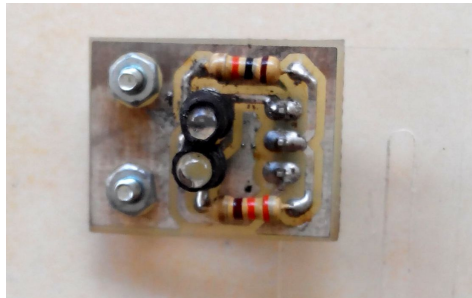
6) Sensor PhotoDioda

Sensor ini dibagi 2 yaitu sensor warna dan ketinggian, dalam sensor ketinggian terdapat 2 rangkaian yaitu rangkaian led dan

rangkaian photodiode. Rangkaian led hanya berfungsi sebagai pencahaya rangkaian photodiode.



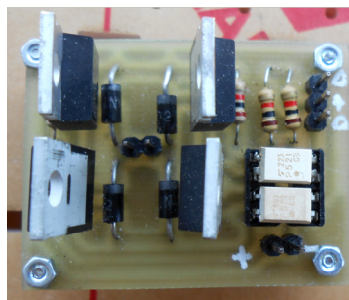
Gambar 26. Realisasi Sensor Ketinggian



Gambar 27. Realisasi Sensor Warna

7) Driver Motor

Driver motor menggunakan IRF9540 dan IRF540 yang mempunyai tegangan dan arus 100V dan 33A. IRF dipilih agar motor yang akan digerakan dapat diganti sesuai keinginan.



Gambar 28. Realisasi Driver Motor

b) Hardware

1) Papan Utama

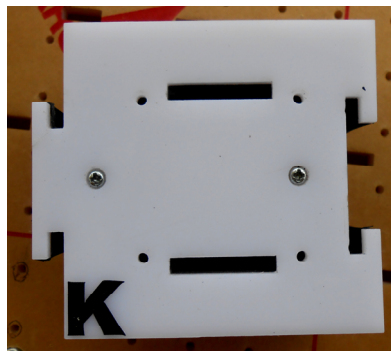
Papan utama mempunyai luas 55 cm x 33 cm dengan lubang 2mm setiap 1,5cm. Papan Utama terbuat dari *Acrylic* dengan ketebalan 5mm agar tidak mudah patah.



Gambar 29. Realisasi Papan Utama

2) Balok Utama

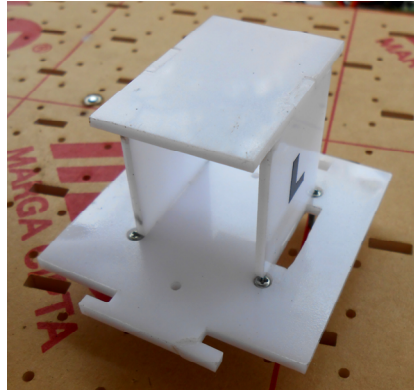
Balok utama dibuat menggunakan acrylic dan spon ati yang digabungkan menggunakan Mur dan baut agar menjadi balok dengan ukuran 65mm x 60mm x 30mm



Gambar 30. Realisasi Balok Utama

3) Balok Conveyor

Balok conveyor terbuat dari acrylic 2mm yang dilem agar menjadi balok yang dapat ditempatkan dibawah *belt conveyor* dan tidak mengganggu komponen lain dari *Trainer kit* Fleksibel



Gambar 31. Realisasi Balok Conveyor

4) Balok Motor

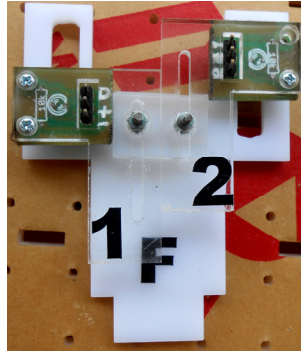
Balok motor tersusun dari beberapa *acrylic* yang digabungkan menggunakan mur dan baut 4mm agar mempunyai ketahanan terhadap getaran motor.



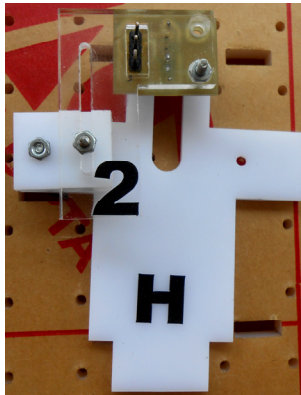
Gambar 32. Realisasi Balok Motor

5) Papan Sensor

Papan sensor menggunakan *acrylic* transparan agar peserta didik dapat melihat rangkaian sensor dan papan ini dapat digerakan dengan mengendorkan mur pada pemegang sensor



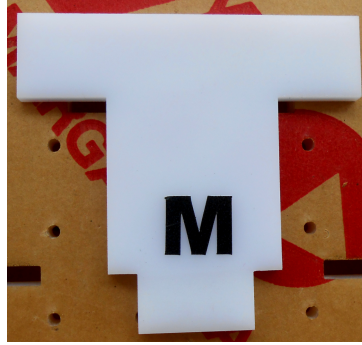
Gambar 33. Realisasi Papan Sensor Ketinggian



Gambar 34. Realisasi Papan Sensor Warna

6) Papan Pembatas

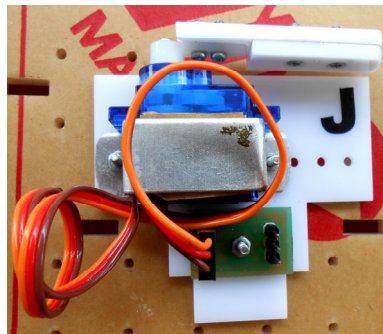
Papan pembatas terbuat dari *acrylic* 3mm dengan desain yang dibuat mempunyai rongga pada bagian kiri dan kanan saat papan pembatas ini di rangkai tetapi tetap rapat pada bagian atas agar benda yang disorting tidak jatuh kesamping.



Gambar 35. Realisasi Papan Pembatas

7) Papan Motor Servo

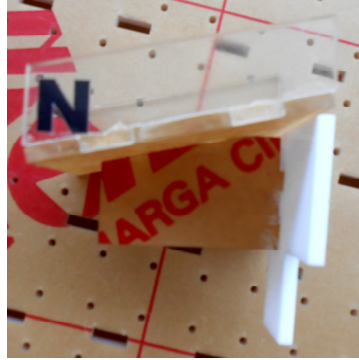
Papan motor servo dibuat dengan pilihan lubang yang dapat digunakan sesuai kebutuhan. Pengunci motor servo dibuat dari lempengan alumunium.



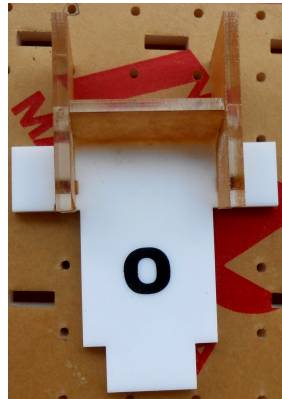
Gambar 36. Realisasi Papan Motor Servo

8) Jembatan Penghubung

Jembatan penghubung dibuat dengan *acrylic* 3mm yang dirangkai agar menjadi jembatan yang mempunyai kemiringan <30 derajat.



Gambar 37. Realisasi Jembatan Samping



Gambar 38. Realisasi Jembatan Depan

d. Pengujian Media

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja media pembelajaran, apakah sesuai dengan rancangan produk atau tidak. Pengujian dilakukan dalam 2 kategori, pengujian elektronik dan pengujian *hardware*. Pengujian elektronik dilakukan dengan cara memprogram sismin yang telah dipasangkan dengan salah satu modul IO seperti LED, Pushbutton, Sensor, LCD, 7-Segment, Motor DC, dan Motor servo. Pengujian hardware dilakukan dengan menggabungkan semua hardware, apakah sudah sesuai dengan rancangan dan dapat dirangkai dengan mudah atau belum. Berikut hasil dari pengujian media pembelajaran Trainer kit Fleksibel.

1) Elektronik

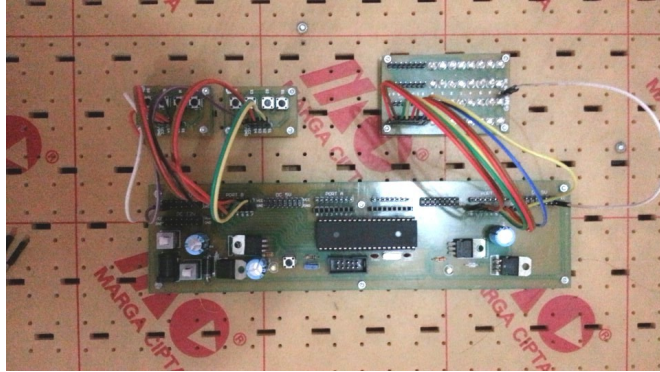
a) Pengujian LED dan Pushbutton

Pengujian ini dilakukan dengan member program $PORTC=PORTB$. Program ini akan menjalankan fungsi Pushbutton dan LED seperti tabel 10 berikut:

Tabel 12. Pengujian Pushbutton dan LED

no	Pushbutton	LED
0	Ditekan	Menyala
	Dilepas	Mati
1	Ditekan	Menyala
	Dilepas	Mati
2	Ditekan	Menyala
	Dilepas	Mati
3	Ditekan	Menyala
	Dilepas	Mati
4	Ditekan	Menyala
	Dilepas	Mati
5	Ditekan	Menyala
	Dilepas	Mati
6	Ditekan	Menyala
	Dilepas	Mati
7	Ditekan	Menyala
	Dilepas	Mati

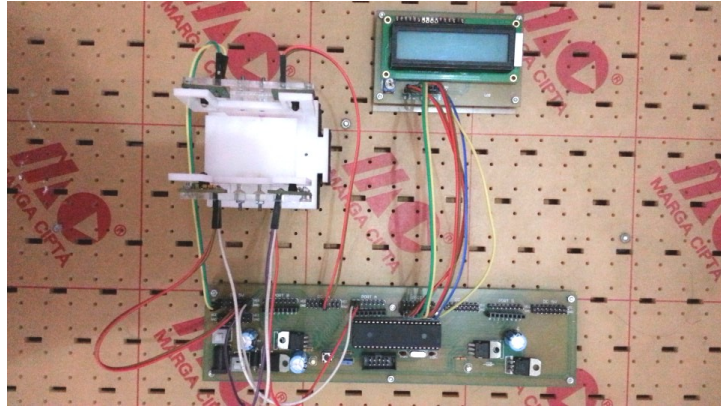
Perangkaian pushbutton harus dirangkain secara common katoda untuk memberikan efek jika ditekan maka input bernilai high (1). Inputan yang bernilai high tersebut akan diolah oleh mikrokontroller sebagai output dan akhirnya akan membuat LED menyala. Dokumentasi hasil pengujian terlihat pada gambar 39 berikut:



Gambar 39. Dokumentasi pengujian LED dan Pushbutton

b) Pengujian Sensor dan LCD

Pengujian dilakukan dengan memberikan program memunculkan tulisan "SELAMAT BELAJAR" pada baris pertama dan memunculkan nilai dari pembacaan sensor pada baris 2 di LCD 16x2. Saat pertama kali diuji LCD harus diset kecerahannya agar dapat menampilkan karakter dengan memutar variable resistor. Setelah LCD berhasil menampilkan karakter yang sudah diset dalam program sebelumnya, maka pengujian sensor dilakukan. Pengujian sensor dilakukan dengan merubah intensitas cahaya yang mengenai photodiode dengan cara menjauhkan maupun member sekat antara LED dan photodiode. Jika nilai yang ditampilkan LCD berubah-ubah maka sensor bekerja dengan baik. Gambar 40 menunjukkan dokumentasi saat pengujian berlangsung.

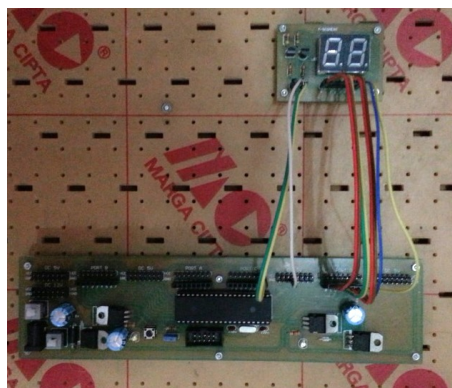


Gambar 40. Dokumentasi pengujian LCD dan Sensor

Pada pengujian ini LCD dapat memunculkan tampilan sesuai dengan program yang diberikan dan sensor ketinggian maupun warna juga menunjukkan hasil yang sama.

c) Pengujian 7-segment

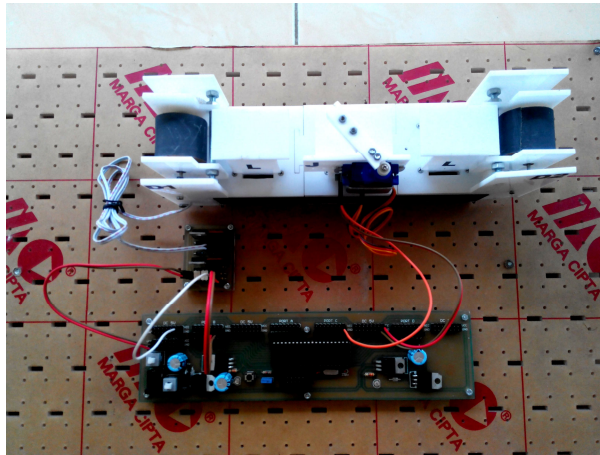
Pengujian ini dilakukan dengan memberikan program penyalan 7-segment untuk menampilkan angka 0-30. 7-segment hanya perlu dirangkai sesuai dengan urutan untuk memudahkan dalam pembuatan program. Dalam ujicoba ini 7-segment menunjukkan hasil yang sesuai dengan perintah program dengan menampilkan angka 0-30.



Gambar 41. Dokumentasi pengujian 7-segment

d) Pengujian Motor DC dan Motor Servo

Pengujian motor DC dilakukan dengan memberikan program putar kanan dan kiri dengan kecepatan full, kemudian melambat pada 500ms berikutnya. Pada pengujian ini motor DC juga menunjukkan hasil yang sesuai dengan perintah program. Pada pengujian motor Servo program yang diberikan adalah program geser pada 3 posisi yaitu 0° , 90° dan 180° secara berulang. Hasil pengujian motor servo menunjukkan motor servo bekerja sesuai dengan program yang diberikan.

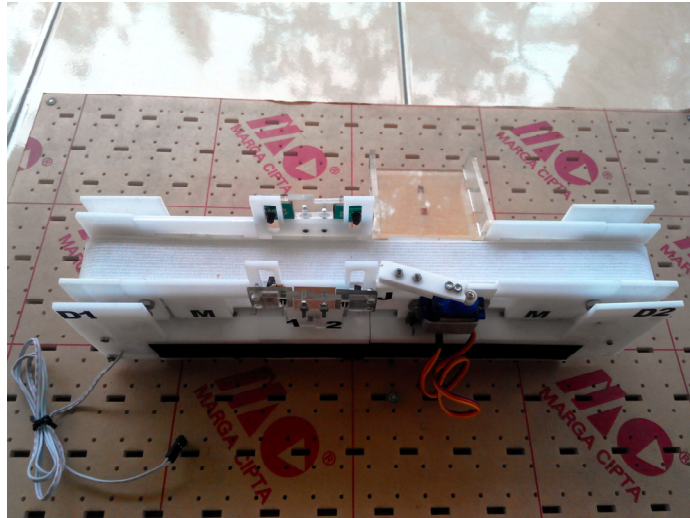


Gambar 42. Dokumentasi pengujian Motor DC dan Motor Servo

2) Hardware

1) Pengujian dengan membuat 1 buah Conveyor

Pengujian hardware dilakukan dengan memasang semua bagian Trainer kit Fleksibel dengan membentuknya menjadi satu conveyor seperti gambar 42 berikut:

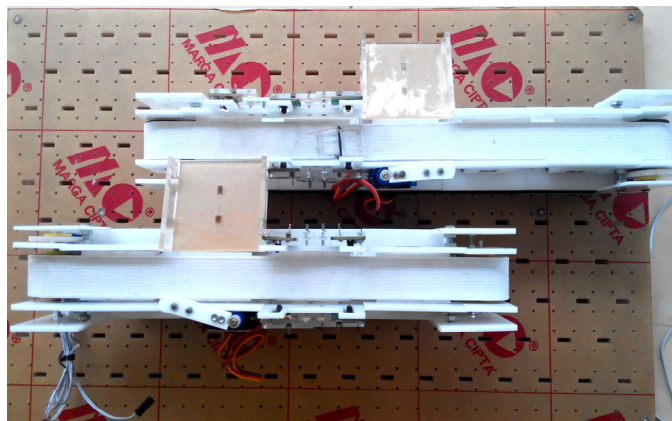


Gambar 43. Dokumentasi pengujian Conveyor 1

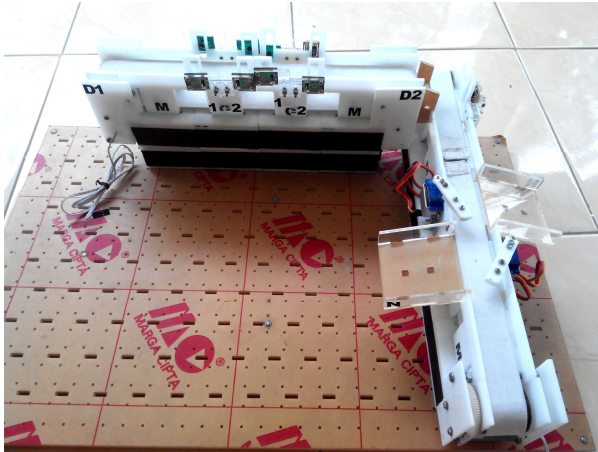
Pada pembentukan tersebut, semua bagian hardware Trainer kit Fleksibel bekerja dengan baik tanpa ada kesalahan yang berarti. Realisasi hardware sudah sesuai dengan desain yang telah dibuat sebelumnya.

2) Pengujian dengan membuat 2 buah Conveyor

Dalam tahap pengujian membuat 2 buah conveyor. Pengujian berpusat pada hardware jembatan sampling dan depan. Pengujian seperti gambar 44 dan 45 berikut:



Gambar 44. Dokumentasi pengujian Jembatan Sampling

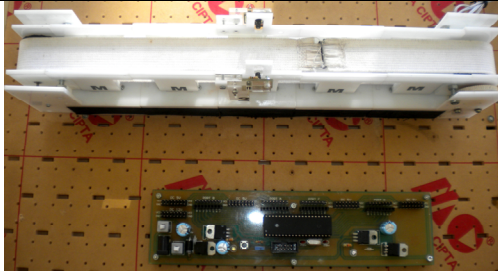
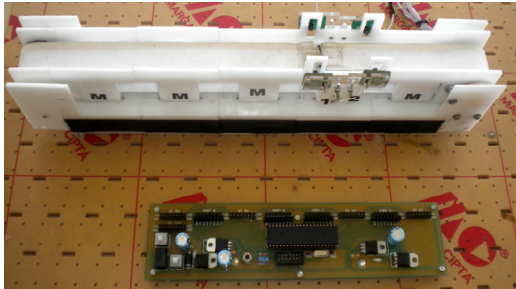
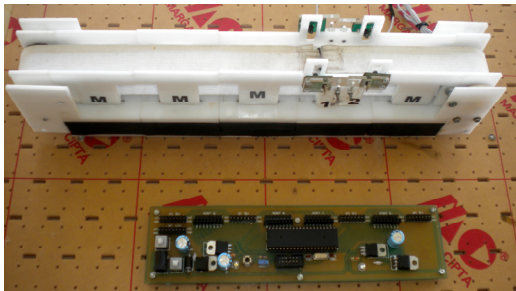


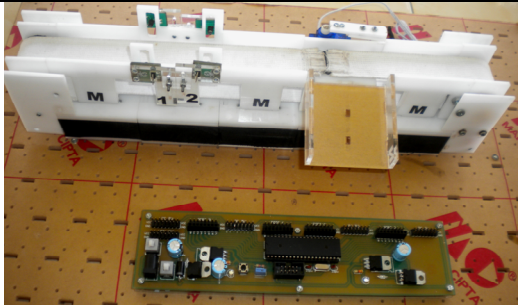
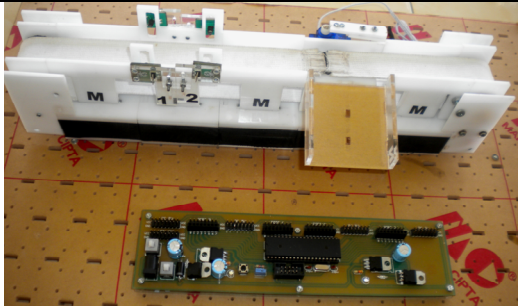
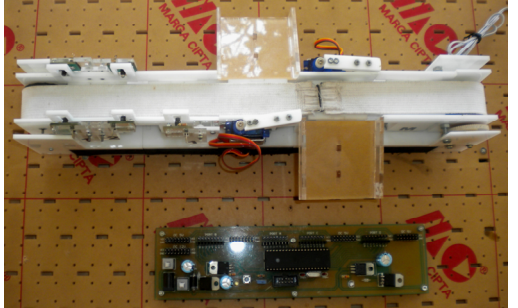
Gambar 45. Dokumentasi pengujian Jembatan Depan

Dari hasil pengujian tersebut, jembatan depan bekerja dengan baik dengan membuat benda terjatuh tepat pada conveyor satunya. Tetapi pada jembatan samping sedikit terdapat masalah karena tingkat gesekan pada jembatan melebihi perkiraan sehingga benda terkadang tidak terjatuh pada conveyor satunya.

Hasil ujicoba menunjukkan komponen *Trainer kit* Fleksibel bekerja sesuai dengan rancangan, walaupun ada sedikit kendala pada jembatan samping. Setelah pengujian untuk melihat kinerja maka selanjutnya adalah unjuk kerja alat untuk melihat kefleksibelan *Trainer kit* Fleksibel. Pengujian dilakukan dengan membuat beberapa proyek menggunakan komponen/ bagian *Trainer kit* Fleksibel. Hasil unjuk kerja dapat dilihat pada tabel 13 berikut:

Tabel 13. Unjuk kerja *Trainer kit* Fleksibel

No	Bentuk	Keterangan
1	 <p>1 Conveyor dengan 1 sensor ketinggian</p>	Menghitung jumlah benda yang melewati conveyor
2	 <p>1 Conveyor dengan 2 sensor ketinggian</p>	Menghitung benda yang melewati conveyor dan dapat membedakan ketinggian benda yang lewat
3	 <p>1 Conveyor dengan 1 sensor ketinggian dan 1 sensor warna</p>	Menghitung benda yang melewati conveyor dan dapat membedakan warna benda yang lewat

4	 <p>1 Conveyor dengan 2 sensor ketinggian dan 1 aktuator</p>	<p>Sorting sistem berdasarkan ketinggian benda</p>
5	 <p>1 Conveyor dengan 1 sensor ketinggian, 1 sensor warna dan 1 aktuator</p>	<p>Sorting sistem berdasarkan warna benda</p>
6	 <p>1 Conveyor dengan 2 sensor ketinggian, 1 sensor warna dan 2 aktuator</p>	<p>Sorting sistem dengan membedakan ketinggian dan warna benda</p>

7	 <p>2 Conveyor dengan jembatan depan yang dibuat menjadi 1 tujuan akhir</p>	<p>Sorting sistem dengan membedakan ketinggian dan warna benda. Bentuk ini dapat di kurangi atau ditingkatkan, untuk menjadikan sorting sisteem ketinggian ataupun hanya warna saja</p>
8	 <p>2 Conveyor dengan jembatan depan yang dibuat menjadi 2 tujuan akhir</p>	<p>Sorting sistem dengan membedakan ketinggian dan warna benda. Bentuk ini dapat ditingkatkan ataupun dikurangi lagi.</p>

9	 <p>2 Conveyor dengan jembatan samping yang dibuat menjadi 1 tujuan akhir</p>	<p>Sorting sistem dengan membedakan ketinggian dan warna benda. Bentuk ini dapat ditingkatkan ataupun dikurangi lagi.</p>
10	 <p>2 Conveyor dengan jembatan samping yang dibuat menjadi 2 tujuan akhir</p>	<p>Sorting sistem dengan membedakan ketinggian dan warna benda. Bentuk ini dapat ditingkatkan ataupun dikurangi lagi.</p>

Model ataupun variasi *Trainer kit* Fleksibel yang terdapat pada tabel 13 dapat dikembangkan lagi sesuai dengan minat pengguna. Model no 1 sampai 6 dapat ditambahkan LCD, 7-Segment dan LED untuk menampilkan hasil Sorting. Model no 7 sampai 10 dapat dikembangkan maupun dikurangi sesuai minat pengguna. Berdasarkan tabel 13 bentuk *Trainer kit* Fleksibel hanya terbatas

pada 5 bentuk, tetapi variasi atau model *Trainer kit* Fleksibel lebih banyak karena dalam 1 bentuk *Trainer kit* Fleksibel dapat menjadi beberapa model.

3. Membuat buku petunjuk media *Trainer kit* Fleksibel untuk peserta didik

Buku petunjuk untuk peserta didik dibuat dan dijadikan satu dengan *jobsheet*. *Jobsheet* dibuat berdasarkan urutan materi yang akan diberikan pada peserta didik. Didalamnya memuat langkah-langkah dalam pemrograman, perangkatian *Trainer kit* fleksibel dan tes untuk mengukur tingkat pemahaman peserta didik akan materi ajar. *Jobsheet* dilampirkan pada lampiran 2.

4. Membuat buku petunjuk media *Trainer kit* Fleksibel untuk guru

Buku panduan ditujukan pada guru pengampu mata pelajaran. Buku ini dibuat untuk membantu guru dalam memahami sistem kerja *Trainer kit* Fleksibel. Didalam buku panduan terdapat materi awal mengenai Mikrokontroler dan bahasa C. buku panduan juga memuat daftar komponen *Trainer kit* Fleksibel beserta kode dan keterangannya untuk mempermudah dalam memahami.

Selain sebagai petunjuk guru pengampu dalam memahami media *Trainer kit* Fleksibel, buku ini memuat langkah perakitan sekaligus pemrograman beberapa model *Trainer* aplikatif sebagai tujuan pembelajaran. Guru pengampu dapat memilih dan mendemokannya pada awal pembelajaran untuk menarik minat peserta didik dari awal. Buku panduan untuk guru dilampirkan pada lampiran 1.

