

**PENGEMBANGAN PERANGKAT INSTRUKSIONAL
MIKROKONTROLER BERBANTUAN ARDUINO
DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN**



**Oleh :
Husain Asyari Wijaya, S.Pd
15721251010**

Tesis ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan
untuk mendapat gelar Magister Pendidikan

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2019**

ABSTRAK

HUSAIN ASYARI WIJAYA: Pengembangan Perangkat Instruksional Mikrokontroler Berbantuan Arduino di Sekolah Menengah Kejuruan. **Tesis. Yogyakarta: Program Pascasarjana, Universitas Negeri Yogyakarta, 2019.**

Penelitian pengembangan ini bertujuan mengetahui: (1) kelayakan, (2) keberfungsian, dan (3) keefektifan dari perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulasi sebagai media pembelajaran materi pemrograman mikrokontroler program keahlian Teknik mekatronika di Sekolah Menengah Kejuruan.

Penelitian ini menggunakan model pengembangan *Rapid Application Development (RAD)*, fase dalam RAD dibagi menjadi empat, yaitu (1) fase perencanaan syarat-syarat (*requirements planning phase*), (2) fase desain pengguna (*user design phase*), (3) fase konstruksi (*construction phase*), dan (4) fase pelaksanaan (*cutover phase*). Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI program keahlian Teknik Mekatronika SMK N 1 Bawang Banjarnegara dan SMK Leonardo Klaten. Validasi produk dilakukan oleh dua orang dosen dan tujuh orang guru SMK menggunakan angket. Uji coba produk dilakukan oleh 60 orang siswa. Instrumen pengumpulan data menggunakan angket untuk respon siswa dan tes untuk mengetahui hasil belajar siswa. Teknik analisis data yang digunakan deskriptif dan statistik parametrik dengan uji t.

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah simulasi mikrokontroler berbantuan arduino untuk materi pemrograman mikrokontroler. Simulasi ini dapat dijadikan sebagai salah satu media pembelajaran yang tidak terbatas oleh tempat, waktu dan konektivitas jaringan internet. Komponen simulasi mikrokontroler berbantuan arduino ini mencakup: kompetensi dasar, materi, dan evaluasi pembelajaran. Hasil penilaian kelayakan simulasi mikrokontroler berbantuan arduino menurut validator sebesar 83.33 sehingga dikategorikan "Sangat Layak" dan menurut siswa sebesar 70.98 dari skala 100 sehingga dikategorikan "Layak". Hasil penilaian keberfungsian simulasi mikrokontroler berbantuan arduino menurut validator sebesar 82.92 sehingga dikategorikan "Sangat Layak" dan menurut siswa sebesar 71.55 dari skala 100 sehingga dikategorikan "Layak". Simulasi mikrokontroler berbantuan arduino ini memiliki dampak yang efektif, karena besarnya nilai signifikansi saat diuji menggunakan uji t adalah $t_{hitung} = 11,075 > t_{tabel} = 1,983$ dan $Asymp. Sig (2-tailed) < 0,05$. Besarnya tingkat keefektifan dapat dilihat dari besarnya nilai *gain*.

Kata kunci : pengembangan perangkat instruksional, mikrokontroler, arduino

ABSTRACT

HUSAIN ASYARI WIJAYA: Instructional Material Development of Microcontroller Assisted by Arduino in Vocational Secondary School. **Thesis. Yogyakarta: Graduate School Program, Yogyakarta State University, 2019.**

This development research aims to find out: (1) feasibility, (2) functioning, and (3) the effectiveness of Arduino-assisted microcontroller instructional devices with simulations as learning media for microcontroller programming material in Mechatronics Engineering program at Vocational High School

This research uses the Rapid Application Development (RAD) development model, the phase in RAD is divided into four, namely (1) the requirements planning phase (requirements planning phase), (2) the user design phase, (3) the phase Construction (construction phase), and (4) implementation phase (cutover phase). The subjects of this study were the XI grade students of the Mechatronics Engineering expertise program at SMK N 1 Bawang Banjarnegara and Leonardo Klaten Vocational School. Product validation was carried out by two lecturers and seven vocational teachers using questionnaires. Product testing is carried out by 60 students. The instrument of data collection uses a questionnaire for student responses and tests to determine student learning outcomes. Data analysis techniques used were descriptive and parametric statistics with t test.

The results of this study are an Arduino-assisted microcontroller simulation for microcontroller programming material. This simulation can be used as one of the learning media that is not limited by the place, time and connectivity of the internet network. This Arduino-assisted microcontroller simulation component includes: basic competencies, material, and learning evaluation. The results of the feasibility assessment of the Arduino-assisted microcontroller simulation according to the validator are 83.33 so that it is categorized as "Very Eligible" and according to students is 70.98 of a scale of 100 so that it is categorized as "Eligible". The results of the assessment of the function of Arduino-assisted microcontroller simulations according to the validator are 82.92 so that it is categorized as "Very Eligible" and according to students is 71.55 of a scale of 100 so it is categorized as "Eligible". Arduino-assisted microcontroller simulation has an effective impact, because the significance value when tested using the t-test is $t_{hitung} = 11.075 > t_{tabel} = 1.983$ and Asymp. Sig (2-tailed) < 0.05 . The level of effectiveness can be seen from the magnitude of the gain value.

Keywords: development of instructional devices, microcontrollers, arduino

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa : Husain Asyari Wijaya, S.Pd
Nomor mahasiswa : 15721251010
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah tesis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya dalam tesis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 2 Juni 2019
Yang membuat pernyataan



Husain Asyari Wijaya, S.Pd
NIM. 15721251010

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGEMBANGAN PERANGKAT INSTRUKSIONAL
MIKROKONTROLER BERBANTUAN ARDUINO
DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN**

HUSAIN ASYARI WIJAYA

15721251010

Dipertahankan di depan Tim Penguji Tesis
Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta
Tanggal : 21 Agustus 2019

TIM PENGUJI

Prof. Herman Dwi Surjono, Ph.D.
(Ketua/Penguji)

Herman 15/10 2019

Dr. Djoko Laras Budyo Taruno
(Sekretaris/Penguji)

Djoko 14/10/2019

Moh. Khairudin, M.T., Ph.D.
(Pembimbing/Penguji)

Khairudin 10/10 2019

Dr. Istanto Wahyu Djatmiko
(Penguji Utama)

Istanto 10/10 2019

Yogyakarta, 21-10-2019

Program Pascasarjana

Universitas Negeri Yogyakarta

Direktur,



Prof. Dr. Marsigit, M.A.

NID. 19570719 198303 1 004

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan Perangkat Instruksional Mikrokontroler Berbantuan Arduino di Sekolah Menengah Kejuruan”. Untuk itu penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan, serta mendoakan selama proses penulisan tesis ini berlangsung. Ucapan terimakasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Moh. Khairudin, M.T, Ph.D selaku dosen pembimbing tesis yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan kemudahan sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan.
2. Para guru program keahlian teknik Mekatronika di SMK N 1 Bawang dan SMK Leonardo Klaten yang telah banyak memberi bantuan serta kemudahan dalam pengambilan data pada tesis ini.
3. Bapak Dr. Istanto Wahyu Djatmiko, M.Pd. selaku dosen pembimbing akademik dan Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan, arahan dan kemudahan dalam proses perkuliahan serta penulisan tesis ini.
4. Bapak Prof. Dr. Marsigit, M.A selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Bapak Totok Heru Tri Maryadi, Drs. M.Pd. selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro Universitas Yogyakarta yang telah begitu banyak memberikan kemudahan sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Marno dan Ibu Lastri tercinta yang senantiasa mendoakan dan mendukung sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.
7. Istri tercinta Ratih Prasanti yang senantiasa mendukung, menyemangati dan mendoakan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.
8. Teman-teman mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro 2015, Bapak Pangat, S.Pd, Ibu Siti Marfuah M.Pd, Ibu Suharni, M.Pd, Nova Budiyanata, M.Pd,

Asni Tafrikhatin, M.Pd, Eko Swi, M.Pd, Pramudita Budiastuti, M.Pd, Ilham Akbar Dermawan, M.Pd serta Juri Benedi, S.Pd

9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu hingga terselesaikannya tesis ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tesis ini jauh dari sempurna dan tentunya masih terdapat banyak kekurangan ataupun kesalahan, oleh karenanya kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan dan semoga penulisan tesis ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Yogyakarta, Juni 2019

Husain Asyari Wijaya, S.Pd

NIM. 15721251010

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DALAM	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Pembatasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Pengembangan	7
F. Manfaat Pengembangan	8
G. Spesifikasi Produk yang dikembangkan	8
H. Asumsi Pengembangan	10
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	11
A. Kajian Teori	11
1. Pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan	11
2. <i>Computer Assisted Instructions</i> (CAI)	15
3. Media Pembelajaran Vokasional	21
4. Media Pembelajaran Mikrokontroler Berbantuan Arduino	27
5. Mikrokontroler	40
B. Penelitian Relevan	44