5. Revisi Formatif

a. Hasil Validasi Media Pembelajaran

Tahap pengujian dilakukan untuk mendapatkan media pembelajaran yang valid terhadap kompetensi dasar yang diinginkan. Tahap pengujian meliputi validasi isi (*content*) yang akan diperoleh oleh ahli materi dan validasi konstruk (*construct*) yang diperoleh dari ahli media. Ahli materi adalah seseorang yang memiliki keahlian dalam bidang mikrokontroller, sedangkan ahli media adalah seseorang yang ahli dalam bidang media pembelajaran.

Sebelum mendapatkan validasi dari para ahli, terlebih dahulu media pembelajaran di demokan kepada masing-masing ahli selanjutnya para ahli mengisi angket kelayakan media pembelajaran. Para ahli dapat memberikan saran untuk perbaikan media pembelajaran. Saran ini akan digunakan untuk melakukan perbaikan/Revisi yang pertama.

1) Hasil Uji Validasi Isi (*Content Validity*)

Uji validasi ini berupa angket penilaian terhadap kualitas materi dan kemanfaatan yang dinilai oleh ahli materi. Persentase data penilaian ahli materi disajikan dalam tabel 14 berikut:

Tabel 14. Skor Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	No Butir	Skor Max	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2
1	Kualitas materi	1	4	3	3
		2	4	3	4
		3	4	3	4
		4	4	3	3
		5	4	2	3

		6	4	3	3
		7	4	2	3
		8	4	3	3
		9	4	3	3
		10	4	3	3
		11	4	3	3
		12	4	3	3
		13	4	2	4
		14	4	3	4
		15	4	3	4
		16	4	2	3
2	Kemanfaatan	17	4	3	3
		18	4	3	4
		19	4	3	3
		20	4	3	3

Setelah mendapatkan data dari ahli materi maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk mencari nilai persentase kelayakan media Trainer kit Fleksibel dilihat dari uji validasi isi (*Content validity*). Berikut perhitungan persentase tersebut:

a) Mencari Rerata Skor

Perhitungan rerata skor menggunakan rumus berikut:

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

Perhitungan tersebut dimulai dari rerata tiap butir pernyataan. Kemudian dengan rumus yang sama mencari rerata tiap aspek.

b) Mencari Persentase

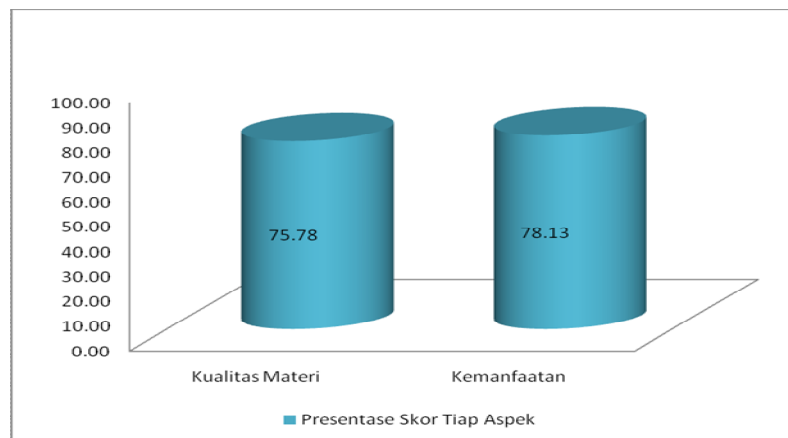
Untuk mendapatkan nilai kelayakan dapat menggunakan rumus berikut:

$$kelayakan (\%) = \frac{\sum \text{Hasil skor}}{\sum \text{Skor max}} \times 100\% = \frac{3.03}{4} \times 100\% = 75.78\%$$

Tabel 15. Hasil Validasi Isi

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Rerata Tiap Indikator	Rerata Tiap Aspek	Persentase Tiap Aspek
1	Kualitas Materi	Materi yang terkandung dalam <i>Trainer kit</i> Fleksibel	3.1	3.03	75.78
		Materi dalam jobsheet	3.0		
2	kemanfaatan	Bagi Guru	3.0	3.13	78.13
		Bagi Peserta Didik	3.17		

Berdasarkan tabel 15 maka persentase kelayakan yang ditinjau dari validasi isi dapat digambarkan dalam diagram seperti berikut:



Gambar 46. Grafik Ahli Materi

Berdasarkan gambar 46 dapat diperoleh data kelayakan yang ditinjau dari aspek kualitas materi dan kemanfaatan. Pada aspek kualitas materi mendapatkan 75.78% dan pada aspek kemanfaatan mendapatkan 78.23%. Data ini didapat dari 2 ahli

materi yaitu dosen yang ahli dalam bidang mikrokontroller dan guru pengampu mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik.

Berdasarkan data yang diperoleh dari kedua ahli tersebut.

Trainer kit Fleksibel dikategorikan "Layak" dari aspek Kualitas Materi dan "Layak" dari aspek Kemanfaatan.

2) Hasil Uji Validasi Konstrak (*Construct Validity*)

Uji validasi ini berupa penilaian oleh ahli media pembelajaran yang ditinjau dari tiga aspek yaitu desain dan unjuk kerja, pengoprasian media dan kemanfaatan media. Persentase data penilaian ahli media disajikan dalam tabel 16 berikut:

Tabel 16. Skor ahli Media

No	Aspek Penilaian	No Butir	Skor Max	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2
1	Desain Media	1	4	3	4
		2	4	3	4
		3	4	3	4
		4	4	4	4
		5	4	4	4
		6	4	3	4
		7	4	4	4
		8	4	3	4
		9	4	3	4
		10	4	3	4
		11	4	3	4
		12	4	3	4
2	Pengoprasian	13	4	3	4
		14	4	3	4
		15	4	3	4
		16	4	4	4
		17	4	3	4
		18	4	3	3
		19	4	3	4
		20	4	3	3
		21	4	3	4
		22	4	3	4

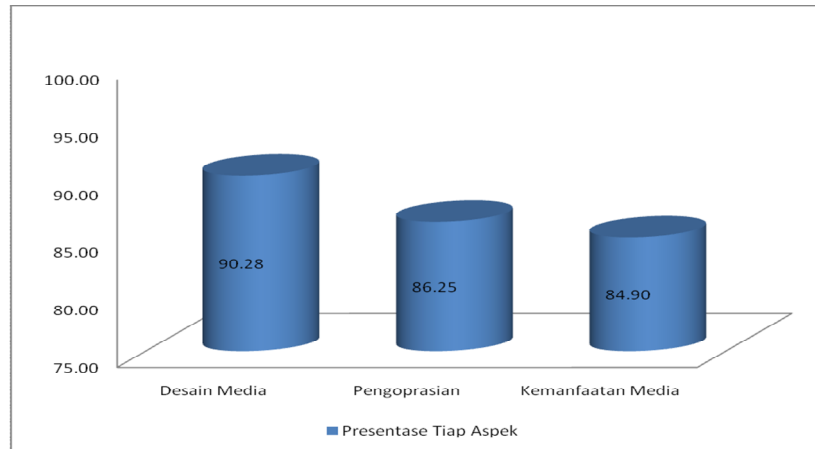
3	Kemanfaatan Media	23	4	4	3
		24	4	3	3
		25	4	4	3
		26	4	3	4
		27	4	3	3
		28	4	4	4
		29	4	3	4
		30	4	3	3
		31	4	4	3
		32	4	4	3

Setelah memperoleh data dari ahli media maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan kelayakan media Trainer kit Fleksibel dilihat dari validasi konstruk (*construct validity*). Dengan cara perhitungan yang sama seperti validasi isi. Data kelayakan dilihat dari validasi konstruk dapat dilihat pada tabel 17 berikut ini:

Tabel 17. Hasil Validasi konstruk

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Rerata Tiap Indikator	Rerata Tiap Aspek	Persentase Tiap Aspek
1	Desain Media	Wawasan perangkat keras	3.67	3.61	90.28
		Dimensi <i>Trainer kit</i> Fleksibel	3.67		
2	Pengoperasian	Fungsi aplikatif	3.50	3.45	86.25
		Pengoperasian perangkat keras	3.45		
3	Kemanfaatan media	Bagi Peserta didik	3.42	3.40	84.90
		Bagi guru	3.38		

Berdasarkan tabel 15 maka persentase kelayakan yang ditinjau dari validasi Konstrak dapat digambarkan dalam diagram seperti berikut:



Gambar 47. Grafik Ahli Maedia

Berdasarkan grafik diatas dapat diperoleh data kelayakan yang ditinjau dari aspek Desain Media, yaitu memperoleh 90.28%. jika dilihat dari aspek Pengoprasian, nilai yang diperoleh 86.25%. sedangkan dilihat dari aspek Kemanfaatan Media diperoleh nilai sebesar 84.90%.

Dalam pengujian kontrak oleh 2 ahli media, media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel mendapatkan kategori "Sangat Layak" pada ketiga aspek.

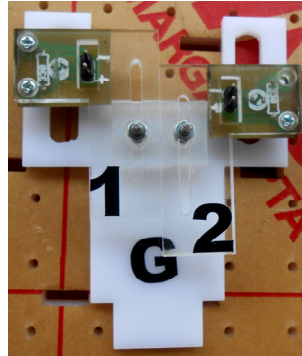
b. Revisi Media Pembelajaran

Berdasarkan hasil Validasi oleh para ahli terdapat saran-saran untuk memperbaiki media pembelajaran agar layak digunakan. Revisi dilakukan pada beberapa bagian media pembelajaran, dari *hardware* dan materi dalam *jobsheet*. Revisi yang dilakukan dibagi menjadi 2 bagian sebagai berikut:

1) Revisi *Hardware*

- a) Penggunaan kode alphabet dan angka

Penambahan kode pada komponen hardware *Trainer kit* Fleksibel untuk mempermudah peserta didik. Kode dibuat agar peserta didik yang tidak mengetahui nama-nama rangkaian seperti SISMIN, 7-segement, LCD, dll tidak mengalami kesulitan dalam menggunakannya.



Gambar 48. Contoh Penggunaan Kode

b) Pengantian kabel penghubung VCC dan GND

Pergantian ini dilakukan untuk mengurangi kesulitan dalam memahami rangkaian yang telah dibuat sebelumnya. Mempermudah peserta didik dalam menganalisa suatu rangkaian. Pergantian dilakukan pada kabel VCC dan GND yang sebelumnya menggunakan kabel yang sama seperti kabel data.



Gambar 49. Kabel Penghubung VCC GND

2) Revisi *Jobsheet* dan Buku Panduan

a) Penambahan keyword dan pengertiannya

Penambahan keyword untuk memperjelas kosa kata yang digunakan. Seperti pengertian dari SISMIN, PushButton, 7-Segment, dll pada bagian akhir dari *jobsheet*.

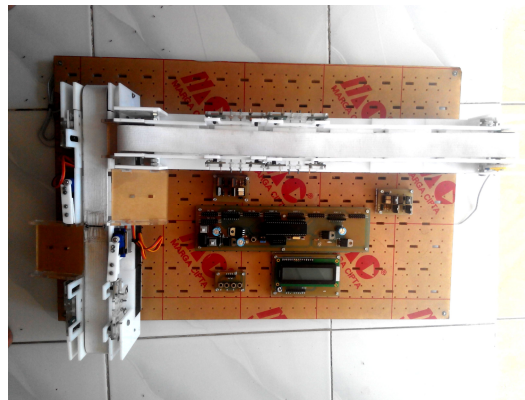
N. Keterangan

1. SISMIN = Sistem Minimum= kode "A"
Sebuah rangkaian elektronik minimal dimana mikrokontroller sudah dapat bekerja.
2. PushButton = Tombol= kode "C"
Rangkaian tombol yang disatukan pada salah satu ujung kaki nya.

Gambar 50. Keyword

b) Penambahan variasi rangkaian Trainer kit Fleksibel

Penambahan variasi model rangkaian Trainer kit Fleksibel pada buku panduan agar guru dapat memilih sendiri rangkaian yang akan digunakan sebagai tujuan akhir pembelajaran. Penambahan 3 variasi model rangkaian *Trainer kit* Fleksibel pada buku panduan. Ketiga variasi *Trainer kit* Fleksibel sebagai berikut:



Gambar 51. Contoh Variasi model Trainer kit Fleksibel

Langkah-langkah perakitan dan pemrograman dapat dilihat pada lampiran 5.

c) Penambahan petunjuk perakitan yang lebih terperinci

Memberikan petunjuk yang lebih terperinci pada proses perakitan hardware. Karena sebelumnya tidak ada petunjuk yang terperinci hanya diberikan sebatas gambar rangkaian. penambahan petunjuk perakitan pada *Jobsheet* dan buku panduan seperti berikut ini:

Nama	Konfigurasi
Power Supply	VCC GND 12V – VCC GND 12V <i>Sismi</i>
Driver motor	Pin Motor – motor conveyor 1 VCC GND 12V – VCC GND 12V <i>Sismin</i> VCC 5V – VCC 5V <i>Simin</i> Data1 – PORTB.0
Driver motor	Pin Motor – motor conveyor 2 VCC GND 12V – VCC GND 12V <i>Sismin</i> VCC 5V – VCC 5V <i>Simin</i> Data1 – PORTB.3 Data2 – PORTB.4

Gambar 52. Contoh Konfigurasi perakitan

Petunjuk yang lebih terperinci dapat dilihat pada lampiran 6.

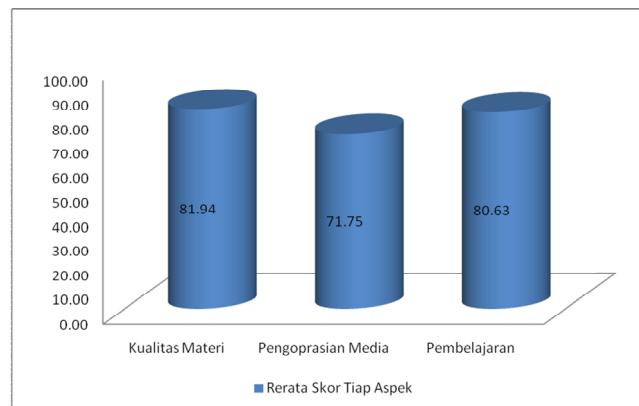
c. Ujicoba Terbatas

Ujicoba terbatas dilakukan pada tanggal 10 November 2014 dengan 10 responden. Kegiatan ini dilakukan untuk kebutuhan revisi formatif sebelum dilaksanakan implementasi atau ujicoba sebenarnya. Kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan saran dari pengguna yang sudah mendapatkan pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik, karena itu kegiatan ini dilakukan pada kelas XI jurusan Audio Video. Data yang diperoleh dari ujicoba terbatas sebagai berikut:

Tabel 18. Hasil Ujicoba Terbatas

Aspek	Rerata Skor Tiap Aspek
Kualitas Materi	81.94
Pengoprasian Media	71.75
Pembelajaran	80.63

Berdasarkan tabel 18 maka persentase yang didapatkan dari ujicoba terbatas dapat digambarkan dalam diagram seperti berikut:



Gambar 53. Grafik Kelayakan Ujicoba Terbatas

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari ujicoba terbatas, Trainer kit fleksibel dikategorikan "LAYAK" untuk digunakan dalam proses pembelajaran yang sebenarnya.

d. Revisi Ujicoba Terbatas

Setelah ujicoba terbatas didapatkan hasil berupa tidak adanya perubahan desain produk atau revisi dari pengguna. Dengan demikian media Trainer kit Fleksibel dapat diujicobakan pada pengguna yang sesungguhnya yaitu peserta didik SMK Negeri 3 Yogyakarta kelas X jurusan Audio Video untuk mendapatkan data uji kelayakan.

e. Uji Reliabilitas Instrumen

Instrumen yang diuji adalah instrument pengguna yang digunakan untuk mengukur tingkat kelayakan *Trainer kit* Fleksibel oleh

peserta didik. Instrument tersebut telah dikonsultasikan pada para ahli untuk mendapatkan hasil yang valid. Instrument yang telah digunakan sebelumnya pada ujicoba terbatas kemudian diuji reliabilitasnya. Pengujian dilakukan menggunakan rumus *alpha* dengan bantuan software MS.Excel. Berdasarkan perhitungan didapatkan hasil sebesar 0,80 termasuk dalam kategori "SANGAT RELIABEL" (data terlampir).

Tabel 19. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Pengguna

N	10
n^2	100
$\sum X_i^2$	705600
$(\sum X_i)^2$	70778
S_t^2	21.8
Jki	2692
JKs	26314
Si	6.06
Ri	0.80224261
Kategori	Sangat Reliabel

D. Hasil Implementasi

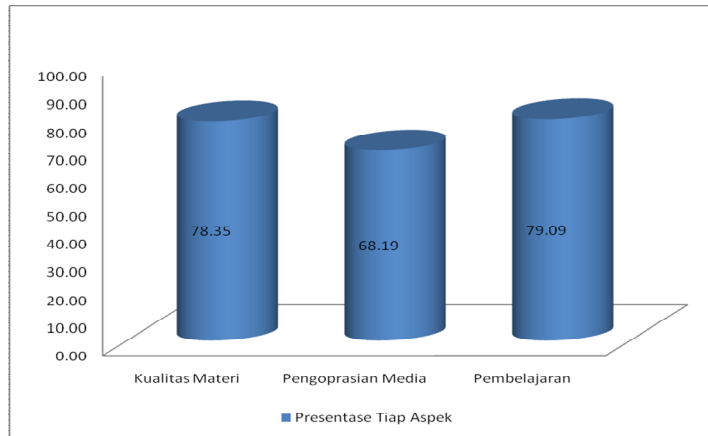
1. Implementasi

Implementasi media pembelajaran dilakukan pada tanggal 11 November 2014 pada kelas X jurusan Audio Video. Hasil implementasi media pembelajaran pada 29 pengguna dijabarkan pada tabel 20 berikut:

Tabel 20. Hasil Implementasi Media

Aspek	Persentase Tiap Aspek
Kualitas Materi	78.35
Pengoprasian Media	68.19
Pembelajaran	79.09

Berdasarkan tabel 20 maka persentase dapat digambarkan dalam diagram seperti berikut:



Gambar 54. Grafik Kelayakan Implementasi Media

Berdasarkan gambar 54, hasil persentase implementasi media *Trainer kit* Fleksibel mencapai persentase sebesar 78.35% pada aspek kualitas materi, 68.19% pada aspek pengoprasian media dan 79.09% pada aspek pembelajaran. Dari 3 aspek tersebut kemudian digabungkan menjadi persentase total kelayakan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel. Perhitungan total dari 3 aspek tersebut mencapai 75.21%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel "LAYAK" digunakan sebagai media pembelajaran di SMK Negeri 3 Yogyakarta pada kelas X Audio Video untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi putar dan geser dan Program deret LED.

2. Revisi Implementasi

Setelah melakukan implementasi media pada penggunaan yang sesungguhnya tidak terdapat perubahan terhadap produk, baik *Trainer* ataupun *jobsheet*. Dengan demikian media *Trainer kit* Fleksibel ini layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran di SMK Negeri 3

Yogyakarta pada kelas X Audio Video untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi putar dan geser dan Program deret LED.

E. Pembahasan

Pembahasan ditunjukan pada masalah yang telah diangkat pada rumusan masalah. Permasalahan tersebut akan dibahas sesuai dengan data yang telah diperoleh selama penelitian. Berikut adalah pembahasannya:

1. Bagaimana pengembangan *Trainer kit* Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Kompetensi Dasar Operasi putar dan geser dan Program deret LED pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta?

Mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi putar dan geser dan Program deret LED pernah menggunakan sebuah media pembelajar berupa sistem minimum AT89S51 yang dilengkapi dengan IO berupa LED dan Pushbutton. Media tersebut sudah tidak digunakan lagi karena sudah rusak. Kemudian media pembelajaran diganti menggunakan software simulasi proteus ISIS. Pergantian dilakukan bukan hanya karena media sebelumnya rusak tetapi lebih karena media tersebut tidak dapat menarik minat peserta didik lagi.

Trainer kit Fleksibel dikembangkan berdasarkan data tersebut sehingga menjadi sebuah media yang aplikatif, dapat berkembang dan yang paling penting dapat menarik minat belajar peserta didik. Media sebelumnya yang berupa sistem minimum AT89S51 dengan IO LED dan

Pushbutton dikembangkan menjadi sistem minimum atmega 16 dengan IO LED, Pushbutton, Sensor, Motor DC, Motor Servo, LCD dan 7-segment. Media dikembangkan untuk mendekati media simulasi Proteus ISIS yang dapat diatur pemilihan PORT IO yang akan digunakan, sehingga menjadi media nyata yang dapat diatur penggunaan PORT IO sesuai keinginan pengguna. Setelah itu dikembangkan lagi untuk lebih menarik minat peserta didik dengan membuat sebuah media aplikatif berupa sorting system yang dapat dirubah bentuknya.

Media pembelajaran yang dikembangkan dengan mengikuti ketiga data tersebut akhirnya menjadi media pembelajaran Trainer kit Fleksibel. Media yang mengusung Trainer aplikatif berupa Sorting System, fleksibel dalam perakitan dan pemrograman sehingga menarik minat peserta didik.

2. Bagaimana Unjuk Kerja *Trainer kit* Fleksibel sebagai Media Pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi putar dan geser dan Program deret LED pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta?

Unjuk kerja dilakukan untuk mengetahui tingkat kefleksibelan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel. Unjuk kerja ini sangat penting karena inti dalam penelitian ini adalah membuat media pembelajaran yang Fleksibel. Jika media *Trainer kit* Fleksibel hanya menunjukkan hasil unjuk kerja yang umum seperti media-media sebelumnya maka penelitian ini tidak ada bedanya dengan penelitian sebelumnya.

Unjuk kerja dilakukan dengan membuat projek dasar fungsi umum dalam mikrokontroller dan projek dasar *Trainer kit* Fleksibel. Fungsi umum dalam mikrokontroller seperti penggunaan LED, *Pushbutton*, LCD, 7-Segment, Sensor, Motor Servo dan Driver Motor secara terpisah. Unjuk kerja fungsi umum dalam mikrokontroller menunjukkan fungsi yang bagus dan bekerja sesuai rancangan. Unjuk kerja tersebut sudah umum karena sudah banyak media yang memiliki fungsi tersebut, karena itu fungsi ini tidak ditunjukkan dalam tabel 13. Untuk itu unjuk kerja lebih diarahkan pada pembuatan projek dasar *Trainer kit* Fleksibel. Projek ini akan menunjukkan seberapa fleksibel media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel dibandingkan media lain.

Projek dasar *Trainer kit* Fleksibel dilakukan dengan membuat beberapa projek dasar seperti membuat satu buah conveyor dan 2 buah conveyor dengan berbagai macam panjang, tinggi dan bentuk conveyor. Hasil unjuk kerja seperti yang ditunjukkan pada tabel 11. Hasil tersebut menunjukkan *Trainer kit* Fleksibel memiliki 5 bentuk dan bermacam-macam model atau variasi. Bermacam-macam model inilah yang menjadikan *Trainer kit* Fleksibel menjadi media yang dinamis, dapat berubah secara bentuk, hasil, maupun pemrogramannya.

3. Bagaimana tingkat kelayakan *Trainer kit* Fleksibel sebagai Media Pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi putar dan geser dan Program deret LED pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta?

Untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran Trainer kit Fleksibel, digunakan instrumen yang telah dikonsultasikan dan mendapatkan *expert judgment* oleh para ahli. Instrumen yang telah disepakati kemudian diukur tingkat reliabilitas menggunakan rumus *alpha*. Setelah tingkat reliabilitas tercapai maka instrumen digunakan untuk mengukur tingkat kelayakan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel. Pengukuran dilakukan pada 3 aspek, yaitu validasi isi (*content validity*), validasi konstruk (*construct validity*) dan uji pemakaian oleh pengguna. Berikut data yang diperoleh dari ketiga aspek pengujian:

a) Validasi Isi (*Content Validity*)

Validasi isi didapatkan dari 2 ahli materi pembelajaran. penilaian dilihat dari 2 aspek, yaitu aspek kualitas materi dan kemanfaatan. Aspek kualitas materi mendapatkan 75.78% dan kemanfaatan 78.13%. Berdasarkan data tersebut, validasi isi dari media pembelajaran Trainer kit Fleksibel sebesar 76.95%. Melihat nilai total yang didapat dari kedua ahli materi, maka media pembelajaran ini dikategorikan "LAYAK" untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi putar dan geser dan Program deret LED di SMK N 3 Yogyakarta.

b) Validasi Konstruk (*Construct Validity*)

Validasi konstruk didapatkan dari 2 ahli media. Penilaian dilihat dari 3 aspek, yaitu desain media, pengoperasian dan kemanfaatan media. Aspek desain media mendapatkan nilai 90.28%, aspek

pengoprasian mendapatkan nilai 86.25% dan aspek kemanfaatan media mendapatkan nilai 84.90%. Berdasarkan data tersebut, validasi konstruk dari media pembelajaran Trainer kit Fleksibel sebesar 87.14%. Melihat nilai total yang didapat dari kedua ahli materi, maka media pembelajaran ini dikategorikan "SANGAT LAYAK" untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi putar dan geser dan Program deret LED di SMK N 3 Yogyakarta.

c) Uji Pemakaian Oleh Pengguna

Uji Pemakaian dilakukan pada 29 siswa kelas X Program Keahlian Teknik Audio Video SMK N 3 Yogyakarta. Penilaian dilihat dari 3 aspek, yaitu kualitas materi, pengoprasian media dan pembelajaran. pada aspek kualitas materi mendapatkan nilai 78.35%, aspek pengoprasian media mendapatkan nilai 68.19% dan aspek pembelajaran mendapatkan nilai 79.09%. Berdasarkan data tersebut, media Trainer kit Fleksibel mendapatkan nilai total sebesar 75.21%. Melihat nilai total yang didapat dari 29 siswa kelas X Program Keahlian Teknik Audio Video SMK N 3 Yogyakarta , maka media pembelajaran ini dikategorikan "LAYAK" untuk digunakan sebagai media pembelajaran kelas X mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi putar dan geser dan Program deret LED pada Program Keahlian Teknik Audio Video SMK N 3 Yogyakarta.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

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

1. Pengembangan media pembelajaran berupa *Trainer kit* mikrokontroller ATmega 16 yang dilengkapi dengan *sorting system*. Bentuk hardware *Trainer kit* Fleksibel dibuat secara terpisah-pisah bukan hanya modul elektronik saja tetapi *hardware sorting system* juga dibuat terpisah. *Hardware Trainer kit* Fleksibel dibuat menyerupai bentuk lego dan dapat disusun menjadi sebuah Conveyor. Conveyor yang terbentuk dapat diaplikasikan sebagai *sorting system* dengan menambahkan beberapa aktuator dan sensor. Media *Trainer kit* Fleksibel menjadi sangat menarik karena memberikan gambaran secara langsung pengaplikasian mikrokontroller.
2. Unjuk kerja media menunjukkan *Trainer kit* Fleksibel sudah menjadi media pembelajaran yang berbeda dengan media pembelajaran lain dalam dunia mikrokontroller. Media *Trainer kit* Fleksibel menjadi media yang dinamis yang dapat berubah bentuk, panjang dan tinggi sesuai dengan minat pengguna.
3. Tingkat kelayakan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel dalam penelitian ini dilihat dari 3 aspek, yaitu validasi isi, validasi konstruk dan

uji pemakaian. Dari ketiga aspek tersebut media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel dikategorikan "LAYAK" dan "SANGAT LAYAK" digunakan dalam pembelajaran kelas X mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik Kompetensi Dasar Operasi Putar dan Geser dan Program Deretan LED pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK N 3 Yogyakarta.

Penelitian pengembangan media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel tentunya belum bisa menjadi media yang sempurna. Karena dalam dunia teknologi pasti akan selalu berkembang. Setelah kegiatan penelitian pengembangan selesai dan berdasarkan bab IV media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel masih memiliki keterbatasan. Perangkaian yang cukup memakan waktu dan jumlah sensor dan aktuator yang terbatas. Selain itu pengoprasian media yang mendapatkan kategori yang rendah dibandingkan dengan aspek lain dikarenakan sistem pengkabelan *Trainer kit* Fleksibel yang cukup rumit.

B. Saran

Agar media pembelajaran *Trainer kit* Fleksibel menjadi lebih baik lagi dan sebagai pengembangan kedepan, dibutuhkan sistem pengkabelan yang lebih baik untuk mempermudah tingkat pengoprasian media. Selain itu pengembangan dengan menambahkan *hardware* pengaplikasian lain seperti *Distributing system*, *Handling system*, *Storage system* atau *Processing system* diperlukan untuk menyempurnakan *Trainer kit* Fleksibel. Penambahan *hardware* tersebut akan membuat *Trainer kit* Fleksibel lebih menarik dan juga lebih fleksibel karena jenis *hardware* yang dibuat tidak terpaku pada satu jenis sistem.

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.
- AECT. Definisi Teknologi Pendidikan. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada, 1994.
- Andik Asmara. 2013. Panduan Praktik Pemrograman Mikrokontroller. Jobsheet Teknik Elektro. UNY
- ATMEL. 2010. Atmega16 Datasheet. Atmel corporation
- Ariadie Chandra N. *et al.* 2012. Modul Proteus Profesional 7.5 Isis Digital Simulation. PPM Teknik Elektro. UNY
- Arif S. Sadiman *et al.* 2011. Media Pendidikan, Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Azhar Arsyad. 2006. 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.
- Benny A Pribadi. 2009. Model Desain Sistem Pembelajaran. Jakarta: PT Dian Rakyat.
- Bethany. 2014. Teknologi dan Media Pembelajaran. Diakses dari <http://sttbethany.blogspot.com/2014/10/media-pembelajaran.html> pada tanggal tanggal 5 September 2014 pukul 09.30 WIB.
- Branch, Robert Maribe. 2009. Instructional Design: The ADDIE Approach. USA: Springer.

- Djarmiko, Wisnu. 2010. Tuntutan Perkembangan Pendidikan Kejuruan. *Jurnal Teknik Elektro*. Hlm. 1
- Eko Putro Widoyoko. 2014. Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Emzir. 2012. Metode Penelitian Pendidikan, Kuantitatif dan Kualitatif. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Fairuz. 2011. Pengertian dan Tujuan Alat Peraga Pendidikan. Diakses dari <http://fairuzelsaid.wordpress.com/2011/05/24/pengertian-dan-tujuan-alat-peraga-pendidikan/> pada tanggal 6 September 2014 pukul 9.25 WIB.
- Gall, Meredith D., Gall, Joyce P., & Borg, Walter R. 1983. *Educational Research: An Introduction 4th Edition*. New York: Pearson Education, Inc.
- Heri Andrianto. 2008, Pemrograman Mikorkontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVisionAVR).
- Muhamad Ali *et al.* 2013. Modul Proteus Profesional Untuk Simulasi Rangkaian Digital dan Mikrokontroler. PPM Teknik Elektro. UNY
- Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 Pasal 19 tentang Standar Nasional Pendidikan
- Rizki Edi Juwanto. 2014. Media Pembelajaran Mikrokontroler AVR Untuk Siswa Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta. Skripsi. UNY
- Sugiyono. 2012. *Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2013. *Statistik untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Suharsimi Arikunto. 2006. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta: PT Rineka Cipta

Triton Prawira Budi. 2006. SPSS 13.0 Terapan: Riset Statistik Parametrik. Yogyakarta: C.V Andi Offset (Penerbit Andi).

Tim TAS FT UNY. 2013. Pendoman Penyusunan Tugas Akhir Skripsi. Yogyakarta: UNY.

Wikipedia Bahasa Indonesia. 2013. Sistem manufaktur fleksibel. Diakses dari http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_manufaktur_fleksibel pada tanggal 6 September 2014 pukul 09.30 WIB.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. BUKU PANDUAN

BUKU PANDUAN *TRAINER KIT FLEKSIBEL*

A. Mikrokontroler

1. Pendahuluan

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Mikrokontroler jenis AVR adalah prosesor yang sekarang ini paling banyak digunakan dalam membuat aplikasi sistem kendali bidang instrumentasi, dibandingkan dengan mikrokontroler keluarga MCS51 seperti AT 89C51/52.

Mikrokontroler seri AVR pertama kali diperkenalkan ke pasaran sekitar tahun 1997 oleh perusahaan Atmel, yaitu sebuah perusahaan yang sangat terkenal dengan produk mikrokontroler seri AT89S51/52-nya yang sampai sekarang masih banyak digunakan di lapangan. Keterbatasan pada mikrokontroler tersebut (resolusi, memori, dan kecepatan) menyebabkan banyak orang beralih ke mikrokontroler AVR. Hal ini karena ada beberapa kelebihan dari tipe AVR ini yaitu diantaranya ADC, DAC, *Counter*, *Timer*, I2C, USART, dan sebagainya.

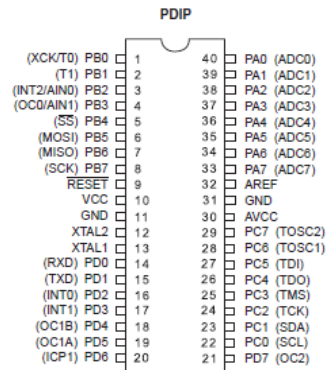
Mikrokontroler AVR standar memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus *clock* (Heri Adrianto,2008:2). Hal ini karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC(*Reduce Instruction Set Computing*), sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC(*Complex Instruction Set Computing*). AVR dapat dikelompokkan menjadi empat kelas yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFFxx. Perbedaan dari masing - masing keluarga AVR tersebut adalah memori, peripheral, dan fungsinya.

Salah satu yang banyak dijumpai di pasaran adalah AVR tipe ATmega, yang terdiri dari beberapa versi, yaitu ATmega8535, ATmega16, ATmega162, ATmega32, ATmega324P, ATmega644, ATmega644P dan ATmega128. Mikrokontroler yang digunakan adalah AVR ATmega32.

2. Fitur Atmega 8535/16/32

- a. Frekuensi clock maksimum 16 MHz
- b. Jalur I/O 32 buah, yang terbagi dalam PortA, PortB, PortC dan PortD
- c. Analog to Digital Converter 10 bit sebanyak 8 input, 4 channel PWM
- d. Timer/Counter sebanyak 3 buah
- e. CPU 8 bit yang terdiri dari 32 register
- f. Watchdog Timer dengan osilator internal

- g. SRAM sebesar 2K Byte
 - h. Memori Flash sebesar 8, 16, dan 32K Byte dengan kemampuan *read while write*
 - i. Interrupt internal maupun eksternal
 - j. Port komunikasi SPI
 - k. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi
 - l. Komunikasi serial standar USART dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps
3. Konfigurasi Pin ATmega 8535/16/32



Gambar susunan PIN Atmega 8535/16/32

Berikut ini adalah susunan pin/kaki dari ATmega16:

- A. VCC adalah merupakan pin masukan positif catu daya.
- B. GND sebagai pin Ground
- C. Port A(PA0-PA7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* masukan ADC.
- D. Port B(PB0-PB7) merupakan *pin input/output* dua arah dan pin fungsi khusus bisa dilihat pada tabel berikut

PIN	Fungsi Khusus
PB 0	T0 T1 (<i>Timer/Counter0 External Counter input</i>) XCK (<i>USART External Clock Input/Output</i>)
PB 1	T1 (<i>Timer/Counter0 External Counter Input</i>)
PB 2	AIN0 (<i>Analog Comparator Positive Input</i>) INT2 (<i>External Interrupt 2 Input</i>)
PB 3	AIN0 (<i>Analog Comparator Positive Input</i>) OC0 (<i>Timer/Counter0 Output Compare Match Output</i>)
PB 4	SS (<i>SPI Slave Select Input</i>)
PB 5	MOSI (<i>SPI Bus Master Output/Slave Input</i>)
PB 6	MISO (<i>SPI Bus Master Input/Slave Output</i>)
PB 7	SCK (<i>SPI Bus Serial Clock</i>)

- E. Port C(PC0-PC7) merupakan *pin input/output* dua arah dan pin fungsi khusus bisa dilihat pada tabel berikut

PIN	Fungsi Khusus
PC0	SCL (<i>Two-wire Serial Bus Clock Line</i>)
PC1	SDA (<i>Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line</i>)
PC2	TCK (<i>JTAG Test Clock</i>)
PC3	TMS (<i>JTAG Test Mode Select</i>)
PC4	TDO (<i>JTAG Test Data Out</i>)
PC5	TDI (<i>JTAG Test Data In</i>)
PC6	TOSC1 (<i>Timer Oscillator PIN1</i>)
PC7	TOSC2 (<i>Timer Oscillator PIN2</i>)

- F. Port D(PD0-PD7) merupakan *pin input/output* dua arah dan pin fungsi khusus bisa dilihat pada tabel berikut

PIN	Fungsi Khusus
PD0	RXD (<i>USART Input Pin</i>)
PD1	TXD (<i>USART Output Pin</i>)
PD2	INT0 (<i>External / Interrupt 0 Input</i>)
PD3	INT1 (<i>External / Interrupt 1 Input</i>)
PD4	OC1B OC1A (<i>Timer / Counter2 Output Compare B Match Output</i>)
PD5	OC1A (<i>Timer / Counter2 Output Compare A Match Output</i>)
PD6	ICP (<i>Timer / Counter1 Input Capture Pin</i>)
PD7	OC2 (<i>Timer / Counter2 Output Compare Match Output</i>)

B. Bahasa C

1. Pendahuluan

Bahasa C/C++ adalah bahasa pemrograman yang sangat digemari karena bahasa C/C++ adalah bahasa yang sangat kompatibel untuk pemrograman computer berbasis Windows ataupun nix, bahkan bisa untuk pemrograman mikrokontroler dari Atmel, PIC, dsb.

Bahasa C/C++ adalah suatu singkatan yaitu C yang berarti Case sensitive, artinya dalam pemrograman bahasa C ini antara huruf besar dan huruf kecil adalah berbeda ($A \neq a$). Maka dalam membuat program dengan bahasa C/C++ ini harus berhati-hati dalam menuliskan perintah, konstanta, dsb.

Bahasa C/C++ adalah salah satu bahasa pemrograman yang mendekati bahasa mesin (low level programming), sehingga hasil kompilasinya lebih kecil dibanding bahasa high level programming, selain itu orang yang sudah menguasai bahasa C/C++ lebih mudah dan cepat untuk mempelajari bahasa high level programming dikarenakan cara berpikir orang tersebut lebih terstruktur dan sistematis atau bisa dikatakan orang tersebut sudah memahami cara kerja suatu CPU (Central Processing Unit).

2. Tipe Data

Setiap bahasa pemrograman memiliki *type* data masing-masing. *Type* data merupakan jangkauan suatu data yang mampu/dapat dikerjakan/diolah oleh mikroprosesor dalam program yang dibuat. Penggunaan *type* data ini juga harus sesuai kebutuhan dan disesuaikan dengan fungsi setiap data. Pemilihan penggunaan *type* data dapat mempengaruhi besarnya memory file yang dibuat. Berikut daftar *type* data yang dapat digunakan dalam pemrograman bahasa C.

Type	Size (Bits)	Range (jangkauan)
bit	1	0 , 1
char	8	-128 sampai 127
unsigned char	8	0 sampai 255
signed char	8	-128 sampai 127
Int	16	-32768 sampai 32767
short int	16	-32768 sampai 32767
unsigned int	16	0 sampai 65535
signed int	16	-32768 sampai 32767
long int	32	-2147483648 sampai 2147483648
unsigned long int	32	0 sampai 4294967295
signed long int	32	-2147483648 sampai 2147483648
Float	32	$\pm 1.175e-38$ sampai $3.402e38$
Double	32	$\pm 1.175e-38$ sampai $3.402e38$

Penggunaan *type* data bersamaan dengan *variable* data yang akan digunakan. Penulisan *type* data sesuai struktur dapat dilihat sebagai berikut:

bit data_1; terdapat *variable* dengan nama *data_1* dengan *type* data bit
int data_2; terdapat *variable* dengan nama *data_2* dengan *type* data integer.

3. Simbol Operasi Aritmatik

Selain *type* data, bahasa C memiliki struktur penulisan akan simbol-simbol operasi aritmatik. Setiap penggunaan simbol-simbol aritmatik memiliki fungsi masing-masing. Berikut table simbol-simbol aritmatik yang digunakan dalam bahasa C;

Operator	Keterangan	Operator	Keterangan
+	Penjumlahan	-	Pengurangan
*	Perkalian	/	Pembagian
%	Modulus	++	Penjumlahan berkelanjutan
--	Pengurangan berkelanjutan	=	Sama dengan/memberikan nilai
==	Nilainya sama dengan	~	
!		!=	Hasil tidak sama dengan
<	Lebih kecil	>	Lebih besar
<=	Hasil lebih kecil sama dengan	>=	Hasil lebih besar samadengan

&	Dan/AND	&&	AND (dua kondisi)
	OR		OR (dua kondisi)
^	Faktor pangkat	?:	
<<	Geser bit kekiri	>>	Geser bit kekanan
-=	Hasil pengurangan sama	+=	Hasil penjumlahan sama
/=	Hasil bagi sama dengan	%=	Hasil modulus sama dengan
&=	Hasil peng-AND-an sama	*=	Hasil perkalian sama dengan
^=	Hasil pangkat sama dengan	=	Hasil peng-OR-an sama dengan
>>=	Hasil penggeseran bit kekanan sama dengan	<<=	Hasil penggeseran bit kekiri sama dengan

4. Struktur dan interaksi pemrograman bahasa C

Penggunaan struktur penulisan bahasa pemrograman bahasa C dapat terusun dari sebuah tubuh program yang dapat terdiri dari sebuah induk program dan satu atau lebih anak program. Anak program memiliki fungsi untuk mengerjakan satu blok program yang sering digunakan secara berulang-ulang. Anak program akan diakses oleh induk program sesuai dengan kebutuhan akan sub bagian program tersebut. Sedangkan kepala program berfungsi untuk menyertakan file acuan/library guna mengolah (Compile/Build) program yang telah dibuat. Berikut struktur sederhana dari pemrograman bahasa C

```
#include <mega16.h>  Penyertaan File
int data1();         Deklarasi global variabel

void main ()
{
  int data2();        Deklarasi lokal variabel
  .....
  PORTC=0xFF;         Inisialisasi port
  DDRC=0x00;
  .....
  while(1)
  {
    .....
    .....
  };
}
```

} Kepala Program

} Induk program

} Tubuh program

} Sub Rutin

Deklarasi sebuah variable dapat digolongkan menjadi dua, yaitu local variable dan global variable. Local variable dipakai dan hanya dapat diakses pada sub program tempat mendeklarasikannya, sedangkan global variable dipakai dan dapat diakses seluruh bagian program. Inisialisasi PORT digunakan untuk memfungsikan PORT yang dituju sebagai masukan/keluaran serta nilai defaultnya. Sedangkan bagian sub rutin adalah blok program yang akan selalu dikerjakan terus-menerus oleh mikroprosesor selama mikrokontroler hidup.

5. Header

Dalam bahasa pemrograman C/C++ dikenal perintah yaitu INCLUDE, yaitu sebuah perintah yang digunakan untuk memasukkan sebuah file *.h, yang berisi perintah-perintah atau konstanta yang digunakan dalam membuat program. Sebagai contohnya

#include <stdio.h>

Maka semua perintah dan konstanta yang ada dalam file stdio.h dapat diakses dalam project yg dibuat.

6. Define

Perintah ini digunakan untuk mendefinisikan nilai, alamat, atau sejenisnya. Secara umum struktur define adalah sebagai berikut *#define <nama> <alamat/nilai>* Sebagai contohnya

#define phi 3,14

Dari baris berintah diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai phi = 3,14.

7. Variabel

Dalam pemrograman C/C++ penulisan variable dapat ditulis sebagai berikut *<jenis data> <nama variable>* Sebagai contoh

int indeks

dari contoh tersebut nama variable yang bernama indeks mempunyai jenis data yaitu integer.

8. Konstanta

Konstanta atau yang disebut nilai tetap/constant dalam pemrograman C/C++ dapat dituliskan *<jenis data> <nama konstanta> = <nilai>* Hampir mirip dengan penulisan varibel, hanya saja ditambahkan besar nilainya. Misalnya saja,

int kecepatan_motor = 200.

Sehingga konstanta yang bernama kecepatan_motor akan bernilai 200.

9. Penulisan Bilangan

Dalam C++ dalam dunia mikrokontroller dikenal beberapa cara penulisan jenis bilangan, berikut adalah beberapa cara penulisannya

Tabel penulisan bilangan

Nama Bilangan	Cara Penulisan	Keterangan
Decimal	123	Ditulis biasa
Bit	0b01111000	Harus diawali dengan 0b
Hexadecimal	0xF0	Harus diawali dengan 0x

10. Instruksi dalam bahasa C

Beberapa Instruksi-instruksi dalam bahasa C yang sering digunakan dapat ditulis sebagai berikut:

No	Fungsi	Bahasa Pemrograman
1	Syarat	<pre> if (kondisi) {(aksi yang dikerjakan) }; </pre>
2	Percabangan	<pre> if (kondisi) {(aksi yang dikerjakan) } else if (kondisi) {(aksi yang dikerjakan) } </pre>
3	Percabangan	<pre> switch (variable) { case nilai_variabel_ke-1: { (aksi yang dikerjakan) } case nilai_variabel_ke-2: { (aksi yang dikerjakan) } default: { (aksi yang dikerjakan) } } </pre>
4	Melompat	<pre> goto alamat_tujuan; alamat_tujuan: n: </pre>
5	Melompat keluar dari perulangan	Break;

6	Perulangan	<i>while (kondisi)</i> <i>{</i> <i>.....(aksi yang dikerjakan)</i> <i>}</i>
7	Perulangan	Do <i>{</i> <i>.....(aksi yang dikerjakan)</i> <i>}</i> While (syarat);
8	Perulangan	<i>for (nilai_awal,syarat,operasi++/--)</i> <i>{</i> <i>.....(aksi yang dikerjakan)</i> <i>};</i>

C. Code Vision AVR

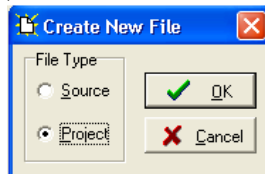
1. Pendahuluan

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

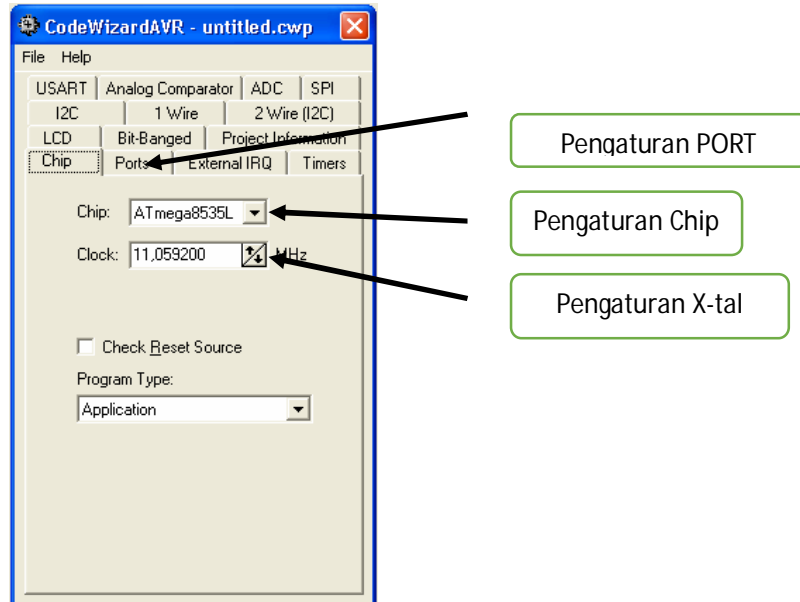
CodeVisionAVR juga mempunyai Automatic Program Generator bernama CodeWizardAVR, yang mengizinkan Anda untuk menulis, dalam hitungan menit, semua instruksi yang diperlukan untuk membuat beberapa fungsi-fungsi tertentu. Dengan fasilitas ini mempermudah para programmer pemula untuk belajar pemrograman mikrokontroler menggunakan CVAVR

2. Langkah langkah untuk memulai menulis program dalam CVAVR

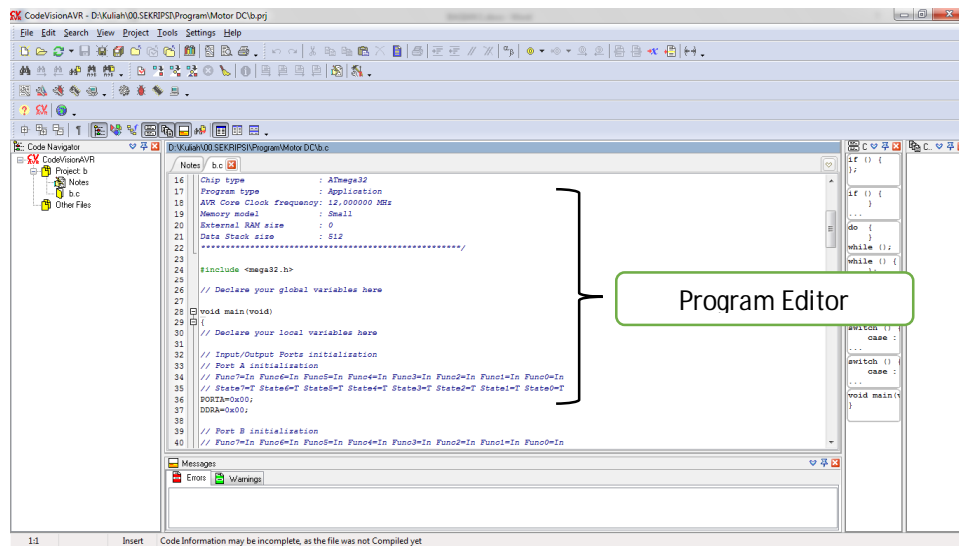
- Jalankan CodeVisionAVR, kemudian klik **File -> New**, Pilih Project.