C. Kerangka Pikir	49
D. Pertanyaan dan Hipotesis Penelitian	51
BAB III. METODE PENELITIAN	52
A. Model Pengembangan	52
B. Prosedur Pengembangan	53
C. Desain Uji Coba Media	61
1. Desain Uji Coba	61
2. Subjek Uji Coba	61
3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	61
4. Teknik Analisis Data	71
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	76
A. Hasil Pengembangan Awal	76
B. Hasil Uji Coba Produk	84
C. Revisi Produk	94
D. Kajian Produk Akhir	95
E. Keterbatasan Penelitian	98
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN.....	99
A. Simpulan	99
B. Saran Pemfaatan Produk	100
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut	101
DAFTAR PUSTAKA.....	102
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tahapan RAD	52
Gambar 2. Prosedur pengembangan sistem RAD	53
Gambar 3. Modifikasi Penambahan Fungsi Aplikasi Simulasi	58
Gambar 4. Penambahan Contoh Program	59
Gambar 5. Sampul Modul Materi Arduino	60
Gambar 6. Sub Program Basic	79
Gambar 7. Sub Program Digital	79
Gambar 8. Sub Program Analog	80
Gambar 9. Sub Program Control	80
Gambar 10. Sub Program Display	80
Gambar 11. Sub Program Liquid Crystal	81
Gambar 12. Sub Program Servo	81
Gambar 13. Outline Modul Materi	82
Gambar 14. Diagram Penilaian Keberfungsian	88
Gambar 15. Hasil Pretest	90
Gambar 16. Hasil Posttest	91

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Karakteristik ISO 9126	34
Tabel 2. Blok Panel Simulasi	57
Tabel 3. Rangkuman Kisi-kisi Observasi	63
Tabel 4. Rangkuman Kisi-Kisi Wawancara Guru	64
Tabel 5. Rangkuman Kisi-Kisi Wawancara Siswa	65
Tabel 6. Skala Penilaian	66
Tabel 7. Rangkuman Kisi-kisi Instrumen Kelayakan	66
Tabel 8. Rangkuman Kisi-kisi Validasi Instrumen Dosen dan Guru ..	68
Tabel 9. Rangkuman Kisi-Kisi Instrumen Pengguna	69
Tabel 10. Rangkuman Kisi-kisi Instrumen Tes	70
Tabel 11. Kategori Penilaian	74
Tabel 12. Kategori Skor Gain	75
Tabel 13. Perbandingan Sistem Yang Berjalan Dengan Sistem Usulan	77
Tabel 14. Hasil Pengujian Black Box Testing	85
Tabel 15. Hasil Penilaian Keberfungsian	87
Tabel 16. Hasil Penilaian Kalayakan Menurut Siswa	92
Tabel 17. Hasil Penilaian Keberfungsian Respon Siswa	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Silabus Pemrograman Mikrokontroler	102
Lampiran 2. Kisi-kisi Instrumen Penelitian	109
A. Kisi-kisi Instrumen <i>Black Box Testing</i>	109
B. Kisi-kisi Instrumen Ahli	109
C. Kisi-kisi Instrumen Siswa	110
D. Kisi-kisi Instrumen Tes	111
Lampiran 3. Instrumen	112
A. Instrumen Black Box Testing	112
B. Instrumen Angket Ahli	118
C. Instrumen Angket Siswa	125
D. Instrumen Tes Soal Siswa	130
Lampiran 4. Uji Validitas dan Reliabilitas	135
A. Uji Validitas	135
B. Uji Reliabilitas	137
Lampiran 5. Analisis Data Penelitian	138
A. Data Hasil Penilaian Kelayakan oleh Ahli	138
B. Data Hasil Penilaian Keberfungsian oleh Ahli	138
C. Data Hasil Penilaian Kelayakan oleh Siswa	139
D. Data Hasil Penilaian Keberfungsian oleh Siswa	139
E. Data Hasil <i>pretest</i> Siswa	140
F. Data Hasil <i>posttest</i> Siswa	142
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian	144
A. Modul Materi	144

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Siriwat (2005:44) dalam pidatonya pada forum APEC dengan topik “Internasionalisasi Pendidikan Kejuruan” menyatakan bahwa negara-negara anggota APEC menghadapi masalah-masalah dalam pendidikan kejuruan, salah satunya adalah pada kebanyakan kurikulum teknik dan kejuruan, dan materi pembelajaran tidak fleksibel, usang (tidak *update*) dan sumber daya untuk memperbaiki kondisi tersebut langka (sedikit). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa diperlukan peningkatan kualitas pembelajaran dalam pendidikan kejuruan. Peningkatan kualitas pendidikan kejuruan dapat dilakukan dengan mempertajam kemampuan kognitif dan keterampilan peserta didik sejalan dengan kebutuhan kompetensi kerja yang terus berkembang. Kompetensi kerja merupakan karakteristik dasar yang dimiliki seseorang yang mengindikasikan cara berpikir dan bertindak untuk berbagai situasi dan dalam jangka waktu yang lama (Spencer & Spencer, 1993: 9-15). Kondisi tersebut membawa konsekuensi bahwa sekolah harus mampu menghasilkan lulusan dengan kompetensi kerja yang utuh dan relevan dengan kebutuhan dunia kerja.

Pendidikan kejuruan di Indonesia dinilai belum dapat sepenuhnya mempersiapkan lulusan yang berkualitas. Dunia pendidikan khususnya kejuruan yang menyiapkan lulusannya menjadi tenaga siap pakai ternyata tumbuh dalam sebaran kebutuhan kompetensi baik segi kuantitas, kualitas, tempat dan waktu yang tidak

berimbang dengan potensi dunia kerja (Achmad Siddik Thoha:2013). SMK sebagai salah satu penyelenggara pendidikan kejuruan harus dapat mencetak lulusan yang mampu bekerja di dunia usaha / dunia industri (DU/DI). Kualitas lulusan SMK menjadi nilai *bargaining* yang sangat penting agar dapat diterima bekerja di DU/DI. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas lulusan SMK adalah peningkatan kualitas pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja (*matching*).

Permasalahan lain yang ditemukan pada pembelajaran kejuruan yaitu para siswa pendidikan kejuruan mengalami kesulitan memahami dan mengeksplorasi materi dikarenakan keterbatasan media. Peran media pembelajaran pada pendidikan kejuruan sangatlah penting. Penggunaan media pembelajaran membantu guru dalam menciptakan berbagai situasi kelas, menentukan penggunaan metode pembelajaran yang tepat, serta menciptakan iklim emosional yang sehat diantara siswa (Nurul Usrotun Hasanah:2015). Penggunaan media pembelajaran yang tepat dapat memberikan implikasi terhadap pemahaman peserta didik terhadap materi yang diajarkan.

Berdasarkan pengamatan dalam pembelajaran praktikum mikrokontroler di SMK, siswa mengerjakan praktikum sebatas pada penjelasan guru dikelas dan bahkan beberapa siswa tidak memahami dan tidak mampu memberikan penjelasan (*explain*) materi apa yang akan dipraktikkan dan tidak mampu mengidentifikasi materi apa yang sedang dipelajari. Hal tersebut mengindikasikan kurangnya kemampuan pemahaman konsep siswa terhadap materi mikrokontroler. Pemahaman konsep sebagai tujuan pembelajaran merupakan salah satu aspek kognitif yang merupakan

dasar pembentukan pengetahuan secara utuh. Menurut Lusi Anggraini (2014), pemahaman konsep merupakan dasar dan tahapan penting dalam pembelajaran dalam rangka pengembangan kemampuan berfikir. Memiliki pemahaman konsep berarti memahami sesuatu yang abstrak sehingga mendorong siswa berfikir lebih mendalam. Dapat dikatakan bahwa domain kognitif perlu dikembangkan sebagai landasan yang kuat untuk penguasaan keterampilan.

Belum adanya media pembelajaran mikrokontroler dalam bentuk paket media simulasi yang didukung modul materi berimbas pada kurang tercapainya pengalaman belajar bermakna oleh siswa untuk mengenal dan memahami mikrokontroler secara menyeluruh. Materi mikrokontroler di Sekolah Menengah Kejuruan merupakan materi pembelajaran yang menarik jika disajikan dengan suatu paket media pembelajaran dengan komponen-komponen masukan dan keluaran yang dapat disimulasikan sesuai dengan materi pemrograman yang dipelajari, dimana siswa dapat mempraktikkan program yang dibuat dengan didukung sebuah media dan modul materi pembelajaran. Media simulator pembelajaran mendukung prinsip *learning by doing* sedangkan modul materi mendukung prinsip *individualized learning*, dimana modul tersebut sebagai sumber belajar yang memungkinkan siswa untuk belajar mandiri pada proses pembelajaran.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, beberapa permasalahan penelitian diidentifikasi pada bagian ini.

Salah satu indikator kegagalan pendidikan diketahui dengan kurangnya keterserapan lulusan pada dunia kerja. Hal tersebut dapat disebabkan karena kurikulum tidak fleksibel dan tidak *update* dan kurangnya sumber daya untuk memperbaiki kurikulum. Oleh karena itu diperlukan peninjauan kembali kurikulum dengan tujuan peningkatan kualitas pembelajaran pendidikan kejuruan, khususnya kemampuan kognitif dan keterampilan peserta didik sejalan dengan kebutuhan kompetensi kerja yang terus berkembang.

Pendidikan kejuruan dinilai belum dapat sepenuhnya mempersiapkan lulusan yang berkualitas. Hal tersebut dapat diketahui dari materi pembelajaran dan media pembelajaran yang belum mengikuti isu-isu dan teknologi yang berkembang. Pengembangan materi dan media pembelajaran yang sesuai perkembangan dan relevan di dunia kerja menjadi upaya yang dapat dilakukan untuk mempersiapkan lulusan berkualitas melalui pembelajaran.

Keterbatasan media mengakibatkan para siswa pendidikan kejuruan mengalami kesulitan memahami dan mengeksplorasi materi. Pembelajaran di pendidikan kejuruan yang berinteraksi langsung dengan “alat” pada pembelajaran tanpa dibekali materi yang terkonsep akan membuat mahasiswa tidak memahami esensi pembelajaran bahkan untuk mengeksplorasi alat tersebut. Pengembangan materi dan

media pembelajaran yang memberikan unsur pemahaman konsep diperlukan untuk memberi bekal pemahaman siswa agar mampu mengeksplorasi materi.

Materi mikrokontroler merupakan materi yang memiliki urgensi tinggi untuk dipelajari dikarenakan tingginya tingkat penggunaannya di industri. Di lain pihak, pembelajaran materi mikrokontroler di SMK belum mengantarkan para siswa untuk memahami materi dengan baik. Pemahaman konsep sebagai tujuan pembelajaran merupakan salah satu aspek kognitif yang merupakan dasar pembentukan pengetahuan secara utuh untuk pengembangan kemampuan berfikir. Pengembangan materi dan media pembelajaran yang mengembangkan pemahaman konsep (domain kognitif) dinilai perlu dikembangkan sebagai landasan yang kuat untuk penguasaan keterampilan.

Keterbatasan media yang menjadi permasalahan pada pembelajaran mikrokontroler di SMK khususnya adalah paket media pembelajaran yang belum didukung simulasi atau simulator yang dilengkapi modul materi. Dengan keterbatasan tersebut, menyebabkan kompetensi siswa tidak dapat tercapai secara maksimal dimana siswa tidak dapat mempraktikkan berbagai pemrograman input/output secara mandiri, sehingga pembelajaran kurang bermakna. Media pembelajaran mikrokontroler berbantuan arduino berupa simulator yang dilengkapi dengan modul materi mendukung prinsip *learning by doing* dan mendukung prinsip *individualized learning*, dimana modul tersebut sebagai sumber belajar yang memungkinkan siswa untuk belajar mandiri pada proses pembelajaran.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi, maka penelitian ini difokuskan pada batasan masalah adanya peluang untuk lebih meningkatkan pemahaman siswa teknik Mekatronika di SMK dalam pemrograman mikrokontroler di sekolah dengan mengembangkan perangkat instruksional mikrokontroler berupa aplikasi simulasi mikrokontroler arduino Xevro yang ditunjang dengan modul materi pemrograman dasar arduino.

Simulasi mikrokontroler arduino Xevro adalah aplikasi offline yang dapat dioperasikan dengan perangkat komputer pada lingkungan platform windows. Simulasi Xevro berbasiskan simulasi untuk mikrokontroler arduino tipe Uno dengan disediakan blok panel-panel simulasi input dan output. Unjuk kerja utama yang dapat dioperasikan simulasi Xevro ini hanya sebatas dengan keseuaiannya dengan panel simulasi yang tersedia.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan sebelumnya maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah kelayakan perangkat intruksional Mikrokontroler berbantuan arduinodengan simulasi yang dilengkapi modul materi pada kompetensi keahlian Mekatronika di SMK?

2. Bagaimanakah keberfungsianperangkat intruksional Mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulasi yang dilengkapi modul materi pada kompetensi keahlian Mekatronika di SMK ?
3. Bagaimanakah efektifitas penggunaan perangkat intruksional Mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulasi yang dilengkapi modul materi pada kompetensi keahlian Mekatronika di SMK ?

E. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan diatas maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Mengetahui kelayakanperangkat intruksional Mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulator yang dilengkapi modul materi pada kompetensi keahlian Mekatronika di SMK
2. Mengetahui keberfungsianperangkat intruksional Mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulator yang dilengkapi modul materi pada kompetensi keahlian Mekatronika di SMK
3. Mengetahui efektifitas perangkat intruksional Mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulator yang dilengkapi modul materi pada kompetensi keahlian Mekatronika di SMK

F. Manfaat Pengembangan

Hasil penelitian pengembangan ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Siswa
 - a. Didapatkan simulasi mikrokontroler yang memiliki tingkat kelayakan, keberfungsian serta efektifitas yang layak dan dapat digunakan sebagai salah satu media dan sumber belajar. Siswa dapat menggunakan simulator arduino berbentuk trainer tanpa harus memiliki perangkat keras input output atau modul modular.
 - b. Siswa memiliki gambaran visualisasi nyata hasil demonstrasi pemrograman mikrokontroler yang dilakukan selama praktikum.
2. Bagi Guru
 - a. Guru memiliki pilihan paket media pembelajaran materi mikrokontroler berbantuan arduino yang terpadu untuk digunakan, baik pada pembelajaran materi maupun praktikum.
 - b. Guru memiliki paket materi dan evaluasi materi mikrokontroler untuk memudahkan penilaian terhadap Siswa.

G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan pada penelitian ini adalah aplikasi simulasi mikrokontroler arduino dan modul materi pemrograman dasar arduino. Spesifikasi produk sebagai berikut:

1. Spesifikasi Teknis

Aplikasi Simulasi arduino memiliki: (a) panel input dengan 8 push button yang dapat diakses melalui fungsi digital read, (b) Blok panel slider ini merupakan simulasi dari analog input berupa nilai slider yang dibaca menggunakan fungsi analogRead(), (c) Blok panel led ini terdiri dari 14 simulasi led yang mewakili pin digital 0 hingga 13 yang diakses melalui fungsi digital Write(), (d) Blok panel simulasi slider bar ini digunakan untuk mendemokan fungsi analogWrite(), (e) Blok panel sound generator mensimulasikan fungsi analogwrite dalam menghasilkan bunyi-bunyian, (f) Blok panel buzzer digunakan untuk mensimulasikan fungsi buzzer, (g) Blok panel tone melody digunakan untuk mensimulasikan hasil keluaran bunyi nada, (h) Blok panel lcd display dapat diguanakn untuk mensimulasi penampil displai lcd 16x2, dan (i) Blok panel 7 segment digunakan untuk mensimulasi visualisasi 7 segment.

2. Spesifikasi Non Teknis

Modul Materi Pemrograman Arduino memiliki outline sebagai berikut: (a) sampul, (b) daftar isi, (c) daftar rangkaian, (d) daftar program, (e) daftar gambar, (f) materi pengenalan arduino, (g) materi animasi led, (h) materi input, (i) materi sound, (j) termometer digital, (k) sensor cahaya, (l) sensor ultrasonik, (m) daftar rangkaian, (n) daftar program, dan (o) daftar gambar.

H. Asumsi Pengembangan

Produk yang dikembangkan diasumsikan memiliki prasyarat sebagai berikut :

1. Siswa telah menguasai atau menempuh standar kompetensi berikut ini:
 - a. Menerapkan dasar-dasar kelistrikan
 - b. Menerapkan dasar-dasar elektronika
 - c. Menerapkan dasar-dasar teknik digital
 - d. Menerapkan konsep elektronika digital dan rangkaian elektronika komputer
 - e. Menerapkan sistem mikrokontroler
 - f. Mengoperasikan sistem operasi komputer
 - c. Mengoperasikan software aplikasi program dan gambar
 - g. Siswa memiliki kemampuan untuk mengoperasikan sistem komputer dengan baik dan benar.
 - h. Guru menguasai materi dan memiliki kemampuan memprogram media menggunakan perangkat komputer.
2. Sekolah telah didukung dengan sarana komputer yang memenuhi spesifikasi minimum untuk menjalankan *simulator* mikrokontroler berbantuan Arduino Uno sebagai pemrograman mikrokontroler.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan salah satu pendidikan formal yang tergolong dalam pendidikan menengah. Pembelajaran di pendidikan kejuruan harus berbasis kompetensi yang siswa minati dan disesuaikan dengan kompetensi yang dibutuhkan (Wierik , 2015: 1947). Mortaki (2012: 53) menyebutkan bahwa pendidikan kejuruan adalah pendidikan yang bertujuan untuk organisasi, perwujudan dan evaluasi program yang terkait erat dengan pasar tenaga kerja sehingga menggabungkan pengetahuan teoritis bersama dengan kompetensi teknis. Berdasarkan Permendikbud No. 34 Tahun 2018, lulusan SMK memiliki kompetensi program keahlian dan kewirausahaan untuk memenuhi tuntutan dunia kerja maupun melanjutkan pendidikan tinggi sesuai dengan kejuruannya. Pendidikan kejuruan (Zirkle dan Martin, 2012: 9) adalah bentuk pendidikan yang setara dengan sekolah menengahatas namun secara historis, pendidikan kejuruan berfokus pada persiapan kerjadan dapat didefinisikan sebagai kursus dan program pendidikan yang ditawarkan kurang dari tingkat sarjana muda. Beberapa pernyataan ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa pendidikan kejuruan adalah bentuk pendidikan yang berfokus pada persiapan kerja yang memiliki kompetensi program keahlian sesuai yang dibutuhkan.