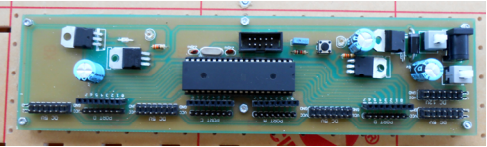
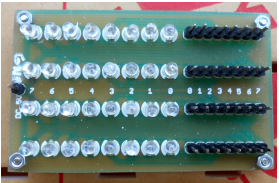
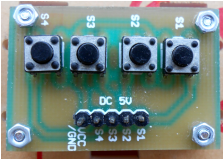
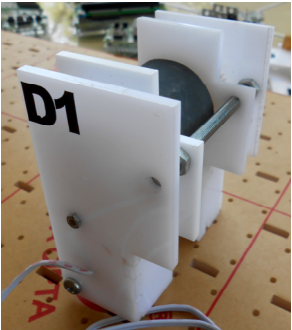
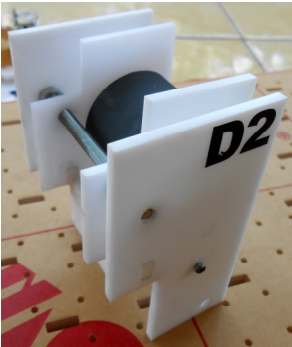
- “Do you want to use the CodeWizardAVR?”** Klik Yes
- Selanjutnya muncul Windows CodeWizardAVR digunakan untuk pengaturan PORT dan fasilitas sesuai dengan fungsi yang diinginkan

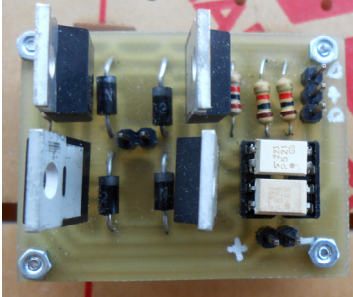
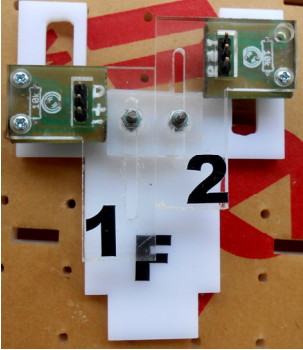
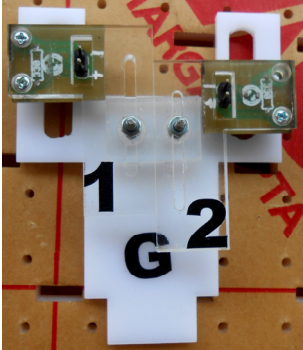
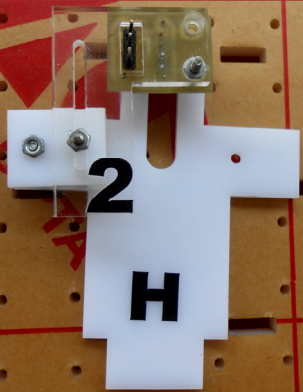


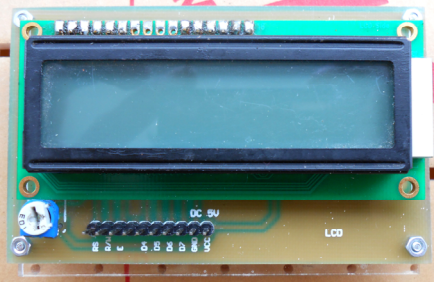
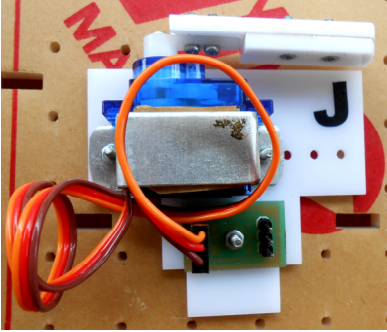
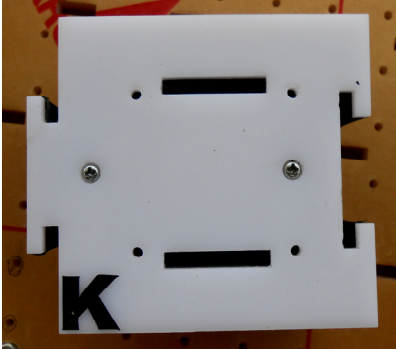
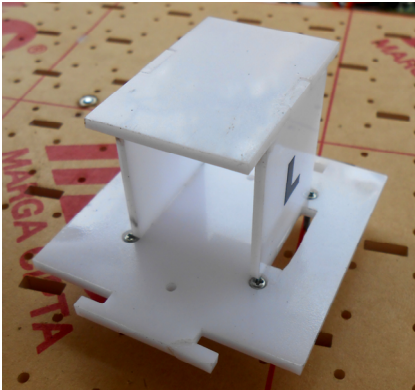
- d. Setelah selesai dengan pengaturan pada CodeWizardAVR pilih File → Generate, Save and exit (catatan: pemberian nama file sebanyak 3x; dengan nama file yang sama; hindari kalimat yang panjang, capital dan spasi)
- e. Selesai pemberian nama file, akan muncul window utama editor program seperti berikut

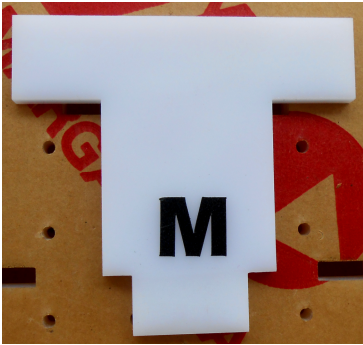
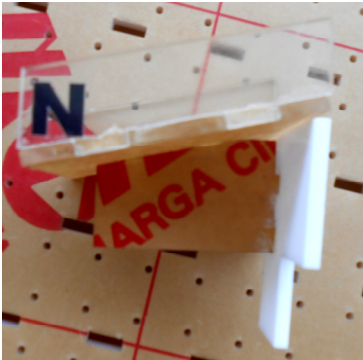
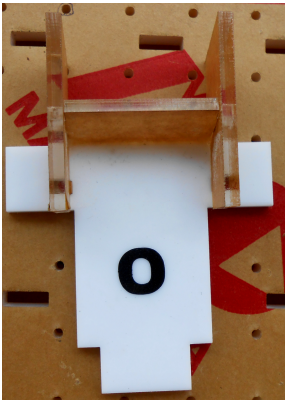
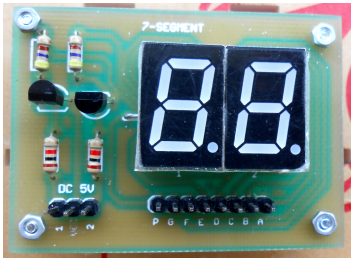



D. Panduan *Trainer kit* Fleksibel

Kode	Bentuk	Nama	Keterangan
A		Sistem Minimum (SISMIM)	Sismin dilengkapi dengan 2buah power supply dan port yang disusun segaris untuk memudahkan dalam pemakaian
B		Rangkaian LED	Rangkaian LED menggunakan common katoda
C		Push Button	Rangkaian tombol sebagai masukan mikrokontroller
D		Motor Conveyor Female	Motor yang berfungsi sebagai penggerak utama <i>conveyor</i>
		Motor Conveyor Male	Roda yang berfungsi sebagai penopang <i>belt Conveyor</i> yang diputar oleh motor

E		Driver Motor	Menggunakan sistem <i>H-Bridge</i> . Berfungsi sebagai pengatur gerak motor
F		Sensor Ketinggian (Photodiode)	Rangkaian photodiode yang dipasang pada akrilik yang dapat digerakan naik turun dengan mengendorkan pengunci (Mur)
G		Sensor Ketinggian (LED)	Rangkaian LED yang difungsikan sebagai pasangan photodiode sebagai sensor ketinggian
H		Sensor Warna	Rangkaian Photodiode dan Led yang digabung dalam satu PCB. Berfungsi sebagai sensor warna

I		LCD	Rangkain LCD sebagai <i>interface Trainer kit</i> Fleksibel
J		Motor Servo	Sebagai <i>actuator</i> dalam penyortiran barang
K		Balok Utama	Sebagai penopang <i>Conveyor</i> , Sensor dan Aktuator pada <i>Trainer kit</i> Fleksibel
L		Balok Conveyor	Sebagai penopang <i>belt Conveyor</i> agar tetap tegak lurus saat memindahkan barang

M		Pembatas	Sebagai pembatas samping kiri dan kanan <i>Conveyor</i> agar barang tidak jatuh kesamping saat dipindahkan
N		Jembatan Samping	Sebagai penghubung samping antar <i>Conveyor</i> dan sebagai jalan saat actuator motor servo bekerja memisahkan barang keluar dari lajur utama <i>Conveyor</i>
O		Jembatan Depan	Sebagai penghubung depan antar <i>Conveyor</i> . agar barang jatuh tepat diatas <i>belt conveyor</i> yang berada di depannya
P		7-Segment	Sebagai <i>Interface Trainer kit</i> Fleksibel
Q		Power Supply	Berfungsi sebagai perpanjangan power supply SISMIN

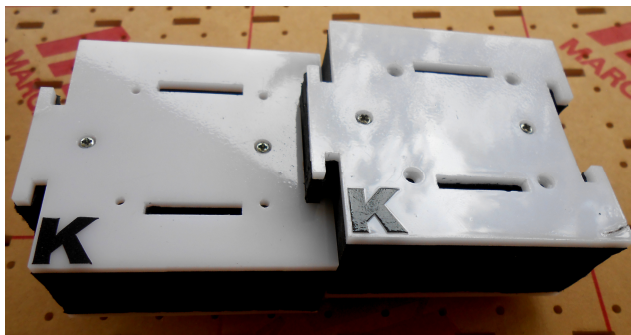
R		Belt Conveyor	Terbuat dari elastic yang dapat memelar sehingga perpanjangan Conveyor dapat dilakukan dengan mudah
S		Papan Utama	Sebagai penopang semua komponen <i>Trainer kit</i> Fleksibel seperti contoh menopang balok utama (K)
T		Benda	Dengan 4 jenis yang berbeda. Kuning pendek. Kuning tinggi, putih pendek dan putih tinggi

E. Motivasi

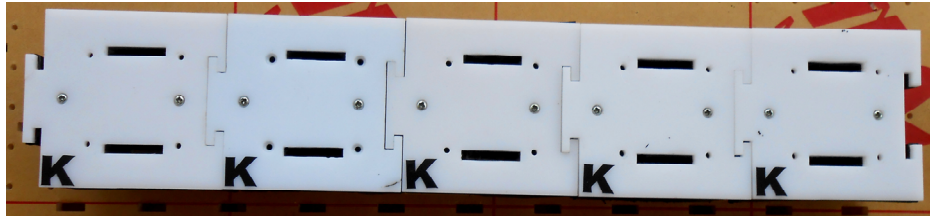
Memotivasi peserta didik dengan medemokan cara kerja maximal Trainer kit Fleksibel

1. Langkah Perakitan model 1

- Susun balok utama (K) seperti pada gambar, kode “K” tidak boleh berdekatan



- Lakukan hal yang sama terhadap balok utama (K) lainnya sehingga menjadi susunan 5 balok utama (K) seperti berikut:



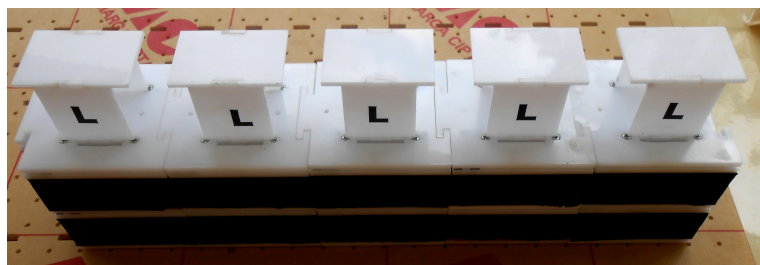
- c. Buat susunan 5 balok utama (K) lagi dan satukan pada bagian bawah susunan balok sebelumnya sehingga didapatkan susunan balok utama (K) seperti berikut: kemudian pasang pada papan utama (S)



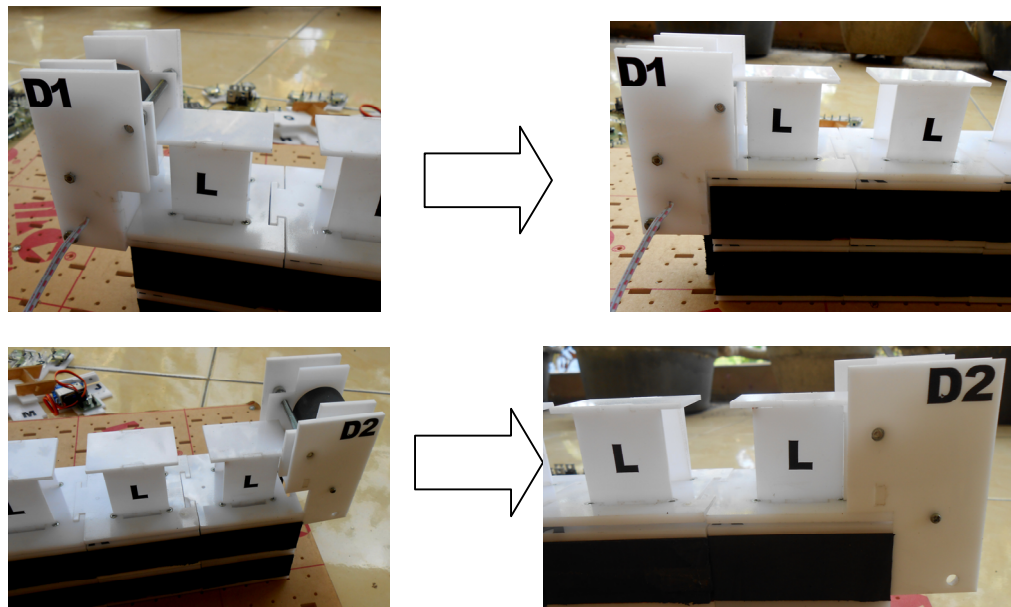
- d. Pasangkan balok Conveyor (L) pada balok utama (K), susuna harus searah dengan balok utama (K) seperti berikut:



- e. Lakukan lagi terhadap balok utama (K) lain sehingga menjadi seperti berikut:

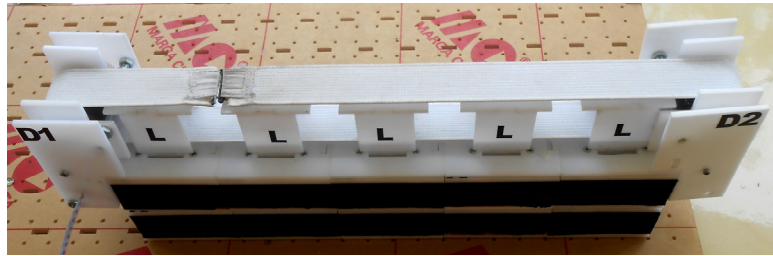


- f. Selanjutnya pasangkan motor female (D1) dan motor male (D2) pada kedua ujung susunan balok, sehingga menjadi seperti berikut:

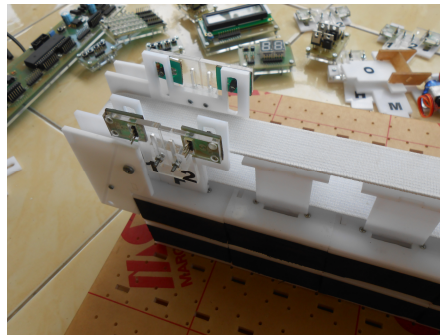


- g. Pasangkan belt (R) dengan memasukkan ujung belt dari motor male (D1) sampai keluar pada ujung motor female (D2) kemudian kaitkan antar ujung belt(R)

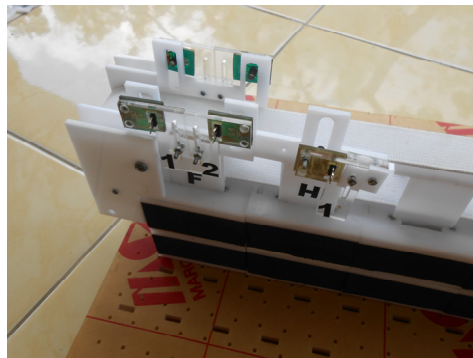




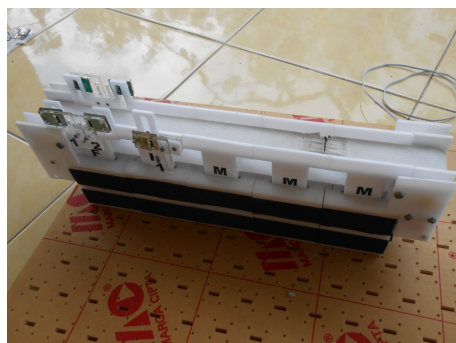
- h. Pasangkan sensor ketinggian (sensor ketinggian photodiode (F) dan sensor ketinggian LED (G)) pada lubang pada balok Conveyor (L)



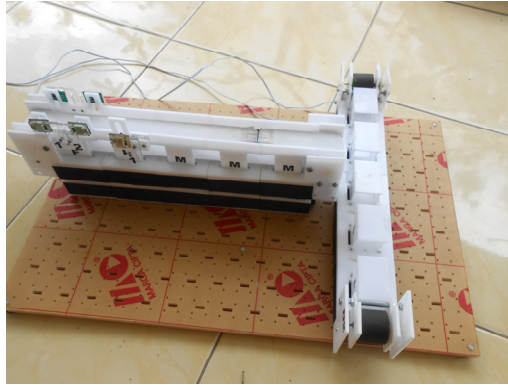
- i. Pasangkan juga sensor warna (H)



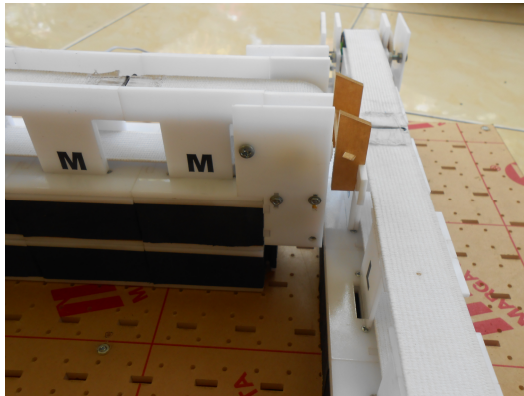
- j. Kemudian pasang pembatas (M) pada semua lubang yang tersisa



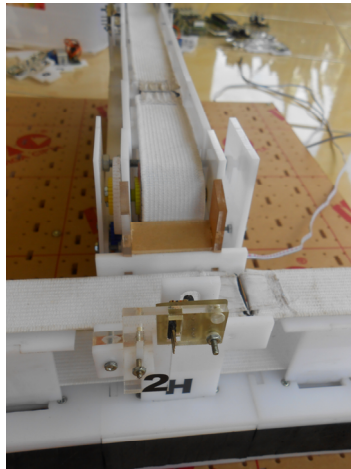
- k. Langkah selanjutnya buat satu lagi blok Conveyor dengan ketinggian satu balok utama (K) dengan menyusun balok utama (K), balok conveyor (L), motor female (D1), motor male (D2), dan belt (R). kemudian tempatkan pada papan utama (S) dengan posisi menyamping didepan blok conveyor sebelumnya



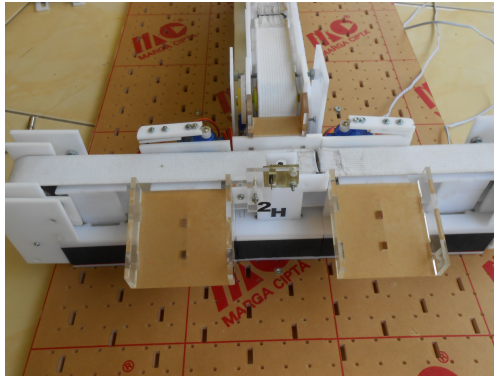
- l. Selanjutnya pasangkan jembatan depan (O) pada blok conveyor yang kedua



- m. Pasangkan sensor warna (H) tetapi disini hanya difungsikan sebagai sensor benda



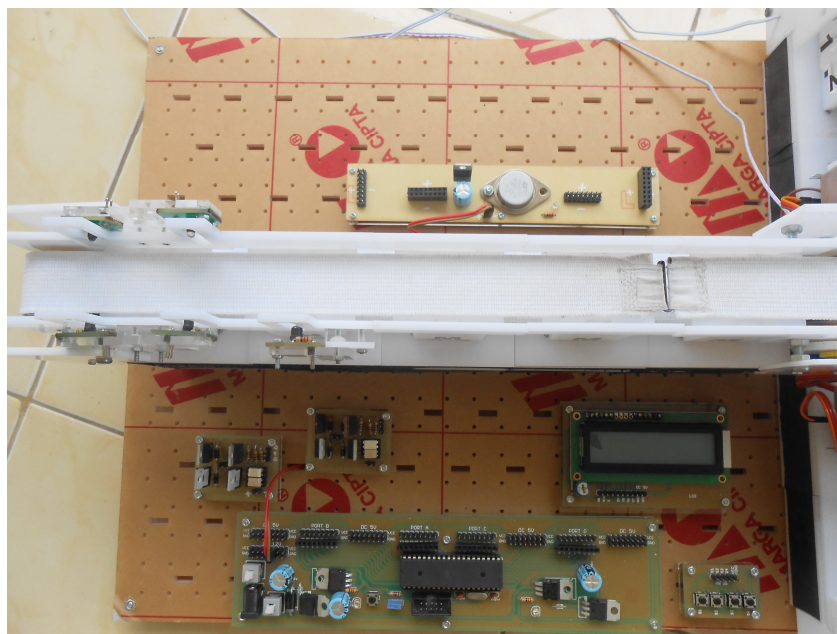
- n. Pasangkan jembatan sampling (N) dan motor servo (J) sehingga menjadi seperti berikut



- o. Pasangkan sensor ketinggian (F dan G) lagi pada ujung conveyor yang kedua



- p. Pasangkan SISMIN (A), Push Button (C), LCD (I), 2 buah driver motor (E) dan power supply (Q). tempatkan seperti gambar berikut

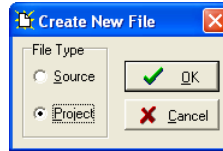


q. Lakukan pengkabelan dengan konfigurasi seperti berikut

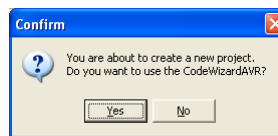
Nama	Konfigurasi
Power Supply	VCC GND 12V – VCC GND 12V Sismi
Driver motor	Pin Motor – motor conveyor 1 VCC GND 12V – VCC GND 12V Sismin VCC 5V – VCC 5V Simin Data1 – PORTB.0
Driver motor	Pin Motor – motor conveyor 2 VCC GND 12V – VCC GND 12V Sismin VCC 5V – VCC 5V Simin Data1 – PORTB.3 Data2 – PORTB.4
Sensor (berurutan dari paling ujung pada blok Conveyor 1)	Pasangkan semua VCC GND Sensor dan LED pada 5V DC Sismin atau Power Supply terdekat Sensor ketinggian 1 – PORTA.0 Sensor ketinggian 2 – PORTA.1 Sensor warna 1 – PORTA.2 Sensor warna 2 – PORTA.3 Sensor ketinggian 3 – PORTA.4 Sensor ketinggian 4 – PORTA.5
Motor Servo	Pasangkan VCC GND pada VCC GND 5V terdekat Motor servo 1 (Sebelah atas) – PORTB.1 Motor servo 2 (Sebelah bawah) – PORTB.2
LCD	PORT LCD - PORTD
Push Button	VCC/GND – GND 5V Simin S1 – PINC.0 S2 – PINC.1

2. Langkah Pemrograman

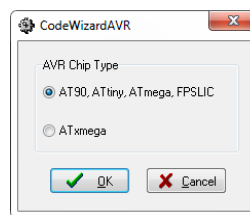
- a. Jalankan program CodeVision AVR
- b. Lakukan langkah-langkah pemrograman CodeVision AVR seperti berikut:
 - 1) Buat project baru, pilih File New, pilih project lalu tekan OK



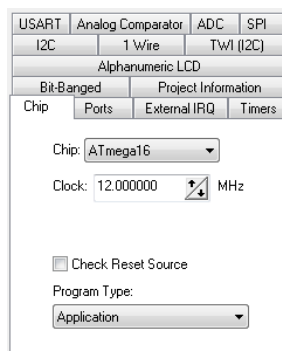
- 2) Kemudian muncul kotak dialog apakah akan menggunakan CodeWizard AVR untuk mempermudah membuat kerangka program, pilih YES



- 3) Setelah itu akan muncul pertanyaan lagi seperti kotak berikut, pilih pilihan yang terdapat ATmega kemudian OK



- 4) Seting chip dengan memilih ATmega16 dan atur clock pada setingan 12.000000 seperti berikut:



- 5) Seting PORT ATmega dengan memilih ports kemudian Seting sesuai gambar berikut:

USART	Analog Comparator	ADC	SPI
I2C	1 Wire	TWI (I2C)	
Alphanumeric LCD			
Bit-Banged		Project Information	
Chip	Ports	External IRQ	Timers

Port A	Port B	Port C	Port D
Data Direction		Pullup/Output Value	
Bit 0	Out	1	Bit 0
Bit 1	Out	0	Bit 1
Bit 2	Out	0	Bit 2
Bit 3	Out	1	Bit 3
Bit 4	Out	1	Bit 4
Bit 5	In	T	Bit 5
Bit 6	In	T	Bit 6
Bit 7	In	T	Bit 7

- 6) Seting LCD dengan memilih Alphanumeric LCD kemudian seting sesuai gambar berikut:

USART	Analog Comparator	ADC	SPI
I2C	1 Wire	TWI (I2C)	
Bit-Banged		Project Information	
Chip	Ports	External IRQ	Timers

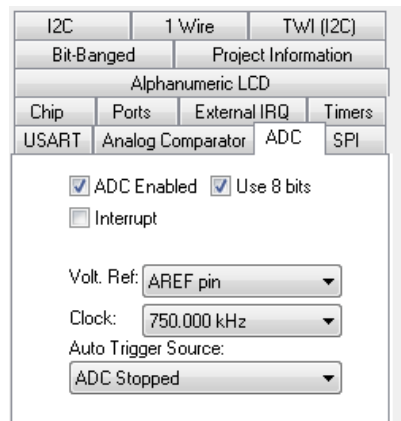
Alphanumeric LCD			
<input checked="" type="checkbox"/> Enable Alphanumeric LCD Support			
Characters/Line:		16	
Connections:			
LCD Module AVR			
RS	PORTD	Bit:	0
RD	PORTD	Bit:	1
EN	PORTD	Bit:	2
D4	PORTD	Bit:	4
D5	PORTD	Bit:	5
D6	PORTD	Bit:	6
D7	PORTD	Bit:	7

- 7) Seting Timer dengan memilih Timer kemudian seting seperti gambar berikut:

USART	Analog Comparator	ADC	SPI
I2C	1 Wire	TWI (I2C)	
Bit-Banged		Project Information	
Alphanumeric LCD			
Chip	Ports	External IRQ	Timers

Timer0	Timer1	Timer2	Watchdog
Clock Source: System Clock			
Clock Value: 12000.000 kHz			
Mode: Normal top=0xFF			
Output: Disconnected			
<input checked="" type="checkbox"/> Overflow Interrupt			
<input type="checkbox"/> Compare Match Interrupt			
Timer Value: 0 h			
Compare: 0			

- 8) Seting ADC dengan memilih ADC kemudia seting seperti gambar berikut:



- 9) Setelah proses seting selesai dilakukan maka selanjutnya pilih program-generate,save and exit.