Pendidikan kejuruan memiliki beragam tujuan. Billet (2011: 4-5) menyatakan bahwa tujuan dari pendidikan kejuruan adalah berfokus pada (a) menginformasikan seseorang tentang pemilihan pekerjaan; (b) persiapan awal individu untuk kehidupan kerja; (c) pengembangan kompetensi seseorang untuk menghadapi dunia kerja; dan (d) pengalaman pendidikan sebagai upaya untuk menyesuaikan seseorang ke dunia kerja. Pemilihan jurusan dilakukan berdasarkan pilihan siswa, keterampilan siswa dalam memanfaatkan pilihan yang sudah dimiliki, dan keterampilan siswa apakah kompetensi pilihannya sesuai dengan peluang di masa depan (Gough, 2009: 115). Senada dengan Gough, Fari'as (2015: 714) menyebutkan bahwa hasil lulusan siswa SMK cenderung lebih pandai di bidang keterampilannya daripada akademisnya, sehingga pemilihan program keahlian saat masuk SMK seharusnya mendapatkan pendampingan agar sesuai dengan keinginan dan kemampuannya. Pendidikan kejuruan juga diharapkan dapat mengarahkan siswa bagaimana kompetensi yang dimilikinya dapat dimanfaatkan siswa untuk dapat membaca peluang - peluang usaha di masa depan.

Pendidikan kejuruan sudah mulai melakukan inovasi kurikulum agar persepsi negatif di masyarakat mulai berkurang (OECD, 2009: 253). Keberhasilan pendidikan kejuruan dapat dinilai dari empat aspek yaitu jumlah siswa, sarana prasarana dan tenaga pengajar, kurikulum, serta hasil lulusan (Guo dan Lamb, 2010: 37). Pendidikan kejuruan mulai memberikan pelatihan pekerja terampil dan guru berusaha menemukan cara untuk melibatkan siswa di kelas dan laboratorium sehingga siswa dapat terampil ketika bekerja di industri (Zirkle dan Martin, 2012:21).

Guru sebagai seorang pendidik harus dapat memposisikan diri agar mempermudah pembelajaran vokasional. Tran (2017: 19-20) menyebutkan terdapat empat posisi guru dalam pembelajaran terhadap siswa yaitu: *deliberate self-positioning*: siswa yang serius mengikuti proses pembelajaran, sehingga guru dapat memberikan pembelajaran secara profesional, *other positioning*: siswa akan memperhatikan jika guru menjadi aktor lain yang menarik siswa, *forced selfpositioning*: siswa yang butuh ketegasan sehingga guru harus bersikap tegas dan disiplin, dan *repositioning*: guru harus dapat mengubah pemikiran siswa yang salah dan memiliki dampak buruk. Guru kejuruan diharapkan tidak hanya pandai dalam hal pedagogi, namun juga harus mengikuti perkembangan zaman karena teknologi semakin hari semakin maju jadi diharapkan guru dapat mengikutinya. Seorang guru harus memiliki inovasi yang tinggi dan bersemangat untuk menjadi pembelajar seumur hidup karena teknologi selalu maju (Messmann , 2010: 21). Guru kejuruan yang hebat adalah berdedikasi, fasilitator yang hebat, pemimpin belajar, komunikator yang hebat, motivator, pemikir positif, pemecah masalah kreatif mampu memanfaatkan TIK, menghormati pelajar, peduli dengan siswa, mampu mengidentifikasi kebutuhan siswa, seorang pendengar, dan secara pedagogis sangat kompeten dalam mengembangkan berbagai metode belajar mengajar (Lucas, 2014: 11-12).

Saat ini guru kejuruan hanya dapat menghabiskan sebagian kecil waktunya untuk berkolaborasi dengan industri sehingga perubahan di sekolah masih sangat minim (Bruening,2001: 27). Transparansi perusahaan yang ingin mengisi pekerjaan

terkadang juga masih kurang sehingga lulusan kejuruan masih memerlukan pelatihan di luar Pendidikan kejuruan untuk menyesuaikan kompetensi yang dibutuhkan (Pilz, 2012: 582). Pemecahan permasalahan tersebut adalah aktifnya guru kejuruan untuk melakukan pelatihan. Bruening (2001: 3) menyatakan bahwa pelatihan yang harus diikuti guru yaitu pelatihan yang berhubungan dengan kemajuan teknologi. Pelatihan berbasis teknologi sangat dibutuhkan sebagai upaya guru kejuruan untuk mengikuti perkembangan teknologi yang digunakan di industri.

Pembelajaran di pendidikan kejuruan harus sudah diterapkan seperti di dunia industri. Penelitian yang dilakukan oleh Eichorst (2012: 31) menyebutkan bahwa pendidikan kejuruan sangat efektif jika menggunakan sistem ganda yaitu system berbasis sekolah dengan pelatihan berbasis industri. Hal ini untuk membudayakan kebiasaan siswa sejak awal agar perilaku siswa yang buruk dapat diminimalisir. Morselli (2015: 177) menyatakan bahwa perilaku seperti kedisiplinan, inisiatif, dan proaktif pada siswa harus dibiasakan sejak di sekolah. Guru kejuruan harus dapat merespon dengan baik siswanya sehingga dapat menciptakan lingkungan pembelajaran yang sesuai dengan kondisi di industri. Salah satu contoh budaya industri yang dapat dibawa ke sekolah adalah guru dan siswa bekerja sama untuk menemukan solusi bersama dan menerapkannya sehingga meningkatkan kemampuan siswa untuk memecahkan masalah (Morselli, 2015: 175). Siswa juga diberi stimulus agar mengubah tindakannya sesuai dengan hasil pemecahan bersama.

Berdasarkan uraian diatas, berarti dapat dikatakan bahwa SMK sebagai bagian dari pendidikan kejuruan membutuhkan kegiatan belajar yang mengarah pada penerapan ilmu dan teknologi serta kegiatan praktik yang sama dengan kondisi saat bekerja agar lulusannya siap bekerja. Salah satu metode yang dapat digunakan pada pelaksanaan praktikum adalah pemberian tugas dengan prinsip mengajar berbantuan komputer akan lebih menarik perhatian siswa.

2. Computer Assisted Instructions (CAI)

Pengajaran Berbantuan Komputer atau disingkat dengan CAI (Computer Assisted Instruction) adalah suatu sistem pengajaran dan pembelajaran yang menggunakan peralatan komputer sebagai alat bantu yang bersama-sama dengan knowledge base (dasar pengetahuan)-nya. CAI merupakan pengembangan daripada teknologi informasi terpadu yaitu komunikasi (interaktif), audio, video, penampilan citra (image) yang dikemas dengan sebutan teknologi multimedia.

Menurut Arif (2007: 14-15) komunikasi antara siswa dengan komputer dalam *Computer Assisted Instruction (CAI)* meliputi tahap-tahap sebagai berikut : (1) Komputer menyajikan materi pelajaran, (2) Siswa mempelajari materi tersebut, (3) Komputer mengajukan pertanyaan, (4) Siswa memberikan respon, (5) Komputer memeriksa respon tersebut, bila dinilai benar, komputer menyajikan materi berikutnya, tetapi jika dinilai salah, komputer memberikan jawaban yang benar beserta penjelasannya.

Menurut Oemar Hamalik (2009: 237), salah satu jenis perangkat lunak (software) pembelajaran dengan bantuan komputer adalah simulasi. Pada tingkat yang lebih lanjut, dalam hal siswa mempelajari materi, siswa dapat mengajukan pertanyaan kepada komputer dan komputer yang menjawab dengan saling berinteraksi. Siswa dapat menyuruh komputer menggerakkan obyek-obyek yang ada pada layar atau sebaliknya komputer meminta siswa untuk menggerakkan obyek-obyek tersebut. Dengan demikian, karakter pengajaran yang interaktif, simulatif, dialogis, pedagogis dan sebagainya dapat dirasakan oleh pengguna atau siswa.

Computer Assisted Instruction (CAI) adalah suatu cara penggunaan komputer secara langsung didalam proses pengajaran sebagai salah satu alternatif pengganti buku-buku dan pendidik. Metode *Computer Assisted Instruction (CAI)* adalah sebagai berikut (Heinich, , 1993): (1) Penjelasan (Tutorial), dalam metode ini komputer berperan layaknya sebagai seorang guru. Siswa berpartisipasi secara aktif dalam proses belajarnya dengan berinteraksi melalui komputer. Tutorial memakai teori dan strategi pembelajaran dengan memberikan materi, pertanyaan, contoh, latihan dan kuis agar murid dapat menyelesaikan suatu masalah, tujuannya adalah membuat siswa memahami suatu konsep/materi yg baku. Akan tetapi bila sistem ini disertai dengan modul remedial, maka bila gagal, siswa akan diberikan remedial terhadap topik yang ia jawab salah saja (tidak mengulang semua), (2) Latih dan Praktik (Drill and Practice) Program *Computer Assisted Instruction (CAI)* drill and practice adalah metode pengajaran yang dilakukan dengan memberikan latihan yang berulang-ulang, tujuannya yaitu siswa akan lebih terampil, cepat, dan tepat dalam melakukan suatu

keterampilan. Program ini berisi rangkaian soal-soal latihan guna meningkatkan keterampilan dan kecepatan berfikir pada materi tertentu, (3) Simulasi, merupakan suatu model atau penyederhanaan dari situasi, obyek atau kejadian sesungguhnya. Program *Computer Assisted Instruction (CAI)* dengan metode simulasi memungkinkan siswa memanipulasi berbagai aspek dari sesuatu yang disimulasikan tanpa harus menanggung resiko yang tidak menyenangkan. Siswa seolah-olah terlibat dan mengalami kejadian sesungguhnya dan umpan balik diberikan sebagai akibat dari keputusan yang diberikannya, (4) Permainan (Game), materi dari permainan merupakan hal yang ingin diajarkan, sekaligus ia juga berperan sebagai motivator. Pendekatan motivasi, dibedakan antara: motivasi intrinsik yaitu tidak ada reward diluar atau tanpa reward seperti “point” misalnya siswa menyenangi permainan tersebut, (5) Pemecahan Masalah (Problem-Solving), pemecahan masalah adalah suatu metode mengajar yang mana siswanya diberi soal-soal, lalu diminta pemecahannya, tujuannya menganalisis masalah dan memecahkan masalah tersebut. Menurut Arif (2012:16) penggunaan komputer sebagai alat bantu pengajaran atau *Computer Assisted Instruction (CAI)* mempunyai keuntungan antara lain : (1) Mampu mengurangi biaya pelatihan, (2) Fleksibilitas waktu, (3) Fleksibilitas kecepatan pembelajaran, (4) Standarisasi pembelajara, (5) Efektivitas pembelajaran, dan (6) Dapat menyimpan data pelajar, pelajaran dan proses pembelajaran yang berlangsung.

a. Dasar Pengembangan

Menurut Merrill (1994: 124), Perencanaan dan penyusunan perangkat lunak *Computer Assisted Instruction (CAI)* dapat dilakukan sendiri tanpa bantuan pihak lain. Untuk itu pengembang *Computer Assisted Instruction (CAI)* harus memiliki tiga ketrampilan yaitu: (1) menguasai bidang studi, (2) menguasai prosedur pengembangan media, (3) menguasai bahasa atau program komputer.

Menurut Soni Ramadhan (2011: 14) secara umum pengembangan *Computer Assisted Instruction (CAI)* ini dapat didasarkan atas: (1) Karakteristik bidang studi, bahwa hendaknya fisika dipelajari oleh siswa dengan kontak langsung terhadap objek yang sedang diselidiki maupun pengamatan di laboratorium, (2) Pengamatan secara langsung pada materi pokok termodinamika dan fluida statis, siswa kesulitan dalam mendapatkan informasi. Sedangkan untuk mengadakan pengamatan di laboratorium alat peraga tidak tersedia/ kelangkaan peralatan untuk eksperimen, (3) Keselamatan siswa maupun guru, seperti eksperimen dengan tegangan tinggi, radioaktif, bahan kimia yang mudah meledak, dan sebagainya.

b. Strategi dan Media Pembelajaran Berbantuan Komputer

Menurut Degeng (1989: 141), strategi penyampaian (*delivery strategy*) pengajaran mengacu kepada cara-cara yang dipakai untuk menyampaikan pengajaran kepada siswa, dan sekaligus untuk menerima serta merespons masukan-masukan dari siswa. Prinsip-prinsip teori belajar perlu diterapkan guru dalam mengembangkan sistem instruksional. Prinsip teori behaviorisme

yang banyak dipakai adalah: (1) proses belajar terjadi dengan baik apabila siswa ikut terlibat secara aktif di dalamnya, (2) materi pelajaran diberikan dalam unit-unit kecil, (3) tiap-tiap respons perlu diberikan umpan balik secara langsung, (4) pemberian penguatan terhadap hasil respons siswa (Toeti Soekanto, 1993: 85).

Model CAI yang merupakan kelanjutan dari belajar berprogram (*Programmed Instruction*) atau istilah AECT adalah pembelajaran arah diri (*Individually Prescribed Instruction*) (AECT, 1997: 2004). Dalam CAI siswa berhadapan dan berinteraksi secara langsung dengan komputer. Interaksi antara komputer dengan siswa terjadi secara individual dan kelompok. Komputer dapat membangkitkan perhatian siswa dan meningkatkan partisipasi dalam pembelajaran.

Penggunaan komputer dalam CAI lebih diarahkan pada penggunaan komputer sebagai “sarana atau media belajar” yang dapat membantu tugas guru dalam menanamkan suatu konsep kepada siswa, serta melatih siswa tersebut dalam meningkatkan ketrampilan yang dikehendaki. Kelebihannya komputer mempunyai kemampuan untuk mengisi kekurangan-kekurangan yang terdapat pada guru. Menurut Azhar Arsyad (2002: 94), penggunaan komputer sebagai media pembelajaran secara umum mengikuti proses instruksional sebagai berikut: (1) merencanakan, mengatur, mengorganisasikan, dan menjadwalkan pengajaran, (2) mengevaluasi siswa (tes), (3) mengumpulkan data mengenai siswa, (4) melakukan analisis statistik mengenai data pembelajaran, (5) membuat catatan perkembangan pembelajaran (kelompok atau perseorangan). Beberapa kelebihan pemakaian teknologi komputer juga disampaikan oleh Barbara B. Seels (1994: 44), yang

mengemukakan teknologi berdasarkan komputer, baik perangkat keras maupun perangkat lunak pada umumnya memiliki karakteristik sebagai berikut: (1) dapat digunakan secara random atau tidak urut, maupun secara linear, (2) dapat digunakan sesuai dengan kemampuan siswa, maupun dalam cara direncanakan oleh desainer, (3) konsep-konsepnya pada umumnya disajikan dalam gaya abstrak dengan kata-kata, simbol, dan grafik, (4) prinsip ilmu pengetahuan kognitif diterapkan selama pengembangan, (5) belajarnya dapat berpusat pada siswa dan menghendaki kegiatan secara interaktif

c. Manfaat Pembelajaran Berbantuan Komputer

Beberapa manfaat menggunakan komputer dalam pembelajaran adalah: Menurut Thomson (dalam Elida & Nugroho, 2003), (1) Pada saat dipergunakan pembelajaran, komputer meningkatkan motivasi siswa. Siswa menikmati kerja komputer dan ingin menghabiskan waktu, karena komputer memberikan tantangan (yaitu pekerjaan yang tidak terlalu sulit maupun terlalu mudah). Disamping itu komputer dapat menampilkan perpaduan antara teks, gambar, animasi gerak dan suara secara bersamaan. (2) Komputer mampu memberikan informasi, tentang kesalahan dan jumlah waktu belajar yang diperlukan untuk mengerjakan soal-soal, (3) Pembelajaran berbantuan komputer melatih siswa untuk terampil memilih bagian-bagian isi pembelajaran yang dikehendaki, (4) Pengembangan pembelajaran yang dirancang secara hati-hati akan bermanfaat bagi siswa yang biasanya kurang mengikuti metode pembelajaran tradisional, (5) Melalui komputer pembelajaran dapat dilakukan secara

berulang-ulang, sehingga hambatan belajar yang disebabkan rasa malu untuk bertanya bagi siswa yang lemah serta kesabaran bagi pengajar dapat teratasi, (6) Pembelajaran dengan bantuan komputer dapat dilakukan secara mandiri/individual. Persepsi belajar klasikal yang tidak seragam, dengan bantuan komputer memungkinkan belajar sesuai dengan kemampuannya, (7) Mempengaruhi sikap siswa terhadap sekolah dan mata pelajaran serta berdampak positif untuk meningkatkan daya imajinasi dan rasa percaya diri.