- 10) Tambahkan beberapa perintah ke dalam kerangka program yang sudah dibuat, untuk membuat LED pada PORTA menyala bergantian,

- a) Tambahkan beberapa variable global

```
int s0,s1,s2,s3,s4,s5,a=0,b=0,c=0,d=0,e=0,i;
unsigned char gerak1,gerak2;
```

pada bagian bawah `#include<alcd.h>` sepeti berikut

```
// Alphanumeric LCD Module functions
#include <alcd.h>
int s0,s1,s2,s3,s4,s5,a=0,b=0,c=0,d=0,e=0,i;
unsigned char gerak1,gerak2;
// Timer 0 overflow interrupt service routine
```

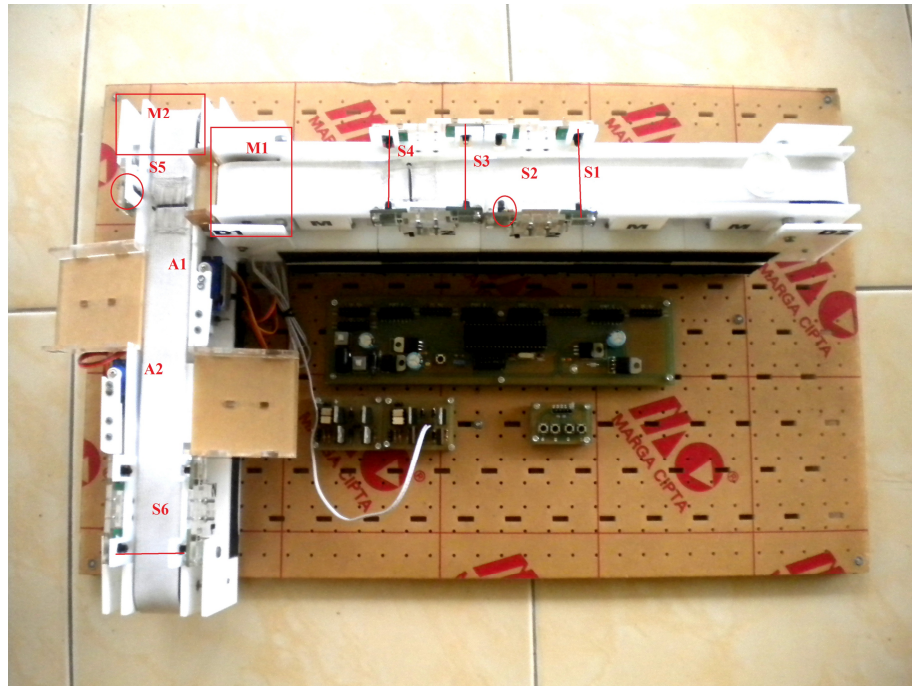
- b) Pada Bagian Timer masukan program dibawah ini

```
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
    // Place your code here
    if (i>937)
    {
        i=0;
    }
    else
    {
        i++;
    }
    if(i<gerak1)
    {
        PORTB.1=1;
    }
    else
    {
        PORTB.1=0;
    }
    if(i<gerak2)
    {
        PORTB.2=1;
    }
    else
    {
        PORTB.2=0;
    }
}
```

- c) Pada main program yang terdapat dibawah sendiri pada bagian while sisipkan perintah berikut

```
while (1)
{
// Place your code here
keluar:
if (PINC.0==0)
{
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf(" START");
delay_ms(500);
lcd_clear();
for (;;)
{
s0=read_adc(0);
s1=read_adc(1);
s2=read_adc(2);
s3=read_adc(3);
s4=read_adc(4);
s5=read_adc(5);
if (PINC.0==0)
{
a=0;
b=0;
c=0;
d=0;
e=0;
PORTB.0=1;
PORTB.3=1;
PORTB.4=1;
gerak1=70;
gerak2=70;
goto keluar;
}
if (s0>240)
{
a=1;
PORTB.0=0;
}
if (s1>240)
{b=1;}
if (s2<160)
{c=2;}
if (s3<200)
{d=1;}
if (s4>240)
{
delay_ms(200);
PORTB.3=1;
PORTB.4=1;
lcd_clear();
a=0;
b=0;
c=0;
d=0;
e=0;
}
if (s5>240)
{
delay_ms(200);
PORTB.3=1;
PORTB.4=1;
lcd_clear();
a=0;
b=0;
c=0;
d=0;
e=0;
}
if (d==1)
{
e=a+b+c;
PORTB.0=1;
}
}
```


4. Contoh Model lain dari *Trainet kit* Fleksibel



Model ini akan berjalan saat tombol start ditekan, kedua motor langsung berjalan. Barang akan disorting secara terus menerus tanpa menunggu barang sebelumnya keluar. Barang yang masuk akan dideteksi oleh S1, kemudian S2 dan S3 akan menyorting barang sesuai dengan warna dan ketinggian. S4 berfungsi sebagai sensor pendeteksi bahwa barang selesai didata. Data tersebut akan disimpan dalam array yang kemudian akan digunakan saat sensor S5 mendeteksi adanya barang. Dari data sebelumnya maka barang akan dibuang kedepan jika barang tidak memenuhi syarat ketinggian, dan barang yang tinggi dan mempunyai warna akan masuk proses selanjutnya dengan digeser oleh aktuator A1 dan A2. Tombol STOP akan menghentikan proses jika semua barang yang masuk selesai diproses.

Konfigurasi Perakitan

Nama	Konfigurasi
Power Supply	VCC GND 12V – VCC GND 12V Sismi
Driver motor	Pin Motor – motor conveyor 1 VCC GND 12V – VCC GND 12V Sismin VCC 5V – VCC 5V Simin Data1 – PORTB.0
Driver motor	Pin Motor – motor conveyor 2 VCC GND 12V – VCC GND 12V Sismin VCC 5V – VCC 5V Simin Data1 – PORTB.1
Sensor (berurutan dari paling ujung pada blok Conveyor 1)	Pasangkan semua VCC GND Sensor dan LED pada 5V DC Sismin atau Power Supply terdekat Sensor ketinggian (S1) – PORTA.0 Sensor warna (S2) – PORTA.1 Sensor ketinggian (S3) – PORTA.2 Sensor ketinggian (S4) – PORTA.3 Sensor warna (S5) – PORTA.4 Sensor ketinggian (S6) – PORTA.5
Motor Servo	Pasangkan VCC GND pada VCC GND 5V terdekat Motor servo (A1) – PORTB.2 Motor servo (A2) – PORTB.3
LCD	PORT LCD - PORTD
Push Button	VCC/GND – GND 5V Simin S1 – PINC.0 S2 – PINC.1

Program

```
while (1)
{
    // Place your code here
    keluar:
    s0=read_adc(0);
    s1=read_adc(1);
    s2=read_adc(2);
    s3=read_adc(3);
    s4=read_adc(4);
    s5=read_adc(5);

    lcd_gotoxy(0,0);
    sprintf(buf,"%d",s0);
    lcd_puts(buf);
    lcd_gotoxy(0,1);
    sprintf(buf1,"%d",s1);
    lcd_puts(buf1);
    lcd_gotoxy(4,0);
    sprintf(buf2,"%d",s2);
    lcd_puts(buf2);
    lcd_gotoxy(4,1);
    sprintf(buf3,"%d",s3);
    lcd_puts(buf3);
    lcd_gotoxy(8,0);
    sprintf(buf4,"%d",s4);
    lcd_puts(buf4);
    lcd_gotoxy(8,1);
    sprintf(buf5,"%d",s5);
    lcd_puts(buf5);
    delay_ms(200);
    lcd_clear();
    if (PINC.0==0)
    {
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf(" START");
        delay_ms(500);
        lcd_clear();
        PORTB.0=0;
        PORTB.1=0;
        for (;;)
        {
            s0=read_adc(0);
            s1=read_adc(1);
            s2=read_adc(2);
            s3=read_adc(3);
            s4=read_adc(4);
            s5=read_adc(5);

            if (s0>200){a=1;}
            if (s1<180){b=2;}
            if (s2>200){c=1;}
            if (s3>200){p=1;}
            if (a==1 && p==1)
            {
                d++;
                if (d==4) {d=1;}
                data[d]=a+b+c;
                a=0;
                b=0;
                c=0;
                p=0;
            }
            if (s4<180)
            {
                delay_ms(100);
                e++;
            }
            if (s5>200)
            {
                delay_ms(100);
                l++;
            }

            if (e>=1)
            {
                f++;
                if (data[l]==2)
                {
                    if
                    (f==100){gerak1=50;g=1;}
                }
            }
        }
    }
}
```

```

        if
(f==150){gerak1=70;g=1;}

        }

        if (data[1]==4)

        {

            if
(f==200){gerak2=90;g=1;}

            if
(f==250){gerak2=70;g=1;}

            }

        }

        if (e>=2)

        {

            m++;

            if (data[2]==2)

            {

                if
(m==100){gerak1=50;h=1;}

                if
(m==150){gerak1=70;h=1;}

                }

            if (data[2]==4)

            {

                if
(m==200){gerak2=90;h=1;}

                if
(m==250){gerak2=70;h=1;}

                }

            }

        if (e>=3)

        {

            n++;

            if (data[3]==2)

            {

                if
(n==100){gerak1=50;j=1;}

                if
(n==150){gerak1=70;j=1;}

                }

            if (data[3]==4)

            {

                if
(n==200){gerak2=90;j=1;}

```

```

        if
(n==250){gerak2=70;j=1;}

        }

        }

        if (e>=4)

        {

            o++;

            if (data[4]==2)

            {

                if
(o==100){gerak1=50;k=1;}

                if
(o==150){gerak1=70;k=1;}

                }

            if (data[4]==4)

            {

                if
(o==200){gerak2=90;k=1;}

                if
(o==250){gerak2=70;k=1;}

                }

            }

        if (PINC.1==0) {g=1;}

        q=g+h+j+k+1;

        if (g==1 && q==e)

        {

            PORTB.0=1;

            PORTB.1=1;

            e=0;

            f=0;

            g=0;

            h=0;

            j=0;

            k=0;

            l=0;

            m=0;

            n=0;

            o=0;


            goto keluar;

        }

        if (q==e)

```

```
{  
    e=0;  
    f=0;  
    g=0;  
    h=0;  
    j=0;  
    k=0;  
    l=0;  
    m=0;  
    n=0;  
    o=0;  
}  
}  
}  
}
```


	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOB SHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 130 dari 16

A. Kompetensi Dasar

Memahami input dan output pada mikrokontroller ATmega16

B. Indikator

Setelah praktikum peserta didik menguasai:

1. Cara pembacaan data PORT pada mikrokontroller ATmega16.
2. Logika pemrograman output LED nyala bergantian pada mikrokontroller ATmega16.
3. Logika pengendalian LED melalui saklar pada mikrokontroller ATmega16.

C. Teori Dasar


Mikrokontroller mempunyai sejumlah port yang bisa dipilih untuk difungsikan sebagai terminal pengendalian peralatan luar yang disebut port I/O. port I/O pada mikrokontroller ATmega16 dapat difungsikan sebagai input maupun output dengan keluaran tinggi (*high*) ataupun rendah (*low*). Untuk mengatur fungsi input ataupun output, perlu dilakukan setting pada DDR dan PORT. Penyetingan tersebut dapat dilakukan dengan bantuan Code Wizard AVR maupun secara langsung dengan menuliskan program, tabel pengaturan port I/O pada CodeWizard adalah sebagai berikut:

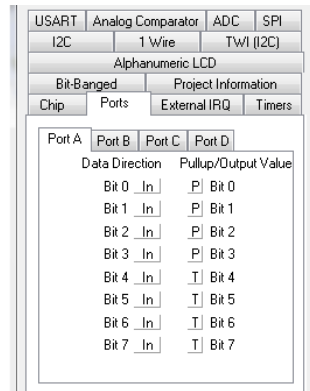
USART	Analog Comparator	ADC	SPI
I2C	1 Wire	Twi (I2C)	
Alphanumeric LCD			
Bit-Banged		Project Information	
Chip	Ports	External IRQ	Timers
Port A	Port B	Port C	Port D
Data Direction		Pullup/Output Value	
Bit 0	Out	0	Bit 0
Bit 1	Out	0	Bit 1
Bit 2	Out	0	Bit 2
Bit 3	Out	1	Bit 3
Bit 4	Out	1	Bit 4
Bit 5	Out	1	Bit 5
Bit 6	Out	1	Bit 6
Bit 7	Out	1	Bit 7

Penulisan secara program:
 PORTA=0xF8;
 DDRA=0xFF;

Gambar 1. Pengaturan Output dengan Program

Gambar 2. Pengaturan Output dengan Code Wizard AVR

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 131 dari 16



Penulisan secara program:
PORTA=0x0F;
DDRA=0x00;

Gambar 3. Pengaturan Input dengan program

Gambar 4. Pengaturan Input dengan Code Wizard AVR


Pada gambar 1 dan 2 pengaturan fungsi PORT terletak pada kolom Data Direction, tetapi dalam pengaturan secara program terletak pada program DDRx. X menunjukkan PORT yang diatur. Contoh pengaturannya sebagai berikut:

DDRA =0xXX; ➔ pengaturan terhadap fungsi port-A
=0xFF; ➔ pengaturan semua port-A sebagai Output (0b11111111)
=0x00; ➔ pengaturan semua port-A sebagai Input (0b00000000)
=0x0F; ➔ pengaturan port-A 4 bit sebagai Output dan 4 bit sebagai Input (0b00001111) artinya PORTA.0-PORTA.3 sebagai Output dan PINA.4-PINA.7 sebagai Input

Tabel 2. Tabel konfigurasi pengaturan port I/O secara langsung

Setelah pengaturan Input atau Output maka selanjutnya adalah pengaturan keluaran atau sistem pembacaan pada port I/O. Pada Port Output pengaturan menunjukkan nilai keluaran pada kaki port tersebut. Jika dalam Code Wizard AVR kita memilih angka 1 pada kolom PullUp/Output Value maka port pada bit yang kita atur tersebut akan secara otomatis mengeluarkan logika Tinggi (1) dan sebaliknya jika kita atur dengan angka 0 maka logika yang terjadi adalah Rendah. Pengaturan keluaran Output secara program adalah sebagai berikut:

PORTA =0xXX; ➔ pengaturan terhadap nilai Output Port –A
=0xFF; ➔ nilai keluaran Port-A pada setiap Bit = Tinggi (0b11111111)
=0x00; ➔ nilai keluaran Port-A pada setiap Bit = Rendah (0b00000000)

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 132 dari 16

=0x0F ; ➔ nilai keluaran Port-A pada 4 bit =Tinggi dan 4 bit=Rendah
Dengan pembacaan bit 0,1,2,3 = Tinggi dan bit 4,5,6,7 =
Rendah (0b00001111)

Tabel 2. Tabel konfigurasi pengaturan port Output secara langsung

Berbeda dengan pengaturan Output, dalam pengaturan Input pilihan yang ada adalah P (Pull Up) dan T (Toggle). Kondisi Toggle ('T') adalah kondisi dimana mikrokontroler akan membaca sinyal setiap ada perubahan logika. Perubahan itu bisa dari logika tinggi (1) menuju rendah (0) dikatakan falling edge, atau sebaliknya dari logika rendah (0) ke tinggi (1) dikatakan sebagai kondisi rising edge. Kondisi Pull Up ('P') adalah kondisi dimana hanya membaca satu perubahan logika. Berikut adalah pengaturan sistem pembacaan pada port Input.

PORTA =0x00; ➔ Kondisi 8 bit pada port-A semuanya Toggle ('T')
=0xFF; ➔ Kondisi 8 bit pada port-A semuanya Pull up ('P')
=0xF0; ➔ Kondisi 4 bit port-A berfungsi sebagai Toggle ('T') dan 4 bit berfungsi sebagai Pull up ('P').

Tabel 2. Tabel konfigurasi pengaturan port Input secara langsung


Ada dua macam peng-akses-an port, yaitu secara bersamaan dan secara satu-persatu pin/bit. Sebagai contohnya adalah berikut ini (Akses ke-PORTA);

Instruksi CVAVR Secara bersamaan:

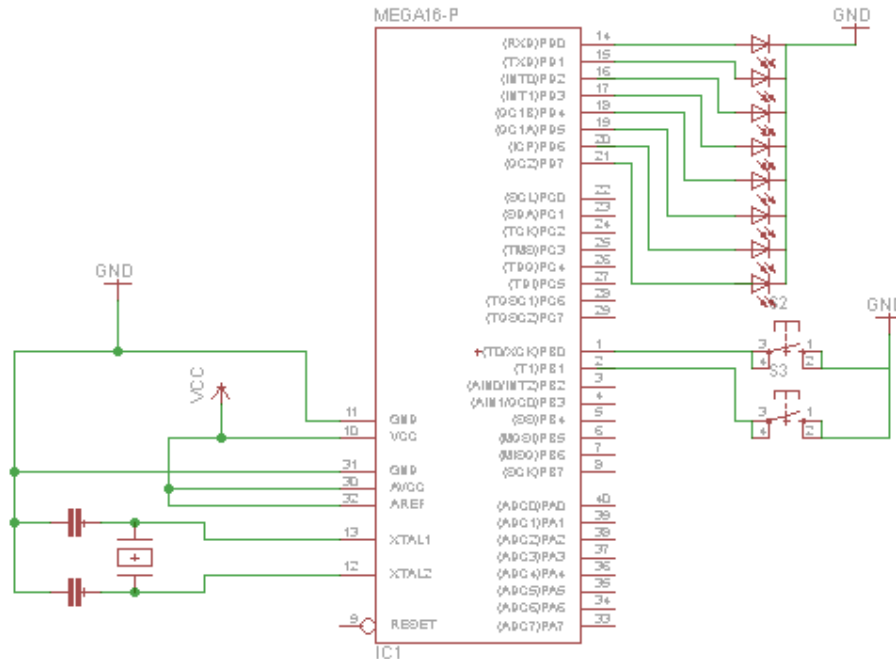
PORTA=0x0F; atau **PORTA=0b00001111;** ➔ pada 8 bit data PORTA akan
mengeluarkan data 00001111

Instruksi CVAVR Secara per-bit:

PORTA.0=0; ➔ Pada bit ke-0 PORTA akan mengeluarkan data 0
PORTA.3=0; ➔ Pada bit ke-3 PORTA akan mengeluarkan data 0
PORTA.4=1; ➔ Pada bit ke-4 PORTA akan mengeluarkan data 1
PORTA.7=1; ➔ Pada bit ke-4 PORTA akan mengeluarkan data 1, Dst

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 133 dari 16

Gambar Rangkaian




Gambar 5. Rangkaian aplikasi I/O

Rangkaian diatas untuk menghidupkan 8 buah LED yang dipasang pada PORTD dan 2 buah Push button yang dipasang pada PORTB.0 dan PORTB.1. LED tersebut dipasang *Common Cathode*, yaitu katoda LED dihubungkan ke GND dan dalam penulisan program untuk menghidupkan LED diberi logika 1. Push button dihubungkan dengan GND maka dalam penulisan program akan aktif saat masukan bernilai 0. gambar rangkaian diatas menggunakan LED *Common Cathode* langsung tanpa dibatasi dengan resistor karena keluaran arus dari PORTA maksimum 20 mA sehingga aman untuk LED, namun jika diinginkan memakai resistor tidak apa-apa.

D. Alat dan Bahan

1. Komputer dengan program Codevision AVR.
2. Media *Trainer kit* Fleksibel

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 134 dari 16

E. Keselamatan Kerja

1. Penggunaan komputer dengan langkah-langkah yang benar baik pada saat menghidupkan menggunakan dan mematikan
2. Buat rangkaian pada Media *Trainer kit* Fleksibel dengan benar, jika ada keraguan periksakan ke guru pengampu

F. Contoh Soal latihan 1

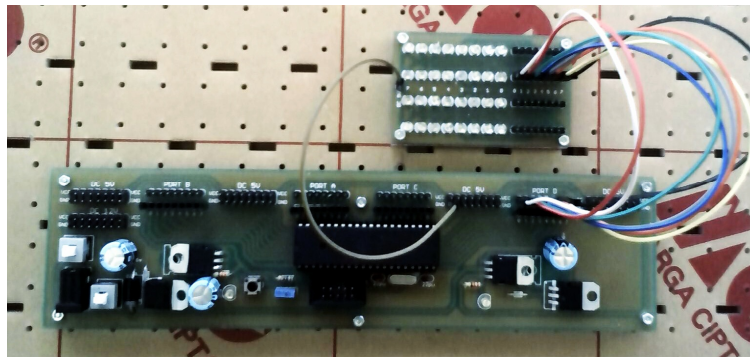
Buatlah program penyalan 8 LED dengan ketentuan penyalan sebagai berikut:

LED 0-3 menyala selama beberapa detik kemudian padam dan LED 4-7 menyala selama beberapa detik kemudian padam, saat LED 4-7 menyala LED 0-3 padam.

Proses ini berlangsung secara terus menerus (Flip-Flop)

G. Langkah Pemrograman 1


1. Hubungkan SISMIN (A) Media *Trainer kit* Fleksibel dengan output rangkaian LED (B) menggunakan kabel penghubung dengan konfigurasi sebagai berikut:

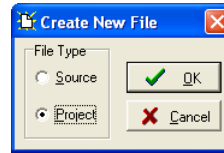


Gambar 6. Pemasangan Emulator LED pada SISMIN

Hubungkan rangkaian LED (B) dengan port D sesuai dengan bit yang tertulis kemudian hubungkan GND rangkaian LED (B) dengan GND DC 5v pada SISMIN (A).

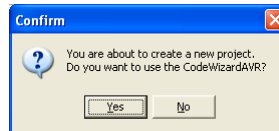
2. Jalankan program CodeVision AVR
3. Lakukan langkah-langkah pemrograman CodeVision AVR seperti berikut:
 - a. Buat project baru, pilih File New, pilih project lalu tekan OK

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 135 dari 16



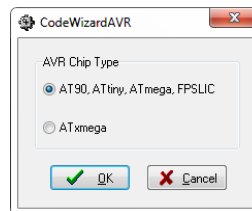
Gambar 7. Project baru CodeVision AVR

- b. Kemudian muncul kotak dialog apakah akan menggunakan CodeWizard AVR untuk mempermudah membuat kerangka program, pilih YES



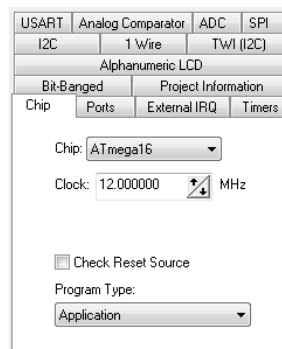
Gambar 8. Pertanyaan untuk menggunakan CodeWizardAVR

- c. Setelah itu akan muncul pertanyaan lagi seperti kotak berikut, pilih pilihan yang terdapat ATmega kemudian OK




Gambar 9. Pemilihan Chip

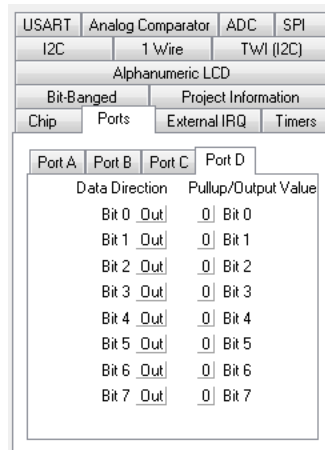
- d. Seting chip dengan memilih ATmega16 dan atur clock pada setingan 12.000000 seperti berikut:



Gambar 10. Seting Chip

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 136 dari 16


- e. Seting keluaran PIN ATmega dengan memilih ports kemudian gunakan port D sebagai keluaran dengan mengganti setingan semua bit menjadi Out dan rubah data bit menjadi 0.



Gambar 11. Seting Port

- f. Setelah proses seting selesai dilakukan maka selanjutnya pilih program-generate,save and exit.
- g. Tambahkan beberapa perintah ke dalam kerangka program yang sudah dibuat, untuk membuat LED pada PORTA menyala bergantian,
- 1) Tambahkan **#include <delay.h>** pada bagian awal program, dibawah **#include <mega16.h>**
 - 2) Pada main program yang terdapat dibawah sendiri pada bagian while sisipkan perintah berikut

```
while (1)
{
    // Place your code here
    PORTD = 0b11110000; // led pada bit 7,bit 6, bit 5, dan bit 4 nyala
    delay_ms(1000); // memanggil perintah Delay selama 1000ms
    PORTD = 0b00001111; // led pada bit 3,bit 2, bit 1, dan bit 0 nyala
    delay_ms(1000); // memanggil perintah Delay selama 1000ms
}
```


	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 137 dari 16

sehingga tampilan program secara keseluruhan sebagai berikut:

```

/*****
This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.0 Professional
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2010 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
http://www.hpinfotech.com

```

```

Project :
Version :
Date : 10/21/2014
Author :
Company :
Comments:

```

```

Chip type : ATmega16
Program type : Application
AVR Core Clock frequency: 12.000000 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 256

```

```

*****/

```

```

#include <mega16.h>
#include <delay.h>

```

```

// Declare your global variables here

```

```

void main(void)
{
// Declare your local variables here

```

```

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=Out
Func0=Out
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=1 State0=1
PORTA=0x03;
DDRA=0x03;

```

```

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;

```

```

// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

```

```


// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;

```

```

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;

```


	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 138 dari 16

```

OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;


// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC disabled
ADCSRA=0x00;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

```

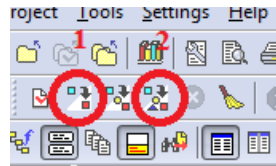
	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 139 dari 16

```

while (1)
{
    // Place your code here
    PORTD = 0b11110000;
    delay_ms(1000);
    PORTD = 0b00001111;
    delay_ms(1000);
}

```

- h. Selanjutnya tinggal lakukan perintah Compile the project (no.1) untuk melihat apakah terjadi eror. Jika tidak terjadi eror maka lakukan perintah Build all project files (no.2).



Gambar 12. Menu Compile dan build program

- i. Kemudian lakukan uji coba dengan mendownloadkan program pada media *Trainer kit* Fleksibel.

H. Penjelasan Program 1

1. `#include <mega16.h>`

Ungkapan ini menyatakan untuk menyisipkan header mega 16, yang berisi deklarasi register mikrokontroller ATmega 16.


2.

```

while (1)
{
    // Place your code here
    PORTD = 0b11110000; // led pada bit 7, bit 6, bit 5, dan bit 4 nyala
    delay_ms(1000); // memanggil perintah Delay selama 1000ms
    PORTD = 0b00001111; // led pada bit 3, bit 2, bit 1, dan bit 0 nyala
    delay_ms(1000); // memanggil perintah Delay selama 1000ms
}

```

Pernyataan diatas digunakan untuk menyalakan LED pada PORTD dengan memberi keluaran sesuai yang diinginkan. Pada data tersebut LED akan menyala saat keluaran berlogika high (1) karena rangkaian LED (B) *Commo Cathode*. Untuk memperlambat atau mempercepat pergantian antara data satu dengan data yang lain dilakukan dengan mengganti nilai delay.