Berikut merupakan tujuan penggunaan media simulasi yang dikemukakan oleh Nana Sudjana (2009: 89), yaitu: (1) melatih keterampilan tertentu, baik yang bersifat profesional maupun bagi kehidupan sehari-hari, (2) memperoleh pemahaman tentang suatu konsep atau prinsip, (3) latihan memecahkan masalah, (4) meningkatkan keaktifan belajar dengan melibatkan siswa dalam mempelajari situasi yang hampir serupa dengan kejadian yang sebenarnya, (5) meningkatkan motivasi belajar siswa, karena simulasi sangat menarik dan menyenangkan anak, (6) melatih siswa untuk bekerjasama dalam kelompok, (7) menumbuhkan kreatifitas siswa

3. Media Pembelajaran Vokasional

Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang digunakan untuk menyalurkan pesan serta dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemauan belajar sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar yang disengaja, bertujuan dan terkendali (Miarso, 2009: 457). Menurut Arsyad (2007: 6-7) ciri-ciri umum yang

terkandung yaitu: (1) memiliki pengertian fisik yang dewasa ini dikenal sebagai *simulasi* (perangkat keras), (2) memiliki pengertian nonfisik yang dikenal sebagai *software* (perangkat lunak), (3) penekanan pada visual dan audio, (4) alat bantu proses belajar baik di dalam maupun di luar kelas, (5) digunakan dalam rangka komunikasi dan interaksi guru dan siswa dalam proses pembelajaran, (6) dapat digunakan secara massal, kelompok besar dan kelompok kecil, atau perorangan, (7) sikap, perbuatan, organisasi, strategi, dan manajemen yang berhubungan dengan penerapan suatu ilmu. Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran adalah sesuatu yang digunakan untuk menyampaikan informasi dari guru kepada siswa agar dapat merangsang pikiran, perhatian, dan motivasi siswa dalam mengikuti pelajaran yang dapat digunakan di dalam atau di luar kelas secara individual atau kelompok dalam bentuk *simulasi* atau *software*, visual dan atau audio.

a. Manfaat media

Media pembelajaran dapat mempertinggi proses belajar siswa dalam pembelajaran sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Sudjana & Rivai (1990: 2) mengemukakan manfaat media pembelajaran dalam proses belajar siswa, yaitu (1) pembelajaran akan lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar, (2) bahan pembelajaran akan lebih jelas maknanya sehingga akan lebih dipahami oleh para siswa, dan memungkinkan siswa menguasai tujuan pengajaran lebih baik, (3) metode mengajar akan lebih bervariasi, tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata oleh guru, sehingga

siswa tidak bosan dan guru tidak kehabisan tenaga, apalagi bila guru mengajar untuk setiap jam pelajaran, dan (4) siswa lebih banyak melakukan kegiatan belajar, sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru, tetapi aktivitas lain seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan dan lain-lain. Arsyad (2007: 26-27) menyatakan bahwa beberapa manfaat penggunaan media dalam proses belajar mengajar diantaranya (1) memperjelas penyajian informasi sehingga dapat memperlancar dan meningkatkan proses dan hasil belajar, (2) meningkatkan dan mengarahkan perhatian anak sehingga dapat menimbulkan motivasi belajar, interaksi yang lebih langsung antara siswa dan lingkungannya, dan kemungkinan siswa untuk belajar sendiri-sendiri sesuai dengan kemampuan dan minatnya, (3) mengatasi keterbatasan indera, ruang dan waktu, dan (4) memberikan kesamaan pengalaman kepada siswa tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka, serta memungkinkan terjadinya interaksi langsung dengan guru, masyarakat, dan lingkungannya.

Berdasarkan beberapa penjelasan mengenai manfaat media pembelajaran di atas, maka dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran dapat bermanfaat untuk memperjelas informasi (pemahaman konsep), memperlancar interaksi antara guru dan siswa, mengalirkan pesan, merangsang dan meningkatkan motivasi belajar siswa, yang akhirnya dapat meningkatkan prestasi belajar siswa serta diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata kepada siswa, dan dapat meningkatkan keaktifan siswa.

b. Pemilihan Jenis Media

Sebelum memilih media yang akan digunakan dalam proses pembelajaran, maka perlu diketahui klasifikasi media. Klasifikasi media menurut Anderson (1994: 37): audio, bahan cetak, audio cetak, Visual, Proyeksi Diam, Audio-Visual, Proyeksi Diam, Visual-Gerak, Audio-Visual-Gerak, Objek fisik berupa benda nyata atau benda tiruan, Manusia dan lingkungan, dan Komputer.

Penggunaan media dalam proses pembelajaran diperlukan beberapa pedoman, agar tujuan pembelajaran dapat tercapai. Berikut ini adalah pedoman umum dalam penggunaan media Miarso (2009: 461) yaitu (1) Tidak ada suatu media yang terbaik dalam proses pembelajaran, penggunaan lebih ditekankan pada pencapaian tujuan pembelajaran, (2) Penggunaan media harus didasarkan pada tujuan pembelajaran yang hendak dicapai, (3) Penggunaan media harus mempertimbangkan kecocokan ciri media dengan karakteristik materi pelajaran yang disajikan, (4) Penggunaan media harus disesuaikan dengan bentuk kegiatan belajar yang akan dilaksanakan, (5) Penggunaan media harus disertai dengan persiapan yang cukup, seperti mempersiapkan kebutuhan media sebelum siswa masuk, (6) Peserta didik perlu dipersiapkan sebelum media pembelajaran digunakan, dan (7) Penggunaan media harus diusahakan agar senantiasa melibatkan partisipasi aktif peserta. Selain itu pemilihan media dalam pembelajaran dapat dilihat dari jenjang pengalaman belajar yang akan diterima oleh siswa. Hasil belajar seseorang diperoleh mulai dari

pengalaman langsung (kongrit), kenyataan yang ada di lingkungan kehidupan seseorang kemudian melalui benda tiruan, sampai pada lambang verbal (abstrak).

Penggunaan media tidak terlihat atau dinilai dari segi kecanggihan kecanggihan medianya, tetapi yang lebih penting adalah fungsi dan peranannya dalam membantu mempertinggi proses pengajaran, Menurut Arsyad (2007: 72-74), pemilihan dan penggunaan media dari segi teori belajar, berbagai kondisi dan prinsip-prinsip psikologis, diantaranya: motivasi, perbedaan individual, tujuan pembelajaran, organisasi isi, persiapan sebelum belajar, emosi, partisipasi, umpan balik, penguatan (*reinforcement*), latihan dan pengulangan, dan penerapan.

Kriteria media pembelajaran yang baik idealnya meliputi: kesesuaian atau relevansi, kemudahan, kemenarikan dan kemanfaatan (Mulyanta & Leong, 2009: 3). Menurut Arsyad (2007: 75) kriteria yang diperhatikan adalah sesuai dengan tujuan; tepat untuk mendukung isi pelajaran bersifat fakta, konsep, prinsip; praktis, luwes dan bertahan; guru terampil menggunakannya; pengelompokkan sasaran; dan mutu teknis. Sedangkan kriteria-kriteria pemilihan media menurut Sudjana & Rival (1990: 4-5) adalah sebagai berikut: ketepatannya dengan tujuan pengajaran; dukungan terhadap isi bahan pelajaran; kemudahan memperoleh media; keterampilan guru dalam menggunakannya; tersedia waktu untuk menggunakannya; dan sesuai dengan taraf berfikir siswa. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa pemilihan jenis media harus dilihat dari segi fungsi dan peranannya dalam membantu mempertinggi proses pengajaran dan disesuaikan (1) tampilan, (2) teknik pengoperasian, (3) kualitas materi, dan (4) kemanfaatan.

Dengan memperhatikan jenis media dan dengan mengadaptasi kriteria pemilihan media dan komponen bahan ajar pada uraian sebelumnya, maka kriteria yang tepat untuk mengevaluasi Mikrokontroler tipe arduino dapat dilihat dari aspek (1) kualitas materi, (2) tampilan, (3) teknis pengoperasian dan (4) kemanfaatan. Berikut ini adalah pengelompokkannya (1) Kualitas Materi (isi dari produk instruksional/kualitas isimateri) aspek kualitas materi secara umum berkenaan dengan ketepatan media dengan tujuan pengajaran, pengorganisasian yang akan dipelajari diatur dan diorganisasikan ke dalam urutan-urutan yang bermakna, penyajian yang jelas mengenai isi pelajaran, cakupan materi, pemahaman materi, relevansi, penerapan melalui contoh dan latihan, kesesuaian dengan taraf berfikir siswa. Berikut ini merupakan poin-poin yang akan mewakili aspek kualitas materi: ketepatan isi materi (relevansi silabus), keruntutan materi, kejelasan materi, tingkat kesulitan, kedalaman materi, aspek kognitif, aspek psikomotrik, kemudahan aplikasi, kesesuaian dengan situasi siswa, kelengkapan media, kebenaran media, kesesuaian materi dengan media, kesesuaian contoh yang diberikan, kesesuaian latihan yang diberikan, konsep dan kosakata sesuai dengan kemampuan intelektual siswa, (2) Tampilan (kualitas fisik bahan instruksional/kemasan bahan ajar) aspek tampilan secara umum berkenaan dengan kemenarikan, artinya media pembelajaran harus mampu menarik maupun merangsang perhatian peserta didik, baik tampilan, pilihan warna maupun isinya. Uraian isi tidak membingungkan serta dapat menggugah minat peserta didik untuk menggunakan media tersebut. Berikut ini merupakan poin-poin yang akan mewakili aspek tampilan: ukuran komponen, warna LED dan *seven segment*, tata

letak komponen, ukuran dan bentuk tulisan, penempatan tulisan, tata letak blok (*simulasi*), komposisi warna keseluruhan, kerapian, tampilan, penempatan stop kontak, kesesuaian modul dengan media *simulasi*, penyajian poin-poin pada modul dan daya tarik tampilan keseluruhan, (3) Teknis Pengoprasian, aspek teknis pengoprasian secara umum berkenaan dengan kegiatan instruksional meliputi prosedur penggunaan dan penyajian bahan instruksional / kualitas teknis. Berikut ini merupakan poin-poin yang akan mewakili aspek teknis pengoprasian: tingkat keamanan, sistematika, kemudahan pengoprasian, kemudian dalam penyambungan media *simulasi*, pengoprasian secara umum, unjuk kerja dan kestabilan kerja, (4) Kemanfaatan, Aspek kemanfaatan secara umum artinya isi dari media pembelajaran harus bernilai atau berguna, mengandung manfaat bagi pemahaman materi pembelajaran serta tidak mubazir atau sia-sia apalagi merusak peserta didik sehingga dapat mengetahui apakah media pembelajaran itu benar-benar memberi sumbangan terhadap hasil belajar, mengetahui sikap siswa terhadap media pembelajaran, mengetahui apakah media mampu memotivasi, dan mengenai keterampilan guru dalam menggunakannya sehingga dapat membantu guru dalam penyerapan materi. Berikut ini merupakan poin-poin yang akan mewakili aspek kemanfaatan: membantu proses pembelajaran, memudahkan siswa dalam memahami materi, memberikan fokus siswa untuk belajar, keterkaitan dengan materi yang lain, memberikan perhatian siswa untuk belajar, menumbuhkan motivasi belajar dan mempermudah guru.

4. Media Pembelajaran Mikrokontroler berbantuan arduino

Media pembelajaran Mikrokontroler berbantuan arduino adalah media pembelajaran dalam bentuk aplikasi simulasi berbantuan komputer dan media cetak. Media objek berupa *simulator* atau *simulasi*, sedangkan media cetak berupa modul Mikrokontroler berbantuan arduino. Pengembangan media pembelajaran Mikrokontroler berbantuan arduino secara umum dapat dibagi dua, yaitu media objek (*simulasi*) dan media cetak (modul Mikrokontroler berbantuan arduino), sebagai berikut:

a. Simulasi (Simulator)

Simulasi adalah imitasi dari operasi proses dunia nyata atau sistem dari waktu ke waktu (Banks, 2005:3). Perilaku sistem seperti itu berkembang dari waktu ke waktu dipelajari dengan mengembangkan model simulasi. Model ini biasanya dilakukan dalam bentuk yang berkaitan dengan pengoperasian sistem yang disajikan dalam hubungan matematika, logis dan simbolis antara entitas dari sistem. Menurut Bambang (2009), simulasi adalah proses implementasi model menjadi program komputer (software) atau rangkaian elektronik dan mengeksekusi software tersebut sedemikian rupa sehingga perilakunya menirukan atau menyerupai sistem nyata (realitas).

Dalam pandangan sistem, Bambang (2009) mendefinisikan tujuan simulasi sebagai sarana pelatihan (training), studi perilaku sistem (behavior), dan hiburan atau permainan (game). Simulasi juga dapat digunakan untuk mempelajari sistem sebelum sistem tersebut dibangun.

Dengan demikian, pemodelan simulasi dapat digunakan sebagai alat untuk memprediksi efek dari perubahan sistem yang ada, dan alat desain untuk memprediksi kinerja sistem baru dalam berbagai keadaan. Berikut adalah beberapa syarat yang harus dipenuhi agar suatu simulasi menjadi tepat guna menurut Banks (2005): (1) Simulasi dapat digunakan sebagai sarana belajar, dan bereksperimen, dan berinteraksi dengan internal sistem atau subsistem yang kompleks, (2) Semua informasi atau perubahan dapat disimulasikan dan hasilnya dapat diamati. (3) Pengetahuan yang diperoleh selama perancangan simulasi dapat dijadikan suatu perbaikan dalam sistem tersebut, (4) Pengubahan input dan pengamatan input yang dilakukan dapat menghasilkan suatu kontribusi yang penting bagi variabel, (5) sistem modern (pabrik, *wafer fabrication plant*, organisasi jasa, dll) yang begitu kompleks sehingga interaksi internal dapat dilakukan hanya dengan melalui simulasi, (6) model simulasi yang dirancang untuk pelatihan membuat belajar memungkinkan untuk tanpa biaya dan adanya gangguan on-the-job instruksi, (7) mensimulasikan kemampuan yang berbeda pada suatu sistem tertentu dapat membantu menentukan persyaratan yang dibutuhkan pada sistem tersebut, (8) animasi dapat menunjukkan suatu sistem dalam operasi simulasi sehingga rencana tersebut dapat divisualisasikan

b. Media objek (simulasi)

Menurut Anderson (1994: 181), objek yang sesungguhnya atau benda model yang mirip sekali dengan benda nyatanya, akan memberikan rangsangan yang amat penting bagi siswa dalam mempelajari tugas yang menyangkut keterampilan psikomotorik. Penggunaan media objek dalam proses belajar secara kognitif untuk

mengajarkan pengenalan kembali dan/atau pembedaan akan rangsangan yang relevan; secara afektif dapat mengembangkan sikap positif terhadap pekerjaan sejak awal latihan; sedangkan secara psikomotorik, memberikan latihan atau untuk menguji penampilan dalam menangani alat, perlengkapan dan materi pekerjaan. Salah satu teknik latihan menggunakan media objek (Anderson, 1994: 183) adalah latihan simulasi, dalam latihan ini siswa harus bekerja dengan model tiruan dari alat, mesin atau bahan lain yang sebenarnya dalam lingkungan yang meniru situasi kerja yang nyata.

Perkembangan teknologi dan informasi dari hari ke hari mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Perkembangan teknologi dan informasi mencakup berbagai aspek bidang diantaranya bidang pertanian, transportasi, pendidikan, dan sebagainya. Bidang pendidikan perkembangan teknologi dan informasi sangat memudahkan dan memperlancar proses pembelajaran. Bukti perkembangan teknologi dan informasi semakin cepat yaitu penyimpanan file sudah mulai beralih cloud, semakin mudah melakukan streaming video, dan semakin meningkat pengguna perangkat mobile (Corbeile, 2011: 150). Pemanfaatan perkembangan teknologi dan informasi di dunia pendidikan harus mengembangkan inovasi yang memiliki tingkat kreativitas yang tinggi. Langkah tersebut sangat perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya rasa bosan saat proses pembelajaran berlangsung. Salah satu cara pemanfaatan teknologi dan informasi di dunia pendidikan adalah dengan membuat media pembelajaran berbasis teknologi.

c. Metode Pembelajaran Simulasi

Menurut Mutaqin (2009), metode pembelajaran tidak terlepas dengan adanya cara yang direncanakan agar tercapai efisiensi dalam mencapai suatu tujuan. Mack (2009) mendefinisikan metode pembelajaran simulasi sebagai metode pelatihan atau penelitian yang mencoba untuk menciptakan pengalaman yang realistis dalam lingkungan yang terkendali. Simulasi adalah pembangunan model fisik dari benda nyata. Tujuannya adalah agar pengguna akhir dapat menguji aspek-aspek tertentu dari objek yang ingin dibangun bentuk replikanya. Hal ini dapat menghindari dari terjadinya kesalahan dan mengurangi pemborosan dalam pembangunan objek nyata tersebut.

Menurut Daru (2012:3) Metode pembelajaran simulasi dapat menggambarkan keadaan sebenarnya dari suatu keadaan, penyederhanaan dari suatu fenomena di dunia nyata. Menurut Depdiknas (2005:133) dalam Kumpulan Metode Pembelajaran/Pendampingan, metode simulasi adalah bentuk metode praktek yang sifatnya untuk mengembangkan keterampilan peserta belajar (keterampilan mental maupun fisik/teknis). Metode ini memindahkan suatu situasi yang nyata ke dalam kegiatan atau ruang belajar karena adanya kesulitan untuk melakukan praktek di dalam situasi yang sesungguhnya.

d. Kelayakan e-Learning

E-learning menjadi media pembelajaran yang layak jika memenuhi prinsip sebagai berikut: (a) penggunaan media sesuai dengan kebutuhan belajar, (b) media

tidak hanya untuk hiburan tetapi juga untuk belajar, (c) media memiliki akses yang mudah dan fleksibel, (d) media merupakan ekspresi diri yang kreatif, (e) media memicu berpikir kritis, (f) media mencerminkan target dan tujuan dari hasil yang dihasilkan, (g) media harus dihubungkan dengan kehidupan nyata, dan (h) media yang dihasilkan harus berkualitas dan memiliki relevansi dengan materi pembelajaran (Zabaleta, 2012: 7). Penilaian pengembangan e-learning didasarkan oleh beberapa komponen, yaitu, isi pembelajaran, keterampilan teknologi, keterampilan desain, dan kesesuaian media (Ivers dan Barron, 2002: 138). Senada dengan Kementerian Pendidikan Nasional (2010) tentang pengembangan bahan ajar berbasis TIK yaitu substansi materi, desain pembelajaran, tampilan, dan pemanfaatan software.