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOB SHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 140 dari 16

I. Latihan Soal 1

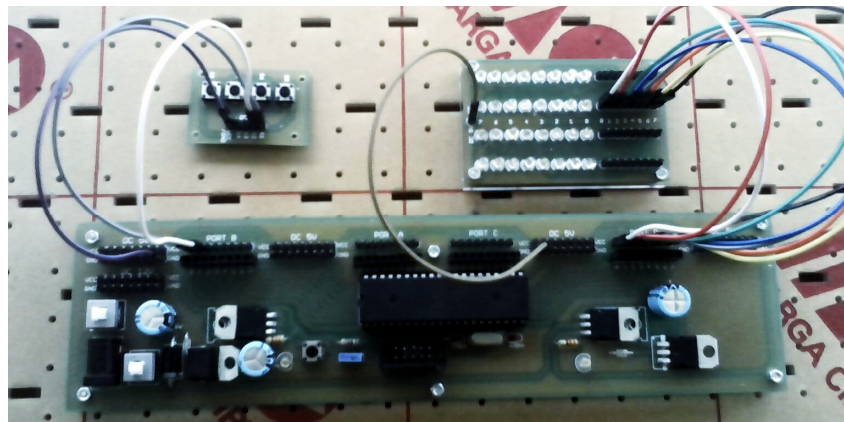
1. Buatlah variasi program LED bergantian lainnya:
 - a) Program nyala led nyala berurutan satu persatu kemudian mati semua saat 8 led sudah menyala. Program ini berjalan secara terus menerus (*led3.prj*)

J. Contoh Soal 2

Buatlah rangkaian dan program penyalan led dengan perintah masukan Pushbutton dengan ketentuan sebagai berikut. Saat Pushbutton 1 ditekan led 0-3 menyala lainnya padam dan saat Pushbutton 2 ditekan led 4-7 menyala lainnya padam.


K. Langkah Pemrograman 2

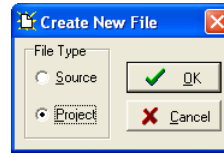
1. Hubungkan SISMIN (A) Media *Trainer kit* Fleksibel dengan rangkaian LED (B) menggunakan kabel penghubung dengan konfigurasi sebagai berikut:



Gambar 13. Perakitan Emulator LED dan Emulator Pushbutton

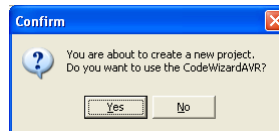
- Hubungkan rangkaian LED (B) dengan port D sesuai dengan bit yang tertulis kemudian hubungkan GND rangkaian LED (B) dengan GND DC 5v pada SISMIN (A). Tambahkan emulator Push Button (C), hubungkan dengan port B pada bit 0 dan bit 1 dan hubungkan GND pada kaki GND/VCC emulator Push Button (C).
2. Jalankan program CodeVision AVR
 3. Lakukan langkah-langkah pemrograman CodeVision AVR seperti berikut:
 - a. Buat project baru, pilih File New, pilih project lalu tekan OK

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 141 dari 16



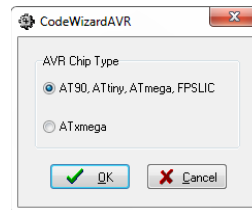
Gambar 14. Project baru CodeVision AVR

- b. Kemudian muncul kotak dialog apakah akan menggunakan CodeWizard AVR untuk mempermudah membuat kerangka program, pilih YES



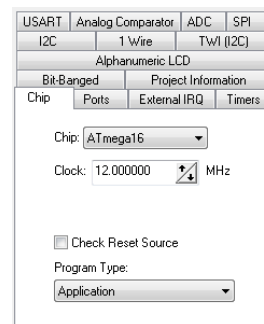
Gambar 15. Pertanyaan untuk menggunakan CodeWizardAVR

- c. Setelah itu akan muncul pertanyaan lagi seperti kotak berikut, pilih pilihan yang terdapat ATmega kemudian OK




Gambar 16. Pemilihan Chip

- d. Seting chip dengan memilih ATmega16 dan atur clock pada setingan 12.000000 seperti berikut:

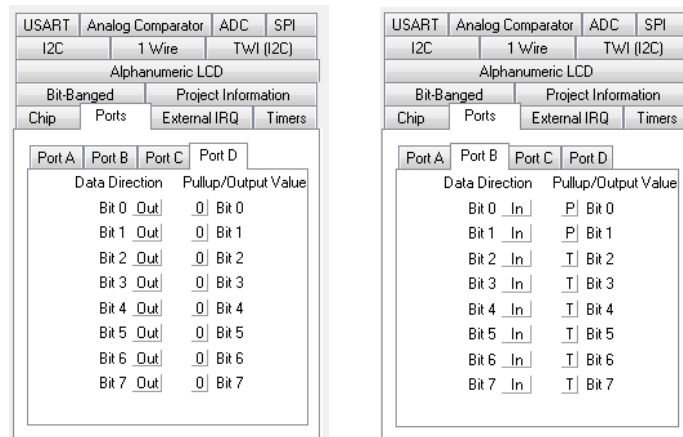


Gambar 17. Seting Chip

- e. Seting keluaran PIN ATmega dengan memilih ports kemudian gunakan port D sebagai keluaran dengan mengganti setingan semua bit menjadi Out dan rubah data bit menjadi 0. Selanjutnya pilih port B dan rubah

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 142 dari 16

setingan bit 0 dan bit 1 menjadi input dan atur sistem pembacaan dengan memilih Pull Up (“P”).



Gambar 18. Seting Port


- f. Setelah proses seting selesai dilakukan maka selanjutnya pilih program-generate,save and exit.
- g. Tambahkan beberapa perintah ke dalam kerangka program yang sudah dibuat, untuk membuat LED pada PORTA menyala sesuai dengan Input Push button,

- 1) Tambahkan `#include <delay.h>` pada bagian awal program, dibawah `#include <mega16.h>`
- 2) Pada main program yang terdapat dibawah sendiri pada bagian while sisipkan perintah berikut

```
while (1)
{
    // Place your code here
    if (PINB.0==0)
    {
        PORTD=0x0F;    //led menyala pada bit 0,1,2dan 3
    }

    if (PINB.1==0)
    {
        PORTD=0xF0;    //led menyala pada bit 0,1,2dan 3
    }
}
```

sehingga tampilan program secara keseluruhan sebagai berikut:

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 143 dari 16

/*****
 This program was produced by the
 CodeWizardAVR V2.05.0 Professional
 Automatic Program Generator
 © Copyright 1998-2010 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
 http://www.hpinfotech.com

Project :
 Version :
 Date : 10/22/2014
 Author :
 Company :
 Comments:

Chip type : ATmega16
 Program type : Application
 AVR Core Clock frequency: 12.000000 MHz
 Memory model : Small
 External RAM size : 0
 Data Stack size : 256

*****/

#include <mega16.h>
 #include <delay.h>

// Declare your global variables here

void main(void)
 {
 // Declare your local variables here


// Input/Output Ports initialization
 // Port A initialization
 // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
 // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
 PORTA=0x00;
 DDRA=0x00;

// Port B initialization
 // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
 // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=P State0=P
 PORTB=0x03;
 DDRB=0x00;

// Port C initialization
 // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
 // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
 PORTC=0x00;
 DDRC=0x00;

// Port D initialization
 // Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out Func2=Out Func1=Out Func0=Out
 // State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=0 State1=0 State0=0
 PORTD=0x00;
 DDRD=0xFF;

// Timer/Counter 0 initialization
 // Clock source: System Clock
 // Clock value: Timer 0 Stopped
 // Mode: Normal top=0xFF
 // OC0 output: Disconnected
 TCCR0=0x00;
 TCNT0=0x00;
 OCR0=0x00;

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 144 dari 16

```
// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;


// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC disabled
ADCSRA=0x00;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

while (1)
```

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK TEKNIK MIKROKONTROLLER DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	Input dan Output	Hal 145 dari 16

```

{
// Place your code here
if(PINB.0==0)
{
PORTD=0x0F;
}

if(PINB.1==0)
{
PORTD=0xF0;
}

}}

```

L. Penjelasan Program 2

```

while (1)
{
// Place your code here
if(PINB.0==0)
{
PORTD=0x0F; //led menyala pada bit 0,1,2dan 3
}

if(PINB.1==0)
{
PORTD=0xF0; //led menyala pada bit 0,1,2dan 3
}

}
}

```

Pada program `if(PINB.0==0) {...}` mempunyai arti jika PIN B bit 0 bernilai 0 maka akan menjalankan program yang berada pada kurung kurawal. Tanda `==` pada program ini berarti bernilai, berbeda dengan tanda `=` yang ada pada program ini `PORTD=0x0F;`. karena pada program tersebut tanda `=` mempunyai arti memberi nilai (Keluaran bernilai)

M. Tugas 2

1. Buatlah variasi program masukan lainnya:

- Program nyala LED sesuai dengan inputan Pushbutton, Pushbutton 1 menghidupkan LED 1, Pushbutton 2 menghidupkan LED 2, dst dan saat salah satu LED hidup maka Led lainnya padam (*LED4.prj*)

N. Keterangan

- SISMIN = Sistem Minimum= kode “A”

Sebuah rangkaian elektronik minimal, dimana mikrokontroller sudah dapat bekerja.

- PushButton = Tombol= kode “C”

Rangkaian tombol yang disatukan pada salah satu ujung kaki nya.

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 146 dari 19

A. Kompetensi Dasar

Memahami output pada mikrokontroller ATmega16 untuk kendali motor DC

B. Indikator

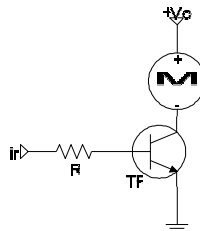
Setelah praktikum peserta didik dapat:

1. Membuat program output mikrokontroller untuk kendali putar kanan dan kiri pada motor DC
2. Mengaplikasikan dan membuat program output mikrokontroler untuk kendali kecepatan motor DC dengan menggunakan teknik PWM.

C. Teori Dasar

Motor DC adalah suatu motor penggerak yang dikendalikan dengan arus searah (DC). Pada awalnya motor hanya dapat dikendalikan nyala dan matinya saja, selanjutnya dalam perkembangannya pengendalian motor dilakukan mengacu pada kecepatan, kekuatan (torsi) serta posisi putaran.

Pengendalian hidup dan matinya motor pada awalnya dapat diatur dengan menggunakan saklar mekanik. Perkembangan saat ini pengaturan nyala mati motor dengan metode saklar elektrik dengan menggunakan Transistor/FET sebagai saklar. Berikut secara schematic transistor dirangkai sebagai saklar untuk motor;

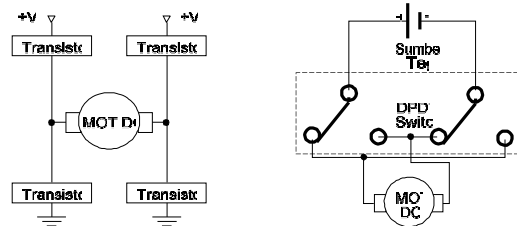


Gb.1 Skematik kendali motor DC dengan saklar transistor

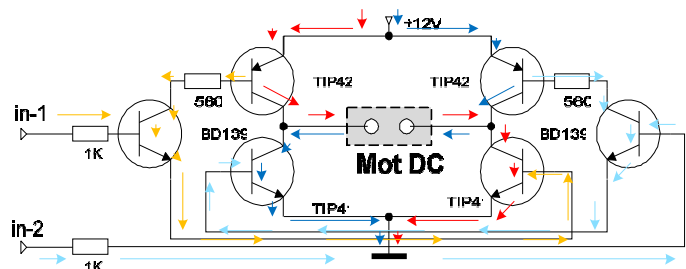
Pada rangkaian diatas apabila pada input diberi signal high (1), maka motor akan aktif dan sebaliknya. Sehingga rangkaian seperti diatas dikatakan sebagai rangkaian driver motor active high. Penggunaan satu buah transistor sebagai kendali motor hanya dapat mengendalikan on/off motor dan kecepatan motor saja. Sedangkan untuk mengatur arah putaran motor perlu rangkaian driver dengan empat buah transistor, rangkaian ini disebut sebagai rangkaian H-Bridge driver motor.

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO	
	JOB SHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK
	Tgl :	SEM. 3 Hal 147 dari 19

Berikut ilustrasi H-Bridge driver yang banyak digunakan untuk mengendalikan arah putaran motor;



Gb.2 Persamaan prinsip kerja rangkaian H-Bridge driver motor



Gb.3 Rangkaian driver motor H-bridge dengan menggunakan transistor

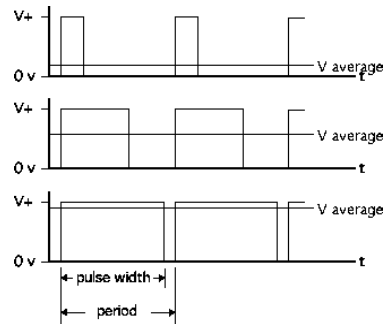
Prinsip dasarnya rangkaian driver H-bridge adalah mengambil prinsip saklar DPDT seperti gambar 2, dengan kerja saklar bergantian berpasangan. Pada rangkaian menggunakan transistor juga berkerja bergantian berpasangan, yaitu contoh TIP42 dengan TIP41. Dengan prinsip kerja bergantian akan membalik polaritas tegangan yang disupplykan ke motor, sehingga akan terjadi pergantian arah putar. Ilustrasi kerja kerja rangkaian driver H-Bridge dapat dilihat pada gambar 3.

Kedua rangkaian driver (1 transistor & H-Bridge) dapat digunakan untuk mengatur kecepatan motor dc dengan teknik PWM. Pulse Width Modulation (PWM) merupakan salah satu pengaturan kecepatan motor dengan menggunakan teknik pengaturan lebar signal-signal yang dikirim ke transistor. Pengaturan lebar gelombang dilakukan pada posisi high ataupun low, sehingga akan mendapatkan kecepatan yang diinginkan. Tiga kurva terlihat pada gambar 4 di bawah, masing-masing terbagi pada frekuensi yang sama akan tetapi lebar pulsanya berbeda. Menvariasi durasi antara waktu “on” (t_{on}) atau waktu “off” (t_{off}) motor dapat dialiri nilai rata-rata antara 0V dan V+ (penuh) dengan persamaan *duty cycle* (α)

$$\alpha = t_{on} / (t_{on} + t_{off})$$

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO	
	JOB SHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM SEM. 3 Hal 148 dari 19

Duty Cycle yaitu besaran lebar pulsa PWM, semakin sempit pulsa PWM, tegangan ekuivalen liniernya makin kecil.

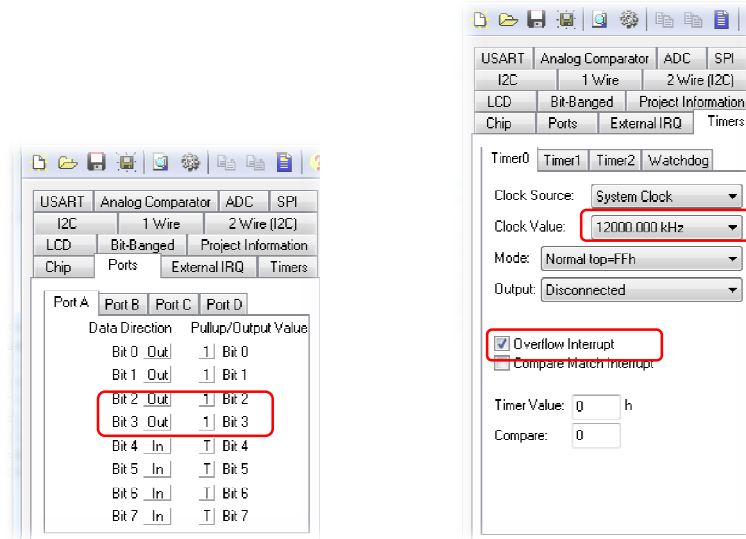


Gb.4 *Pulse Width Modulation (PWM)*

Apabila diambil sebuah contoh rangkaian driver H-bridge seperti gambar 3, yang merupakan rangkaian driver active high. Maka apabila pengaturan lebar pulsa dilakukan pada pulsa high (1) semakin lebar dari pada low (0) maka motor akan berputar semakin cepat. Sedangkan apabila lebar pulsa high (1) semakin kecil dari pada pulsa low (0), maka motor akan berputar semakin lambat bahkan berhenti.

Pengaturan program pada code vision AVR guna menggunakan teknik PWM dapat dilakukan dengan fasilitas OUTPUT dan Timer0. Timer digunakan untuk fasilitas interrupt yang akan selaludikerjakan, dan kemudian akan diisi dengan program PWM. Sedangkan output digunakan sebagai keluaran dari PWM tersebut. Teknik pemrogram PWM banyak cara yang dapat digunakan, pada bab ini akan dibahas salah satu teknik yang banyak digunakan. Berikut ilustrasi pengaturan pada CodeWizardAVR guna memanfaatkan teknik PWM (missal output PortA dengan rangkaian seperti pada Sub bab Poin B);

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO	
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK
	Tgl :	SEM. 3 Hal 149 dari 19



Gb.5 Pengaturan pada CodeWizardAVR untuk teknik PWM

Secara garis besar, teknik pemrograman PWM dapat dilakukan dengan list program berikut ini;

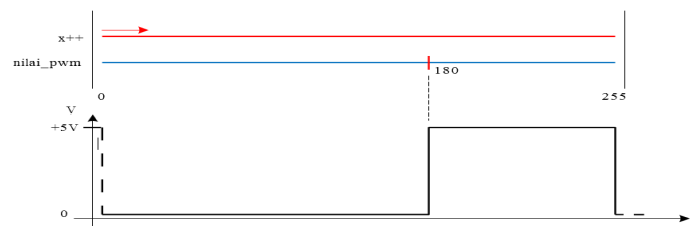
```

.....
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
    if(x<nilai_pwm)
    {
        motor1=1;    //motor aktif    keluar ke PortA
    }
    else
    {
        motor1=0;    //motor mati    keluar ke PortA
    }
    x++;
}
...

...
while(1)
{
    nilai_pwm=180;
}

```

Secara ilustrasi, listing program diatas dapat digambarkan seperti berikut;



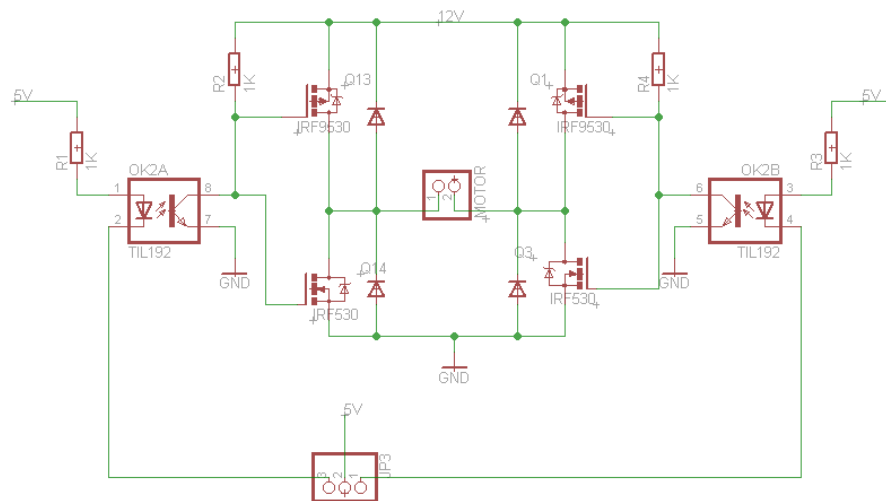
	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO	
	JOB SHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK
	Tgl :	SEM. 3 Hal 150 dari 19

Gb.6 Ilustrasi kerja Program PWM

Kerja program PWM tersebut dapat diuraikan seperti berikut:

- Nilai x akan selalu bertambah setiap selesai mengerjakan satu program (interrupt)
- Apabila nilai_pwm yang diinginkan lebih kecil daripada x, maka keluaran PortA (ke motor) rendah (0)
- Apabila nilai_pwm yang diinginkan lebih besar daripada nilai x, maka keluaran PortA (ke motor) tinggi (1) Apabila x telah mencapai 255, kembali x ke 0.

D. Gambar Rangkaian



Gambar 5. Rangkaian Driver Motor

Rangkaian diatas adalah rangkaian driver motor yang menggunakan prinsip H-Bridge. Rangkaian ini sedikit berbeda karena menggunakan IRF sebagai pengganti TIP karena kemampuan IRF untuk dialiri arus lebih besar dibandingkan dengan TIP. Sistem pengendalian pada rangkaian ini terletak pada pemberian sinyal low (0) karena pada rangkaian tersebut *common anode*.

E. Alat dan Bahan

1. Komputer dengan program Codevision AVR.

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 151 dari 19

2. Media *Trainer kit* Fleksibel

F. Keselamatan Kerja

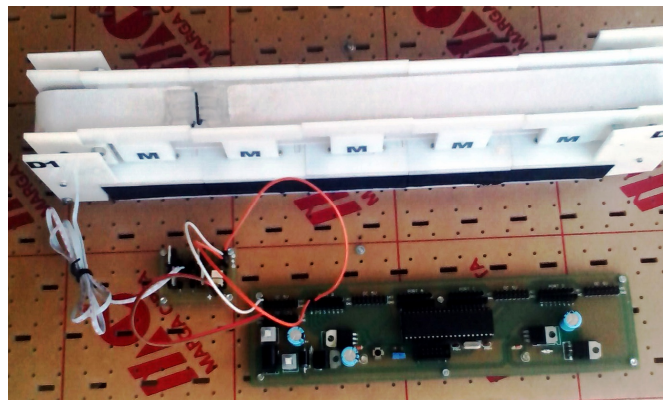
1. Penggunaan komputer dengan langkah-langkah yang benar baik pada saat menghidupkan menggunakan dan mematikan
2. Buat rangkaian pada Media *Trainer kit* Fleksibel dengan benar, jika ada keraguan periksakan ke guru pengampu

G. Contoh Soal latihan 1

Buatlah program pengendalian motor DC, motor bergerak kekiri selama beberapa saat kemudian berhenti dan mulai berputar kekanan selama beberapa saat kemudian berhenti. Langkah ini terus berulang secara terus menerus.

H. Langkah Pemrograman 1

1. Hubungkan SISMIN (A) Media *Trainer kit* Fleksibel dengan output rangkaian Driver Motor (E) dan Motor (D) menggunakan kabel penghubung dengan konfigurasi sebagai berikut:



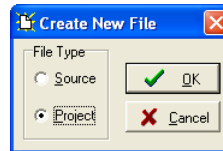
Gambar 6. Pemasangan Emulator LED pada SISMIN

Hubungkan rangkaian Driver Motor (E) dengan data 1 pada PORTB.0, data 2 dengan PORTB.1, VCC 5V DC pada VCC 5V DC SISMIN (A) dan VCC dan GND 12V DC pada VCC dan GND 12V DC pada SISMIN (A). kemudian pasang Motor (D) pada Driver Motor (E).

2. Jalankan program CodeVision AVR
3. Lakukan langkah-langkah pemrograman CodeVision AVR seperti berikut:

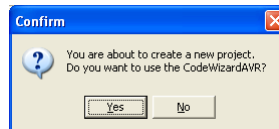
	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 152 dari 19

- a. Buat project baru, pilih File New, pilih project lalu tekan OK



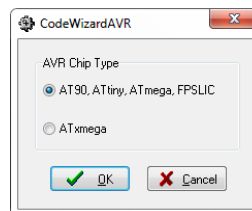
Gambar 7. Project baru CodeVision AVR

- b. Kemudian muncul kotak dialog apakah akan menggunakan CodeWizard AVR untuk mempermudah membuat kerangka program, pilih YES



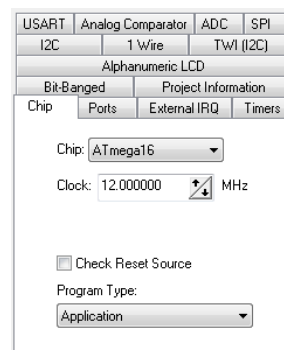
Gambar 8. Pertanyaan untuk menggunakan CodeWizardAVR

- c. Setelah itu akan muncul pertanyaan lagi seperti kotak berikut, pilih pilihan yang terdapat ATmega kemudian OK



Gambar 9. Pemilihan Chip

- d. Seting chip dengan memilih ATmega16 dan atur clock pada setingan 12.000000 seperti berikut:



Gambar 10. Seting Chip

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 153 dari 19

- e. Seting keluaran PIN ATmega dengan memilih ports kemudian gunakan port B sebagai keluaran dengan mengganti setingan bit 0 dan 1 menjadi out dan rubah output value menjadi high (1) karena driver motor *common anode*.

USART	Analog Comparator	ADC	SPI
I2C	1 Wire	TWI (I2C)	
Alphanumeric LCD			
Bit-Banged		Project Information	
Chip	Ports	External IRQ	Timers

Port A	Port B	Port C	Port D
Data Direction			
Pullup/Output Value			
Bit 0	Out	1	Bit 0
Bit 1	Out	1	Bit 1
Bit 2	In	1	Bit 2
Bit 3	In	1	Bit 3
Bit 4	In	1	Bit 4
Bit 5	In	1	Bit 5
Bit 6	In	1	Bit 6
Bit 7	In	1	Bit 7

Gambar 11. Seting Port B

- f. Setelah proses seting selesai dilakukan maka selanjutnya pilih program-generate,save and exit.
- g. Tambahkan beberapa perintah ke dalam kerangka program yang sudah dibuat, untuk membuat LED pada PORTA menyala bergantian,
- 1) Tambahkan `#include <delay.h>` pada bagian awal program, dibawah `#include <mega16.h>`
 - 2) Pada main program yang terdapat dibawah sendiri pada bagian while sisipkan perintah berikut

```

while (1)
{
    // Place your code here
    PORTB.0=0;
    PORTB.1=1;
    delay_ms(3000);    //motor berputar kanan
    PORTB.0=1;
    PORTB.1=1;
    delay_ms(1000);    //motor berhenti
    PORTB.0=1;
    PORTB.1=0;
    delay_ms(3000);    //motor berputar kiri
    PORTB.0=1;
    PORTB.1=1;
    delay_ms(1000);    //motor berhenti
}

```


	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 154 dari 19

sehingga tampilan program secara keseluruhan sebagai berikut:

```

/*****
This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.0 Professional
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2010 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
http://www.hpinfotech.com

Project :
Version :
Date   : 11/12/2014
Author :
Company :
Comments:

Chip type           : ATmega16
Program type        : Application
AVR Core Clock frequency: 12.000000 MHz
Memory model        : Small
External RAM size   : 0
Data Stack size     : 256
*****/

#include <mega16.h>
#include <delay.h>
// Declare your global variables here

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=Out
Func0=Out
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=1 State0=1
PORTB=0x03;
DDRB=0x03;

// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped

```

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 155 dari 19

```

// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC disabled
ADCSRA=0x00;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization

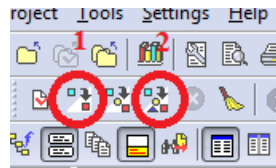
```

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 156 dari 19

```
// TWI disabled
TWCR=0x00;

while (1)
{
    // Place your code here
    PORTB.0=0;
    PORTB.1=1;
    delay_ms(3000); //motor berputar kanan
    PORTB.0=1;
    PORTB.1=1;
    delay_ms(1000); //motor berhenti
    PORTB.0=1;
    PORTB.1=0;
    delay_ms(3000); //motor berputar kiri
    PORTB.0=1;
    PORTB.1=1;
    delay_ms(1000); //motor berhenti
}
}
```

- h. Selanjutnya tinggal lakukan perintah Compile the project (no.1) untuk melihat apakah terjadi error. Jika tidak terjadi error maka lakukan perintah Build all project files (no.2).



Gambar 12. Menu Compile dan build program

- i. Kemudian lakukan uji coba dengan mendownloadkan program pada media *Trainer kit* Fleksibel.

I. Penjelasan Program 1

1. `#include <mega16.h>`

Ungkapan ini menyatakan untuk menyisipkan header mega 16, yang berisi deklarasi register mikrokontroller ATmega 16.

2.

```
while (1)
{
    // Place your code here
    PORTB.0=0;
    PORTB.1=1;
    delay_ms(3000); //motor berputar kanan
    PORTB.0=1;
    PORTB.1=1;
    delay_ms(1000); //motor berhenti
    PORTB.0=1;
    PORTB.1=0;
    delay_ms(3000); //motor berputar kiri
    PORTB.0=1;
    PORTB.1=1;
    delay_ms(1000); //motor berhenti
}
```

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 157 dari 19

Pernyataan diatas digunakan untuk menggerakkan motor bergerak kanan, berhenti, kiri, berhenti kemudian kembali bergerak ke kanan. `PORTB.1=1;` Perintah ini untuk mengaktifkan saklar agar motor bergerak ke kanan, karena saat output PORTB.0 pada mikrokontroller bernilai high (1) maka saklar pada driver motor akan menutup dan menggerakkan motor. Tetapi jika nilai keluaran dirubah menjadi low (0) seperti `PORTB.0=1;` maka saklar membuka dan motor akan berhenti. Untuk memperlambat atau mempercepat pergantian antara data satu dengan data yang lainnya dilakukan dengan mengganti nilai delay.

J. Latihan Soal 1

1. Buatlah variasi program Motor bergantian lainnya:
 - a) Motor akan berputar kekiri selama beberapa saat kemudia berhenti, dan bergerak lagi ke kiri selama beberapa saat kemudia berhenti. Pergerakan ini terjadi terus menerus (*M3.prj*)

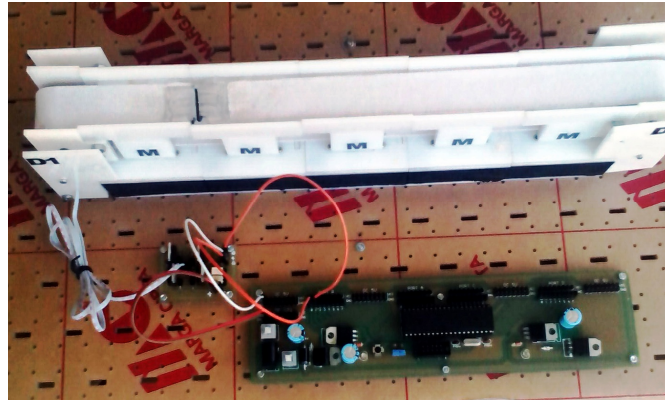
K. Contoh Soal 2

Buatlah rangkaian dan program Motor (D) dengan kecepatan pergeseran motor yang berbeda, saat penyalaan motor bergerak lambat kemudia beberpa saat kemudia bergerak cepat dan melambat lagi setelah beberapa saat. (*M2.prj*)

L. Langkah Pemrograman 2

1. Hubungkan SISMIN (A) Media *Trainer kit* Fleksibel dengan rangkaian Driver Motor (E) dan Motor (D) menggunakan kabel penghubung dengan konfigurasi sebagai berikut:

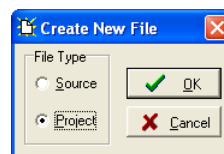
	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO	
	JOB SHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM SEM. 3 Hal 158 dari 19



Gambar 13. Perakitan Driver Motor (E) dan Motor (D)

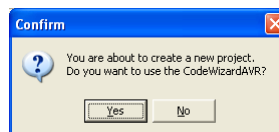
Hubungkan rangkaian Driver Motor (E) dengan data 1 pada PORTB.0, VCC 5V DC pada VCC 5V DC SISMIN (A) dan VCC dan GND 12V DC pada VCC dan GND 12V DC pada SISMIN (A). kemudian pasang Motor (D) pada Driver Motor (E).

2. Jalankan program CodeVision AVR
3. Lakukan langkah-langkah pemrograman CodeVision AVR seperti berikut:
 - a. Buat project baru, pilih File New, pilih project lalu tekan OK



Gambar 14. Project baru CodeVision AVR

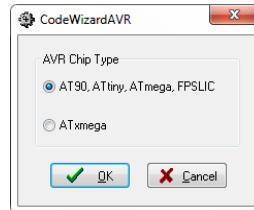
- b. Kemudian muncul kotak dialog apakah akan menggunakan CodeWizard AVR untuk mempermudah membuat kerangka program, pilih YES



Gambar 15. Pertanyaan untuk menggunakan CodeWizardAVR

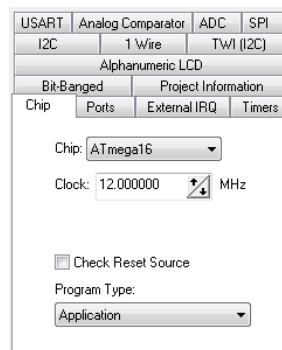
- c. Setelah itu akan muncul pertanyaan lagi seperti kotak berikut, pilih pilihan yang terdapat ATmega kemudian OK

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 159 dari 19



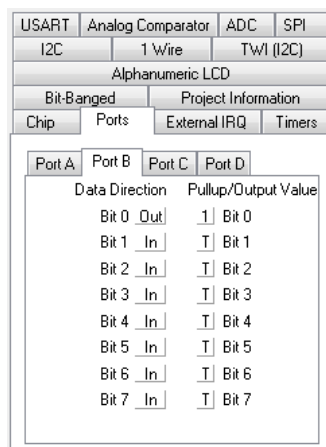
Gambar 16. Pemilihan Chip

- d. Seting chip dengan memilih ATmega16 dan atur clock pada setingan 12.000000 seperti berikut:



Gambar 17. Seting Chip

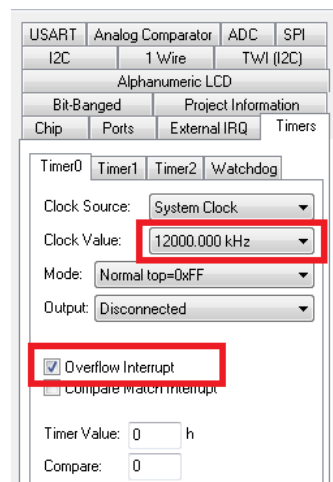
- e. Seting keluaran port AT Mega dengan memilih ports kemudian gunakan port B sebagai keluaran dengan mengganti setingan bit 0 menjadi Out dan rubah data bit menjadi 1.



Gambar 18. Seting Port

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 160 dari 19

- f. Gunakan timer untuk membuat program pengaturan kecepatan motor atau PWM dengan memilih Timers kemudian rubah clock value sesuai dengan nilai clock yang dipakai yaitu 12.000.000 dan centang bagian overflow interup.



Gambar 18. Seting Timers

- g. Setelah proses seting selesai dilakukan maka selanjutnya pilih program-generate,save and exit.
- h. Tambahkan beberapa perintah ke dalam kerangka program yang sudah dibuat, untuk membuat LED pada PORTA menyala sesuai dengan Input Push button,

Tambahkan `#include <delay.h>` pada bagian awal program, dibawah `#include <mega16.h>` dan tambahkan variable ini `Unsigned int x,nilai_pwm;` dibawah `#include <delay.h>`

- 1) Pada kolom interup timer masukan program berikut

```
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
    // Place your code here
    if(x<nilai_pwm)
    {
        PORTB.0=0;    //motor aktif    keluar ke PortB.0
    }
    else
    {
        PORTB.0=1;    //motor mati    keluar ke PortB.0
    }
    x++;
}
```

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 161 dari 19

- 2) Pada main program yang terdapat dibawah sendiri pada bagian while sisipkan perintah berikut

```

while (1)
{
    // Place your code here
    nilai_pwm=50;           //kecepatan rendah
    delay_ms(3000);
    nilai_pwm=255;         //kecepatan tinggi
    delay_ms(3000);
}

```

sehingga tampilan program secara keseluruhan sebagai berikut:

```

/*****
This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.0 Professional
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2010 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
http://www.hpinfotech.com

```

```

Project :
Version :
Date : 11/12/2014
Author :
Company :
Comments:

```

```

Chip type : ATmega16
Program type : Application
AVR Core Clock frequency: 12.000000 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 256
*****/

```

```

#include <mega16.h>
#include <delay.h>
unsigned int x, nilai_pwm;
// Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
    // Place your code here
    if(x<nilai_pwm)
    {
        PORTB.0=0; //motor aktif keluar ke PortB.0
    }
    else
    {
        PORTB.0=1; //motor mati keluar ke PortB.0
    }
    x++;
}

```

```

// Declare your global variables here

```

```

void main(void)
{

```


	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 162 dari 19

```
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=Out
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=1
PORTB=0x01;
DDRB=0x01;

// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 12000.000 kHz
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x01;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;
```

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 163 dari 19

```
// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x01;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC disabled
ADCSRA=0x00;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// Global enable interrupts
#asm("sei")

while (1)
{
    // Place your code here
    nilai_pwm=50;           //kecepatan rendah
    delay_ms(3000);
    nilai_pwm=255;         //kecepatan tinggi
    delay_ms(3000);
}
}
```

M. Penjelasan Program 2

1. Interup timer

```
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
    // Place your code here
    if(x<nilai_pwm)
    {
        PORTB.0=0;    //motor aktif    keluar ke PortB.0
    }
    else
    {
        PORTB.0=1;    //motor mati    keluar ke PortB.0
    }
    x++;
}
```

Pada program ini secara keseluruhan berarti saat nilai x lebih kecil dari nilai_pwm maka motor akan aktif karena keluaran menjadi low(0) dan saat nilai x berubah

	SMK N 3 YOGYAKARTA PROGRAM KEAHLIAN AUDIO VIDEO		
	JOBSHEET	PRAKTIK MIKROKONTROL DAN ROBOTIK	SEM. 3
	Tgl :	MOTOR DC DAN PWM	Hal 164 dari 19

dan menjadi lebih besar dari nilai_pwm maka motor akan mati. Nilai_pwm didapat dari masukan pada main program dan nilai x akan selalu berubah dikarenakan program ini `x++`. Artinya x akan bertambah satu saat program ini dijalankan.

2. Main program

```
while (1)
{
  // Place your code here
  nilai_pwm=50;           //kecepatan rendah
  delay_ms(3000);
  nilai_pwm=255;          //kecepatan tinggi
  delay_ms(3000);
}
```

Pada program `nilai_pwm=50`; mempunyai arti pemberian nilai pada variable nilai_pwm sebesar 50. Semakin besar nilai yang diberikan pada variable nilai_pwm maka motor akan bergerak semakin cepat.

N. Tugas 2

1. Buatlah variasi program pwm Motor (D) lainnya:

- Program Motor (D) sesuai dengan inputan Pushbutton, Pushbutton 1 akan menjalankan motor dengan kecepatan rendah, Pushbutton 2 akan menjalankan motor dengan kecepatan tinggi (*M4.prj*)

O. Keterangan

1. SISMIN = Sistem Minimum

Sebuah rangkaian elektronik minimal, dimana mikrokontroller sudah dapat bekerja.

2. Driver motor = Pengendali motor

Rangkaian saklar untuk mengatur kecepatan dan arah putar motor

3. PushButton = Tombol

Rangkaian tombol yang disatukan pada salah satu ujung kaki nya.

LAMPIRAN 3. RPP

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Nama Sekolah	: SMK N 3 Yogyakarta
Mata Pelajaran	: Teknik Mikrokontroller dan Robotik
Kelas / Semester	: X AV / Genap
Materi Pokok	: Program Deretan LED
Alokasi Waktu	: 4 x 45 menit
Standar Kompetensi	: Teknik Dasar Mikrokontroller dan Robotik
Kompetensi Dasar	: Program Deretan LED
KKM	:

A. Indikator

1. Cara pembacaan data PORT pada mikrokontroller ATmega16.
2. Logika pemrograman output LED nyala bergantian pada mikrokontroller ATmega16.
3. Logika pengendalian LED melalui saklar pada mikrokontroller ATmega16.

B. Tujuan Pembelajaran

1. Mampu men transformasi diri dalam berperilaku jujur, tangguh menghadapi masalah, kritis dan disiplin dalam melakukan tugas belajar.
2. Menunjukkan sikap bertanggungjawab, rasa ingin tahu, jujur dan perilaku peduli lingkungan.
3. Mampu membaca data PORT pada mikrokontroller ATmega16.
4. Mampu memprogram LED nyala bergantian pada mikrokontroller ATmega16.
5. Mampu mengendikan penyalan LED menggunakan saklar pada mikrokontroller ATmega16.

C. Materi Ajar

1. Pembacaan PORT I/O mikrokontroller ATmega16
2. Penyetingan PORT I/O mikrokontroller ATmega16
3. Perangkaian Trainer kit Fleksibel
4. Pemrograman PORT I/O mikrokontroller ATmega16

D. Metode Pembelajaran

1. Ceramah dan demonstrasi
2. Tanya jawab
3. Penugasan / tes

E. Media Pembelajaran

1. Jobsheet
2. LCD
3. Trainer kit Fleksibel

F. Sumber Belajar

1. Jobsheet
2. Internet

G. Langkah-langkah Pembelajaran

PERTEMUAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	WAKTU
AWAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa kepada Tuhan sesuai agama dan kepercayaan masing-masing. 2. Melakukan pengenalan diri dan memberikan motivasi belajar. 3. Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin dengan cara melakukan absensi menayakan kepada peserta didik, siapa yang tidak hadir hari ini dengan komunikatif yang ramah dan santun. 4. Menyampaikan SK, KD dan tujuan pembelajaran serta konsep materi secara runtut. 	15 menit
INTI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyampaikan pengenalan tentang komponen mikrokontroler terutama tentang PORT I/O. 2. Menggali pengetahuan peserta didik dengan memberikan pertanyaan umpan balik yang komunikatif baik untuk individu atau kelompok kecil (1meja). 3. Memberikan apresiasi terhadap peserta didik yang berani berpendapat. 4. Memberikan materi mengenai pembacaan PORT I/O 5. Menjelaskan cara seting PORT I/O 6. Menjelaskan cara perangkaian untuk program deretan LED menggunakan metode demonstrasi. 7. Menjelaskan langkah pemrograman deretan LED 8. Melakukan pengamatan keaktifan dan pengetahuan peserta didik dengan melakukan tanya jawab dan serta melihat daya serap peserta didik terhadap materi yang disampaikan. 9. Memberikan teguran pada peserta didik yang kurang aktif dan tidak tertib. 	135 menit
PENUTUP	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru dan peserta didik bekerja sama melakukan refleksi diri, menyimpulkan materi yang telah disampaikan. 2. Menugaskan kepada peserta didik untuk mempelajari kembali tentang program deretan LED 3. Menutup pembelajaran dengan berdoa kepada Tuhan menurut agama dan keyakinan masing-masing dilanjutkan salam. 	10 menit

H. Penilaian

1. Teknik Penilaian : Tes tertulis, Tes lisan , Tugas mandiri dan pengamatan
2. Prosedur Penilaian :

No	Aspek yang dinilai	Teknik Penilaian	Waktu Penilaian
1.	Sikap a. Terlibat aktif dalam pembelajaran serta jujur dalam menyelesaikan tugas. b. Bekerjasama dalam kegiatan kelompok. c. Toleran terhadap proses pengidentifikasian masalah yang berbeda dan kreatif.	Pengamatan	Selama pembelajaran dan diskusi
2.	Pengetahuan a. Menjelaskan cara pembacaan PORT I/O b. Menjelaskan cara seting PORT I/O c. Menjelaskan cara merakit dan memrogram program deretan LED	Pengamatan dan tes lisan	Selama pembelajaran dan tes lisan

Yogyakarta, 8 November 2014

Mengetahui
Guru Mata Pelajaran



Jumari S. Pd. T. M. Eng
NUPTK 1447761662200013

Mahasiswa



Wisnu Tri Nugroho
NIM. 10518241025

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

(RPP)

Nama Sekolah	: SMK N 3 Yogyakarta
Mata Pelajaran	: Teknik Mikrokontroller dan Robotik
Kelas / Semester	: X AV / Genap
Materi Pokok	: Operasi Putar dan Geser
Alokasi Waktu	: 4 x 45 menit
Standar Kompetensi	: Teknik Dasar Mikrokontroller dan Robotik
Kompetensi Dasar	: Operasi Putar dan Geser
KKM	:

A. Indikator

1. Membuat program output mikrokontroller untuk kendali putar kanan dan kiri pada motor DC
2. Mengaplikasikan dan membuat program output mikrokontroler untuk kendali kecepatan motor DC dengan menggunakan teknik PWM.

B. Tujuan Pembelajaran

1. Mampu mentransformasi diri dalam berperilaku jujur, tangguh menghadapi masalah, kritis dan disiplin dalam melakukan tugas belajar.
2. Menunjukkan sikap bertanggungjawab, rasa ingin tahu, jujur dan perilaku peduli lingkungan.
3. Mampu membuat program kendali motor DC pada mikrokontroller ATmega16.
4. Mampu membuat program kendali kecepatan motor DC pada mikrokontroller ATmega16.

C. Materi Ajar

1. Motor DC
2. Prinsip pengendalian motor menggunakan transistor
3. PWM pada motor DC
4. Pemrograman motor DC

D. Metode Pembelajaran

1. Ceramah dan demonstrasi
2. Tanya jawab
3. Penugasan / tes

E. Media Pembelajaran

1. Jobsheet
2. LCD
3. Trainer kit Fleksibel

F. Sumber Belajar

1. Jobsheet
2. Internet

G. Langkah-langkah Pembelajaran

PERTEMUAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	WAKTU
AWAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa kepada Tuhan sesuai agama dan kepercayaan masing-masing. 2. Melakukan pengenalan diri dan memberikan motivasi belajar. 3. Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin dengan cara melakukan absensi menayakan kepada peserta didik, siapa yang tidak hadir hari ini dengan komunikatif yang ramah dan santun. 4. Menyampaikan SK, KD dan tujuan pembelajaran serta konsep materi secara runtut. 	15 menit
INTI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyampaikan pengenalan tentang komponen motor DC 2. Menggali pengetahuan peserta didik dengan memberikan pertanyaan umpan balik yang komunikatif baik untuk individu atau kelompok kecil (1meja). 3. Memberikan apresiasi terhadap peserta didik yang berani berpendapat. 4. Memberikan materi mengenai Pengendalian motor DC menggunakan transistor 5. Menjelaskan cara kerja PWM 6. Menjelaskan cara perangkaian untuk program pengendalian motor DC menggunakan metode demonstrasi. 7. Menjelaskan langkah pemrograman motor DC 8. Melakukan pengamatan keaktifan dan pengetahuan peserta didik dengan melakukan tanya jawab dan serta melihat daya serap peserta didik terhadap materi yang disampaikan. 9. Memberikan teguran pada peserta didik yang kurang aktif dan tidak tertib. 	135 menit
PENUTUP	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru dan peserta didik bekerja sama melakukan refleksi diri, menyimpulkan materi yang telah disampaikan. 2. Menugaskan kepada peserta didik untuk mempelajari kembali tentang pengendalian motor DC 3. Menutup pembelajaran dengan berdoa kepada Tuhan menurut agama dan keyakinan masing-masing dilanjutkan salam. 	10 menit

H. Penilaian

1. Teknik Penilaian : Tes tertulis, Tes lisan , Tugas mandiri dan pengamatan
2. Prosedur Penilaian :

No	Aspek yang dinilai	Teknik Penilaian	Waktu Penilaian
1.	Sikap a. Terlibat aktif dalam pembelajaran serta jujur dalam menyelesaikan tugas. b. Bekerjasama dalam kegiatan kelompok. c. Toleran terhadap proses pengidentifikasian masalah yang berbeda dan kreatif.	Pengamatan	Selama pembelajaran dan diskusi
2.	Pengetahuan a. Menjelaskan pengertian motor DC b. Menjelaskan cara kerja transistor sebagai saklar c. Menjelaskan cara merakit dan memrogram motor DC	Pengamatan dan tes lisan	Selama pembelajaran dan tes lisan

Yogyakarta, 8 November 2014

Mengetahui
Guru Mata Pelajaran



Jumari S. Pd. T. M. Eng
NUPTK 1447761662200013

Mahasiswa



Wisnu Tri Nugroho
NIM. 10518241025

LAMPIRAN 4. Angket Validasi Media

LEMBAR EVALUASI

MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER KIT FLEKSIBEL

OLEH AHLI MATERI

Materi : Teknik Mikrokontroller dan Robotika

Sasaran : Siswa kelas X Program Keahlian Teknik Audio Video

Judul Penelitian : Pengembangan *Trainer Kit* Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta

Peneliti : Wisnu Tri Nugroho

Evaluator : Jumari S.Pd T, M. Eng

Pekerjaan/jabatan : Guru Mata Pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2014

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi tentang Media *Trainer Kit* Fleksibel untuk siswa SMK kelas XI.
2. Bapak/ Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CETANG/CHECK (√) pada kolom jawaban.

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Trainer Kit Fleksibel sudah sesuai dengan kompetensi dasar.			√	

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

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Trainer Kit Fleksibel sudah sesuai dengan kompetensi dasar.		√		√

5. Keterangan jawaban:
STS = Sangat Tidak Setuju
TS = Tidak Setuju
S = Setuju
SS = Sangat Setuju
6. Komentar atau saran Bapak/ Ibu mohon ditulis pada lembar yang telah disediakan.

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

B. Aspek Penilaian

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Kualitas Materi					
1.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel sudah sesuai dengan kompetensi dasar.			✓	
2.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel ini lengkap sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu praktikum untuk menguasai standar kompetensi teknik mikrokontroller dan Robotik.			✓	
3.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel mendukung pencapaian kompetensi dasar.			✓	
4.	Materi yang disajikan dalam jobsheet sesuai dengan tujuan kompetensi dasar.			✓	
5.	Jobsheet menyajikan langkah-langkah pemrograman <i>Trainer Kit</i> Fleksibel dengan baik.		✓		
6.	Jobsheet menyajikan langkah-langkah pengoperasian <i>Trainer Kit</i> Fleksibel dengan baik.			✓	
7.	Ilustrasi dalam jobsheet mudah dipahami.		✓		
8.	Jobsheet memiliki keruntutan materi yang baik.			✓	

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
9.	Jobsheet dan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel memiliki keterkaitan materi yang baik.			✓	
10.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel dan jobsheet meningkatkan pemahaman peserta didik tentang sistem mikrokontroller.			✓	
11.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel dan jobsheet memberikan gambaran tentang sistem mikrokontroller.			✓	
12.	Trainer Kit Fleksibel memberikan pengetahuan yang baru bagi peserta didik.			✓	
13.	Contoh pemrograman dan pengoperasian <i>Trainer kit</i> Fleksibel 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.	Tata bahasa dan kosakata dalam jobsheet sudah sesuai dengan kemampuan intelektual peserta didik.		✓		

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Kemanfaatan					
17.	Penggunaan media <i>Trainer kit</i> Fleksibel membantu guru dalam menyampaikan materi.			✓	
18.	Penggunaan media <i>Trainer kit</i> Fleksibel memudahkan peserta didik memahami materi yang disampaikan.			✓	
19.	Penggunaan media <i>Trainer kit</i> Fleksibel menumbuhkan minat belajar peserta didik.			✓	
20.	Penggunaan media <i>Trainer kit</i> Fleksibel menumbuhkan sifat kehati-hatian dalam praktik.			✓	

C. Komentar dan Saran Umum

1. Trainer belum memiliki identitas yang jelas untuk Perakitan (notasi)
2. Tata Bahasa (ditambahkan key word)

D. Kesimpulan

Media pembelajaran *Trainer Kit* Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik dinyatakan:

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

Yogyakarta, oktober 2014

Ahli Materi



J. S. R. T. M. Eng

(.....)

LEMBAR EVALUASI
MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER KIT FLEKSIBEL
OLEH AHLI MATERI

Materi : Teknik Mikrokontroller dan Robotika

Sasaran : Siswa kelas X Program Keahlian Teknik Audio Video

Judul Penelitian : Pengembangan *Trainer Kit* Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta

Peneliti : Wisnu Tri Nugroho

Evaluator : Herlambang Sigit Pramono, ST. M.Cs

Pekerjaan/jabatan : Dosen Diknik Elektro FT UNY



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2014

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai Ahli Materi tentang Media *Trainer Kit* Fleksibel untuk siswa SMK kelas XI.
2. Bapak/ Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CETANG/CHECK (√) pada kolom jawaban.

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Trainer Kit Fleksibel sudah sesuai dengan kompetensi dasar.			√	

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

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Trainer Kit Fleksibel sudah sesuai dengan kompetensi dasar.		√		√

5. Keterangan jawaban:
STS = Sangat Tidak Setuju
TS = Tidak Setuju
S = Setuju
SS = Sangat Setuju
6. Komentar atau saran Bapak/ Ibu mohon ditulis pada lembar yang telah disediakan.

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

B. Aspek Penilaian

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Kualitas Materi					
1.	Trainer Kit Fleksibel sudah sesuai dengan kompetensi dasar.			✓	
2.	Trainer Kit Fleksibel ini lengkap sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu praktikum untuk menguasai standar kompetensi teknik mikrokontroller dan Robotik.				✓
3.	Trainer Kit Fleksibel mendukung pencapaian kompetensi dasar.				✓
4.	Materi yang disajikan dalam jobsheet sesuai dengan tujuan kompetensi dasar.			✓	
5.	Jobsheet menyajikan langkah-langkah pemrograman Trainer Kit Fleksibel dengan baik.			✓	
6.	Jobsheet menyajikan langkah-langkah pengoperasian Trainer Kit Fleksibel dengan baik.			✓	
7.	Ilustrasi dalam jobsheet mudah dipahami.			✓	
8.	Jobsheet memiliki keruntutan materi yang baik.			✓	

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
9.	Jobsheet dan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel memiliki keterkaitan materi yang baik.			✓	
10.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel dan jobsheet meningkatkan pemahaman peserta didik tentang sistem mikrokontroller.			✓	
11.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel dan jobsheet memberikan gambaran tentang sistem mikrokontroller.			✓	
12.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel memberikan pengetahuan yang baru bagi peserta didik.			✓	
13.	Contoh pemrograman dan pengoperasian <i>Trainer kit</i> Fleksibel 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.	Tata bahasa dan kosakata dalam jobsheet sudah sesuai dengan kemampuan intelektual peserta didik.			✓	

NO.	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Kemanfaatan					
17.	Penggunaan media <i>Trainer kit</i> Fleksibel membantu guru dalam menyampaikan materi.			✓	
18.	Penggunaan media <i>Trainer kit</i> Fleksibel memudahkan peserta didik memahami materi yang disampaikan.				✓
19.	Penggunaan media <i>Trainer kit</i> Fleksibel menumbuhkan minat belajar peserta didik.			✓	
20.	Penggunaan media <i>Trainer kit</i> Fleksibel menumbuhkan sifat kehati-hatian dalam praktik.			✓	

C. Komentar dan Saran Umum

kesimpulan dan silabus

D. Kesimpulan

Media pembelajaran *Trainer Kit* Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik dinyatakan:

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

Yogyakarta, oktober 2014

Ahli Materi

Herlambang

(.....)

LEMBAR EVALUASI
MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER KIT FLEKSIBEL
OLEH AHLI MEDIA

Materi : Teknik Mikrokontroller dan Robotika

Sasaran : Siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video

Judul Penelitian : Pengembangan *Trainer Kit* Fleksibel untuk mata pelajaran
Teknik Mikrokontroler dan Robotik pada Program Keahlian
Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta

Peneliti : Wisnu Tri Nugroho

Evaluator : Didik Hariyanto, M.T

Pekerjaan/jabatan : Dosen Diknik Elektro FT UNY



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2014

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai Ahli Media tentang Media *Trainer Kit* Fleksibel untuk siswa SMK kelas XI.
2. Bapak/ Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CETANG/CHECK (√) pada kolom jawaban.

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Pengaturan tata letak komponen pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel sudah rapi.			√	

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

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Pengaturan tata letak komponen pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel sudah rapi.		√		√

5. Keterangan jawaban:

STS = Sangat Tidak Setuju

TS = Tidak Setuju

S = Setuju

SS = Sangat Setuju

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

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

B. Aspek Penilaian

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Desain Media					
1.	Pengaturan tata letak komponen pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel sudah rapi.			✓	
2.	Pengaturan tata letak port mikrokontroler pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel mudah digunakan.			✓	
3.	Pengaturan tata letak VCC dan GND pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel mudah digunakan.			✓	
4.	Jalur PCB pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel rapi.				✓
5.	Penulisan nama port pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel sudah sesuai.				✓
6.	Penggunaan komponen dan ukuran komponen pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel sudah sesuai .			✓	
7.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel memiliki bentuk desain yang menarik.				✓
8.	Ukuran <i>Trainer Kit</i> Fleksibel sesuai dengan kegunaannya.			✓	
9.	Desain <i>Trainer Kit</i> Fleksibel dapat dengan mudah dikembangkan.			✓	

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
10.	Pengoprasian <i>Trainer kit</i> Fleksibel secara keseluruhan dapat bekerja dengan baik.			✓	
11.	Pengoprasian <i>Trainer kit</i> Fleksibel memenuhi standar kompetensi.			✓	
12.	Saat <i>Trainer kit</i> Fleksibel digunakan tidak terjadi eror .			✓	
Pengoprasian					
13.	Perakitan conveyor <i>Trainer kit</i> Fleksibel dapat dilakukan dengan mudah.			✓	
14.	Penambahan ketinggian dan panjang conveyor dapat dilakukan dengan mudah.			✓	
15.	Pemasangan sensor dan <i>actuator</i> pada conveyor dapat dilakukan dengan mudah.			✓	
16.	Peletakan sensor dan <i>actuator</i> dapat disesuaikan kebutuhan.				✓
17.	Pengaturan ketinggian sensor dapat dilakukan dengan mudah.			✓	
18.	Penyambungan elektronik conveyor pada SISMIN dapat dilakukan dengan mudah.			✓	
19.	Penambahan komponen lain seperti sensor, <i>actuator</i> , dan <i>interface</i> dapat dengan mudah dilakukan.			✓	
20.	<i>Trainer Kit Fleksibel</i> dapat dioperasikan dengan mudah.			✓	

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
21.	Jobsheet mempermudah pengoprasian <i>Trainer Kit</i> Fleksibel.			✓	
22.	Data I/O bekerja dengan baik sehingga mudah dalam penggunaan.			✓	
Kemanfaatan Media					
23.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel meningkatkan motivasi belajar peserta didik.				✓
24.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel meningkatkan perhatian peserta didik dalam mendengarkan materi ajar.			✓	
25.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel membantu peserta didik dalam memahami mikrokontroller.				✓
26.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel membantu peserta didik memahami pengaplikasian mikrokontroller.			✓	
27.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel meningkatkan kehati-hatian dalam perakitan dan pemrograman .			✓	
28.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel memberi ruang peserta didik untuk berkreasi.				✓
29.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel mempermudah guru menyusun tugas-tugas untuk peserta didik.			✓	

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
30.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel membantu guru dalam menjelaskan materi ajar.			✓	
31.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel mempermudah proses belajar mengajar mikrokontroller.				✓
32.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel dapat dikembangkan sehingga membantu guru dalam menjelaskan materi ajar baru.				✓

C. Komentar dan Saran Umum

*) Petunjuk peralihan dibuat step by step shty memudahkan siswa dan membangun proyek mikro controller.

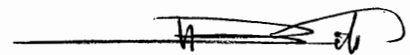
D. Kesimpulan

Media pembelajaran *Trainer Kit* Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik dinyatakan:

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

Yogyakarta, oktober 2014

Ahli Materi



DIDIK HARIYANTO

(.....)

LEMBAR EVALUASI
MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER KIT FLEKSIBEL
OLEH AHLI MEDIA

Materi : Teknik Mikrokontroller dan Robotika

Sasaran : Siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video

Judul Penelitian : Pengembangan *Trainer Kit* Fleksibel untuk mata pelajaran
Teknik Mikrokontroler dan Robotik pada Program Keahlian
Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta

Peneliti : Wisnu Tri Nugroho

Evaluator : Ilmawan Mustaqim, S.Pd.T, M.T

Pekerjaan/jabatan : Dosen Diknik Elektro FT UNY



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2014

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai Ahli Media tentang Media *Trainer Kit* Fleksibel untuk siswa SMK kelas XI.
2. Bapak/ Ibu diharapkan memilih salah satu kemungkinan jawaban pada setiap pernyataan yang tersedia dengan memberikan TANDA CETANG/CHECK (√) pada kolom jawaban.

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Pengaturan tata letak komponen pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel sudah rapi.			√	

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

Contoh :

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
1.	Pengaturan tata letak komponen pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel sudah rapi.		√		√

5. Keterangan jawaban:

STS = Sangat Tidak Setuju

TS = Tidak Setuju

S = Setuju

SS = Sangat Setuju

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

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

B. Aspek Penilaian

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Desain Media					
1.	Pengaturan tata letak komponen pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel sudah rapi.				✓
2.	Pengaturan tata letak port mikrokontroler pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel mudah digunakan.				✓
3.	Pengaturan tata letak VCC dan GND pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel mudah digunakan.		•		✓
4.	Jalur PCB pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel rapi.				✓
5.	Penulisan nama port pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel sudah sesuai.				✓
6.	Penggunaan komponen dan ukuran komponen pada elektronik <i>Trainer Kit</i> Fleksibel sudah sesuai .				✓
7.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel memiliki bentuk desain yang menarik.				✓
8.	Ukuran <i>Trainer Kit</i> Fleksibel sesuai dengan kegunaannya.				✓
9.	Desain <i>Trainer Kit</i> Fleksibel dapat dengan mudah dikembangkan.				✓

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
10.	Pengoprasian <i>Trainer kit</i> Fleksibel secara keseluruhan dapat bekerja dengan baik.				✓
11.	Pengoprasian <i>Trainer kit</i> Fleksibel memenuhi standar kompetensi.				✓
12.	Saat <i>Trainer kit</i> Fleksibel digunakan tidak terjadi eror .				✓
Pengoprasian					
13.	Perakitan conveyor <i>Trainer kit</i> Fleksibel dapat dilakukan dengan mudah.		•		✓
14.	Penambahan ketinggian dan panjang conveyor dapat dilakukan dengan mudah.				✓
15.	Pemasangan sensor dan <i>actuator</i> pada conveyor dapat dilakukan dengan mudah.				✓
16.	Peletakan sensor dan <i>actuator</i> dapat disesuaikan kebutuhan.				✓
17.	Pengaturan ketinggian sensor dapat dilakukan dengan mudah.				✓
18.	Penyambungan elektronik conveyor pada SISMIN dapat dilakukan dengan mudah.			✓	
19.	Penambahan komponen lain seperti sensor, <i>actuator</i> , dan <i>interface</i> dapat dengan mudah dilakukan.				✓
20.	<i>Trainer Kit Fleksibel</i> dapat dioperasikan dengan mudah.			✓	

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
21.	Jobsheet mempermudah pengoprasian <i>Trainer Kit</i> Fleksibel.				✓
22.	Data I/O bekerja dengan baik sehingga mudah dalam penggunaan.				✓
Kemanfaatan Media					
23.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel meningkatkan motivasi belajar peserta didik.			✓	
24.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel meningkatkan perhatian peserta didik dalam mendengarkan materi ajar.			✓	
25.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel membantu peserta didik dalam memahami mikrokontroller.			✓	
26.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel membantu peserta didik memahami pengaplikasian mikrokontroller.				✓
27.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel meningkatkan kehati-hatian dalam perakitan dan pemrograman .			✓	
28.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel memberi ruang peserta didik untuk berkreasi.				✓
29.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel mempermudah guru menyusun tugas-tugas untuk peserta didik.				✓

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
30.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel membantu guru dalam menjelaskan materi ajar.			✓	
31.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel mempermudah proses belajar mengajar mikrokontroller.			✓	
32.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel dapat dikembangkan sehingga membantu guru dalam menjelaskan materi ajar baru.			✓	

C. Komentar dan Saran Umum

- Warna kabel dibuat standar, kerapuhan jalur pengkabelan perlu diperhatikan.
- Pembuatan buku masih perlu divisi lagi.

D. Kesimpulan

Media pembelajaran *Trainer Kit* Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik dinyatakan:

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

Yogyakarta, oktober 2014

Ahli Materi



ILMAWAN MUSTAQIM, MT.

(0003128001)

LAMPIRAN 5. Angket Pengguna

LEMBAR EVALUASI

MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER KIT FLEKSIBEL UNTUK SISWA PROGRAM STUDI AUDIO VIDEO

Materi : Teknik Mikrokontroller dan Robotika

Sasaran : Siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Audio Video

Judul Penelitian : Pengembangan *Trainer Kit* Fleksibel untuk mata pelajaran
Teknik Mikrokontroler dan Robotik pada Program Keahlian
Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta

Peneliti : Wisnu Tri Nugroho

IDENTITAS SISWA

NAMA : Ariefudin Zaim

NO ABSEN : 08



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2014

A. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat siswa sebagai pengguna *Trainer Kit* Fleksibel sebagai media pembelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik.
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
Kandungan 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 Mikrokontroller dan Robotik.			✓	
4.	Langkah-langkah dalam jobsheet dengan mudah saya ikuti.			✓	
5.	Ilustrasi langkah-langkah pengoperasian media mempermudah praktik saya.			✓	
6.	Soal yang diberikan sesuai dengan materi yang diberikan sebelumnya.			✓	
7.	Soal yang diberikan memberi saya ruang untuk berkreasi dan berinovasi.				✓
8.	Materi yang diberikan menambah wawasan saya tentang mikrokontroller.				✓
9.	Materi yang diberikan memotivasi saya untuk lebih berkreasi dan berinovasi.			✓	

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
Pengoperasian Media					
10.	Bagian-bagian <i>Trainer kit</i> Fleksibel tidak membuat saya bingung.		✓		
11.	Perakitan conveyor <i>Trainer kit</i> Fleksibel dapat saya lakukan dengan mudah.		✓		
12.	Saya dapat merubah tinggi dan panjang conveyor tanpa kesulitan.		✓		
13.	Pemasangan sensor dan <i>actuator</i> pada conveyor dapat saya lakukan dengan mudah.			✓	
14.	Pengaturan ketinggian sensor dapat saya lakukan dengan mudah.			✓	
15.	Pengaturan tata letak PIN I/O pada <i>Trainer Kit</i> Fleksibel memudahkan saya dalam merakit.			✓	
16.	Penambahan komponen lain seperti sensor, <i>actuator</i> , dan <i>interface</i> dapat saya lakukan tanpa kesulitan.			✓	
17.	Sensor dan Aktuator pada <i>Trainer Kit</i> Fleksibel dapat saya posisikan sesuai kemauan saya.			✓	
18.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel dapat saya operasikan dengan mudah.			✓	

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
19.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel membuat saya ingin berkreasi dan berinovasi saat merakitnya.				✓
Pembelajaran					
20.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel dapat meningkatkan perhatian saya terhadap materi ajar			✓	
21.	Saya merasa terbantu dalam memahami materi ajar saat menggunakan <i>Trainer Kit Fleksibel</i>			✓	
22.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel memberikan kesempatan belajar lebih luas bagi saya			✓	
23.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel memberikan gambaran lebih jelas tentang sistem mikrokontroller bagi saya			✓	
24.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel memotivasi saya untuk belajar lebih jauh tentang mikrokontroller			✓	
25.	Penggunaan <i>Trainer Kit</i> Fleksibel membuat saya lebih berhati-hati saat merangkai dibandingkan dengan menggunakan simulasi			✓	
26.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel membantu menambah kompetensi keahlian saya			✓	

NO	PERNYATAAN	JAWABAN			
		STS	TS	S	SS
27.	<i>Trainer Kit</i> Fleksibel mampu meningkatkan keahlian saya untuk mencapai kompetensi dasar			✓	

C. Komentor dan Saran Umum

Akt trainer kit tersebut sangat membantu dan dapat mengembangkan wawasan.

D. Kesimpulan

Media pembelajaran *Trainer Kit* Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik dinyatakan:

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

Yogyakarta, oktober 2014

Pengguna



(Ariepudin Zam

LAMPIRAN 6. Expert Judgment
SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

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

menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Wisnu Tri Nugroho
NIM : 10518241025
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Trainer Kit Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

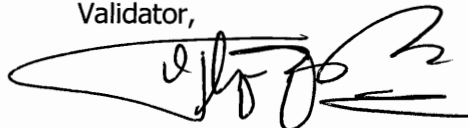
- ☐ Layak digunakan untuk penelitian
☒ Layak digunakan dengan perbaikan
☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan

dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, oktober 2014

Validator,



Dr. Edy Supriyadi

NIP. 19611003 198703 1 002

Catatan:

☐ Beri tanda ✓

Hasil Validasi Instrumen Penelitian TAS

Nama Mahasiswa : Wisnu Tri Nugroho NIM : 10518241025
 Judul TAS : Pengembangan Trainer Kit Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
	Aplikasi	<ul style="list-style-type: none"> 1. cukup banyak butir yg mengukur kbj dan saku hsl 2. lebih catatan ya volume.
		3. Berikan kda pd butir perh d'perbaiki
		4. jumlah butir (kemungkinan bkg penelitian dan jawa) perh lebih proporsional
	Komentar Umum/Lain-lain:	

Yogyakarta, oktober 2014

Validator,



Dr. Edy Supriyadi

NIP. 19611003 198703 1 002

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

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sigit Yatmono, M.T
NIP : 19730125 199903 1 001
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Wisnu Tri Nugroho
NIM : 10518241025
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Trainer Kit Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

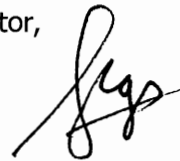
- ☐ Layak digunakan untuk penelitian
☒ Layak digunakan dengan perbaikan
☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan

dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 20 Oktober 2014

Validator,



Sigit Yatmono, M.T

NIP. 19730125 199903 1 001

Catatan:

☐ Beri tanda ✓

Hasil Validasi Instrumen Penelitian TAS

Nama Mahasiswa : Wisnu Tri Nugroho

NIM : 10518241025

Judul TAS

: Pengembangan Trainer Kit Fleksibel untuk mata pelajaran Teknik Mikrokontroler dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
1	Ahli media buxir	Dapat dipisah menjadi 2 buxir sehingga lebih mudah dipahami dan pemahaman dari buxir yg satunya tlg gambaran skema mikrokontroler
2	Ahli media buxir	Pengaliran pin dengan pengaturan port ekspansi dari mikrokontroler. Pin mikrokontroler telah sudah diatur yg diatur jumper port
3	Ahli media buxir	Sangat mudah untuk dijangkau saat pengoperasian bahan baku
	Komentar Umum/Lain-lain:	

Yogyakarta, 20 oktober 2014

Validator,



Sigit Yatmomo, M.T

NIP. 19730125 199903 1 001

LAMPIRAN 7. Surat Ijin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta, 55281

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

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



Certificate No. QSC 00592

Nomor : 3075/H34/PL/2014

05 Nopember 2014

Lamp. :

Hal : Ijin Penelitian

Yth.

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

Dalam rangka pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian dengan judul Pengembangan Trainer Kit Fleksibel untuk Mata Pelajaran Teknik Mikrokontroller dan Robotik pada Program Keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta, bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:

No.	Nama	NIM	Jurusan	Lokasi
1	Wisnu Tri Nugroho	10518241025	Pendidikan Teknik Mekatronika - SI	SMK N 3 Yogyakarta

Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu :

Nama : Deny Budi Hertanto, M.Kom.

NIP : 19770511 200604 1 002

Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai Bulan Nopember s/d Desember 2014.

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

operator1@yahoo.com

SURAT KETERANGAN / IJIN

070/REG/VI/83/11/2014

Membaca Surat : **WAKIL DEKAN I FAKULTAS TEKNIK** Nomor : **3075/H34/PL/2014**
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Tanggal : **5 NOVEMBER 2014** 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 : **WISNU TRI NUGROHO** NIP/NIM : **10518241025**
Alamat : **FAKULTAS TEKNIK, PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA, UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**
Judul : **PENGEMBANGAN TRAINER KIT FLEKSIBEL UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROKONTROLER DAN ROBOTIK PADA PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK AUDIO VIDEO DI SMK N 3 YOGYAKARTA**
Lokasi : **DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAHRAGA DIY**
Waktu : **7 NOVEMBER 2014 s/d 7 FEBRUARI 2015**

Dengan Ketentuan

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

Dikeluarkan di Yogyakarta

Pada tanggal **7 NOVEMBER 2014**

A.n Sekretaris Daerah

Asisten Perekonomian dan Pembangunan
Ub.

Kepala Biro Administrasi Pembangunan



Henda Susilawati, SH

NIP. 195801201396003 2 003

Tembusan :

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



PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA

DINAS PERIZINAN

Jl. Kenari No. 56 Yogyakarta Kode Pos : 55165 Telp. (0274) 555241, 515865, 515866, 562682

Fax (0274) 555241

EMAIL : perizinan@jogjakota.go.id

HOT LINE SMS : 081227625000 HOT LINE EMAIL : unik@jogjakota.go.id

WEBSITE : www.perizinan.jogjakota.go.id

SURAT IZIN

NOMOR : 070/3329
6765/34

Dasar : Surat izin / Rekomendasi dari Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta
Nomor : 070/REGN/83/11/2014 Tanggal : 07/11/2014

Mengingat : 1. Peraturan Daerah Kota Yogyakarta Nomor 10 Tahun 2008 tentang Pembentukan, Susunan, Kedudukan dan Tugas Pokok Dinas Daerah
2. Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 85 Tahun 2008 tentang Fungsi, Rincian Tugas Dinas Perizinan Kota Yogyakarta;
3. Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 29 Tahun 2007 tentang Pemberian Izin Penelitian, Praktek Kerja Lapangan dan Kuliah Kerja Nyata di Wilayah Kota Yogyakarta;
4. Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 18 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Perizinan pada Pemerintah Kota Yogyakarta;
5. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor: 18 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelayanan Perizinan, Rekomendasi Pelaksanaan Survei, Penelitian, Pendataan, Pengembangan, Pengembangan, Pengkajian dan Studi Lapangan di Daerah Istimewa Yogyakarta;

Dijijinkan Kepada : Nama : WISNU TRI NUGROHO NO MHS / NIM : 10518241025
Pekerjaan : Mahasiswa Fak. Teknik - UNY
Alamat : Kampus Karangmalang, Yogyakarta
Penanggungjawab : Deny Budi Hertanto, M.Kom.
Keperluan : Melakukan Penelitian dengan judul Proposal : PENGEMBANGAN TRAINER KIT FLEKSIBEL UNTUK MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROKONTROLER DAN ROBOTIK PADA PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK AUDIO VIDEO DI SMK NEGERI 3 YOGYAKARTA

Lokasi/Responden : Kota Yogyakarta
Waktu : 07/11/2014 Sampai 07/02/2015
Lampiran : Proposal dan Daftar Pertanyaan
Dengan Ketenentuan : 1. Wajib Memberi Laporan hasil Penelitian berupa CD kepada Walikota Yogyakarta (Cq. Dinas Perizinan Kota Yogyakarta)
2. Wajib Menjaga Tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan yang berlaku setempat
3. Izin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan Pemerintah dan hanya diperlukan untuk keperluan ilmiah
4. Surat izin ini sewaktu-waktu dapat dibatalkan apabila tidak dipenuhinya ketentuan -ketentuan tersebut diatas
Kemudian diharap para Pejabat Pemerintah setempat dapat memberi bantuan seperlunya

Tanda tangan
Pemegang Izin

WISNU TRI NUGROHO

Tembusan Kepada :

- Yth. 1. Walikota Yogyakarta (sebagai laporan)
2. Ka. Biro Administrasi Pembangunan Setda DIY
3. Ka. Dinas Pendidikan Kota Yogyakarta
4. Kepala SMK Negeri 3 Yogyakarta
5. Ybs.



210

A. Permatasari, Diah Anji Nurani

Berkas/ID	Kategori Utama										Sub Kategori 1a										Sub Kategori 1b									
	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			
	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			
	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				
	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					
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27						
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27							
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27									
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27										
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27											
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27												
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27													
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27														
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27															
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27																
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27																	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27																		
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27																			
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27																				
	19	20	21	22	23	24	25	26	27																					
	20	21	22	23	24	25	26	27																						
	21	22	23	24	25	26	27																							
	22	23	24	25	26	27																								
	23	24	25	26	27																									
	24	25	26	27																										
	25	26	27																											
	26	27																												
	27																													
	28																													
	29																													
	30																													
	31																													
	32																													
	33																													
	34																													
	35																													
	36																													
	37																													
	38																													
	39																													
	40																													
	41																													
	42																													
	43																													
	44																													
	45																													
	46																													
	47																													
	48																													
	49																													
	50																													
	51																													
	52																													
	53																													
	54																													
	55																													
	56																													
	57																													
	58																													
	59																													
	60																													
	61																													
	62																													
	63																													
	64																													
	65																													
	66																													
	67																													
	68																													
	69																													
	70																													
	71																													
	72																													
	73																													
	74																													
	75																													
	76																													
	77																													
	78																													
	79																													
	80																													
	81																													
	82																													
	83																													
	84																													
	85																													
	86																													
	87																													
	88																													

LAMPIRAN 9. Dokumentasi



LAMPIRAN 10. Surat Keterangan Penelitian



PEMERINTAH KOTA YOGYAKARTA
DINAS PENDIDIKAN
SMK NEGERI 3

Jalan W. Monginsidi No. 2 Yogyakarta 55233 Telp./Fax. (0274) 513503
Website: www.smkn3jogja.sch.id Email: humas@smkn3jogja.sch.id

F/62/TU/13
20 Agustus 2013



Management
System
ISO 9001:2008
www.juv.com
ID: 8105064805

SURAT KETERANGAN TELAH MELAKSANAKAN PENELITIAN

Nomor : 070 / 1540

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Drs. Aruji Siswanto
NIP : 19640507 199010 1 001
Jabatan : Kepala Sekolah

Menerangkan bahwa :

Nama : Wisnu Tri Nugroho
NIM : 10518241025
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
Universitas : Universitas Negeri Yogyakarta
Fakultas : Teknik

Bahwa yang bersangkutan telah melaksanakan Penelitian dengan judul : "Pengembangan Trainer Kit Fleksibel Untuk Mata Pelajaran Teknik Mikrokontroler Dan Robotik Pada Program Keahlian Teknik Audio Video Di SMK N 3 Yogyakarta"

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Yogyakarta, 12 Nopember 2014
Kepala Sekolah,

Drs. Aruji Siswanto
NIP. 19640507 199010 1 001

SURAT KETERANGAN OBSERVASI

Yang bertanda tangan di bawah ini Ketua Jurusan Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta menerangkan bahwa:

Nama	: Wisnu Tri Nugroho
NIM	: 10518241025
Jurusan	: Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas	: Teknik
Waktu observasi	: 13 Maret 2014

Yang bersangkutan benar-benar telah melakukan observasi pada jurusan Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta yang beralamat di Jalan RW. Monginsidi no 2 Yogyakarta. Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenar-benarnya agar dapat digunakan sebagaimana semestinya.

Yogyakarta, 13 Maret 2014

Ketua Jurusan AV,



Sari Mulyanto, S.Pd.

NIP. 19620617 198902 1 002