1) Substansi materi

Substansi materi mencakup kebenaran, kedalaman, kekinian, dan keterbacaan. Kebenaran berarti materi ajar yang dijabarkan sesuai dengan kebenaran ilmu. Kedalaman berarti materi ajar yang dijabarkan sesuai dengan kedalaman materi. Kekinian berarti materi ajar yang dijabarkan sesuai dengan perkembangan ilmu. Keterbacaan berarti materi yang dijabarkan menggunakan tata Bahasa yang mudah dipahami. Hasan (2001: 30) menyebutkan media pembelajaran harus memberikan informasi yang mencukupi pengetahuan siswa karena media pembelajaran membentuk persepsi siswa. Materi media pembelajaran harus memiliki sumber dan kejelasan ilmu (Ivers dan Barron, 2002: 125). Davidson dan Goidberg (2009:29) menyebutkan media pembelajaran dapat menyesuaikan materi dengan perkembangan teknologi.

2) Desain pembelajaran

Desain pembelajaran mencakup judul, Standar Kompetensi (SK), Kompetensi Dasar (KD), indikator, materi, contoh, soal, latihan, penyusun, dan referensi. Ivers dan Barron (2002: 24) menyebutkan bahwa perancangan materi dalam media pembelajaran harus disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku. Omadora dan Adu (2014: 48) menyebutkan pemberian umpan balik ke siswa seperti latihan soal memberikan kesempatan siswa untuk menilai kemampuannya.

3) Tampilan

Tampilan mencakup navigasi, tipografi, media, warna, animasi, dan simulasi. Navigasi berarti kemudahan dalam mengakses menu-menu yang ada. Tipografi berarti proporsional antara besarnya huruf dengan ruang yang disediakan. Media berarti kesesuaian gambar, suara, video dengan materi yang disajikan. Warna berarti harmonisasi warna. Animasi berarti kesesuaian animasi. Layout berarti desain tampilan dari media pembelajaran.

Hasan (2001: 32) menyatakan kesan nyata pada media pembelajaran dapat berupa video maupun animasi yang disesuaikan dengan kebutuhan. Selaras dengan Ivers dan Barron (2002: 65) menyebutkan pembuatan media multimedia harus memperhatikan tampilan agar menarik siswa. Media yang menarik dapat membangkitkan antusias siswa untuk belajar (Haryoko, 2009:1).

4) Pemanfaatan Software

Pemanfaatan software mencakup interaktif, dan software pendukung Interaktif berarti terdapat umpan balik dari sistem ke pengguna. Software pendukung berarti penggunaan software pendukung selain dari software utama.

e. Keberfungsian Simulasi

Suatu perangkat lunak komputer membutuhkan suatu kriteria guna mengukur dan mengevaluasi kelayakannya. Akan tetapi, dalam kriteria pengembangan aplikasi pembelajaran juga mengacu pada pengembangan bahan ajar. ISO 9126 merupakan salah satu standar yang digunakan untuk menguji kelayakan suatu software atau perangkat lunak. ISO 9126 menyebutkan terdapat enam karakteristik yang dapat digunakan sebagai asuan mengukur kelayakan suatu software. Enam karakteristik tersebut adalah *functionality*, *reliability*, *usability*, *efficiency*, *maintainability*, dan *portability*.

Tabel 1. Karakteristik ISO 9126

Karakteristik	Definisi
<i>Functionality</i>	Atribut yang dikenakan pada keberadaan fungsi dan spesifikasinya
<i>Reliability</i>	Atribut yang dikenakan pada kapabilitas perangkat lunak untuk mempertahankan kinerja dalam kondisi dan waktu tertentu
<i>Usability</i>	Atribut yang dikenakan terhadap upaya yang diperlukan untuk kegunaan dan penilaian pengguna
<i>Efficiency</i>	Atribut yang dikenakan dalam hubungan antara level performance perangkat lunak dan jumlah sumber daya yang digunakan dalam kondisi tertentu
<i>Maintainability</i>	Atribut yang dikenakan terhadap upaya untuk memodifikasi
<i>Portability</i>	Atribut yang dikenakan pada kemampuan perangkat lunak yang ditransfer ke lingkungan lain

Sumber : id.wikipedia.org/wiki/ISO_9126

1) **Functionality**

Karakteristik dari *Functionality* mencakup kesesuaian, akurasi, keamanan, dan fungsi dari kinerja produk (Jung , 2004: 89). Senada dengan Ortega (2003: 232), *Functionality* adalah kemampuan suatu perangkat lunak untuk menjalankan fungsinya sesuai dengan spesifik dan kebutuhan dalam kondisi tertentu. *Functionality* mencakup menjalankan tugas yang diberikan, menghasilkan hasil yang diharapkan, berinteraksi dengan perangkat lunak, dan memenuhi persyaratan yang ada (Fahmy, 2012: 118).

2) **Reliability**

Zeiss (2006: 4) menyebutkan uji reliability dilakukan untuk mengetahui kinerja suatu perangkat dengan kondisi yang berbeda-beda. Senada dengan Ortega (2003: 233), reliability adalah kapasitas perangkat lunak untuk mempertahankan tingkat kinerja yang telah ditentukan dalam kondisi tertentu. Karakteristik dari reliability mencakup toleransi kesalahan, kehandalan, dan pemulihan kembali ketika ada kesalahan dalam produk tersebut (Jung , 2004: 89).

3) **Usability**

Usability merupakan kemampuan produk perangkat lunak untuk dipahamidipelajari, digunakan dan menarik bagi pengguna, abila digunakan dalam kondisi tertentu (Fahmy: 2012: 119). Zeiss (2006: 4) menyebutkan uji usability dilakukan untuk mengukur apakah produk yang dibuat dibutuhkan. Ortega (2003: 233) menyebutkan usability adalah kapasitas suatu perangkat lunak menjadi menarik,

mudah dipahami, dipelajari, dan digunakan oleh pengguna dengan spesifikasi tertentu. Karakteristik dari usability mencakup kemudahan digunakan, kemudahan pengoperasian, dan kesesuaian dengan tujuan produk dibuat (Jung , 2004: 89).

4) Efficiency

Efficiency merupakan kemampuan produk perangkat lunak untuk memberikan kinerja yang sesuai, relatif terhadap jumlah sumber daya yang digunakan dalam kondisi yang ditentukan (Fahmy: 2012: 119). Zeiss (2006:5) menyebutkan uji efficiency dilakukan untuk mengukur tingkat kecepatan dan penggunaan sumber daya. Senada dengan Ortega (2003: 234), efficiency adalah kapasitas perangkat lunak untuk bekerja sesuai dengan spesifikasi kondisi tertentu. Karakteristik dari efficiency mencakup waktu yang dibutuhkan dan pemanfaatan sumber daya (Jung , 2004: 89).

5) Maintainability

Zeiss (2006: 6) menyebutkan uji maintainability dilakukan untuk menguji produk yang dikembangkan dapat diubah dan diperluas spesifikasi ujinya. Karakteristik dari maintainability mencakup mudah dianalisis, dapat diubah, dan diperbaiki (Jung , 2004: 89). Senada dengan Ortega (2003: 234), maintainability mencakup perbaikan yang disesuaikan dengan perubahan lingkungan.

6) Portability

Zeiss (2006: 6) menyebutkan uji portability dilakukan untuk menguji produk yang dikembangkan mudah diinstal di berbagai pernanagkat. Karakteristik dari portability mencakup kemampuan instalasi, kemampuan mengganti, dan konsistensi

(Jung , 2004: 89). Senada dengan Ortega (2003: 235), portability adalah kapasitas perangkat lunak dapat dipindahkan ke berbagai perangkat.

f. Keefektifan Simulasi

Pengertian keefektifan secara umum menunjukkan sampai seberapa jauh tercapainya suatu tujuan yang terlebih dahulu ditentukan. Kata keefektifan memiliki kata sifat efektivitas yang berarti lebih mengacu pada output yang telah ditargetkan. Efektivitas merupakan faktor yang sangat penting dalam pelajaran karena menentukan tingkat keberhasilan suatu model pembelajaran yang digunakan. Kearsley (1995: 40) menyatakan efektivitas dapat diartikan sebagai tindakan keberhasilan siswa untuk mencapai tujuan tertentu yang dapat membawa hasil belajar secara maksimal. Keefektifan proses pembelajaran berkaitan teknik dan strategi yang digunakan dalam mencapai tujuan secara optimal, tepat dan cepat. Rath (2002: 363) efektivitas adalah tindakan atau usaha yang membawa hasil. Mengacu dari beberapa pengertian efektivitas yang telah dikemukakan oleh para ahli maka peneliti dapat menarik kesimpulan bahwa efektivitas adalah tingkat keberhasilan yang dicapai dari penerapan suatu model pembelajaran, dalam hal ini diukur dari hasil belajar siswa, apabila hasil belajar siswa meningkat maka media pembelajaran tersebut dapat dikatakan efektif, sebaliknya apabila hasil belajar siswa menurun atau tetap (tidak ada peningkatan) maka media pembelajaran tersebut dinilai tidak efektif. Jadi tingkat keefektifan media pembelajaran m-learning simulator diukur dari output

g. Media cetak modul materi (modul pemrograman dasar arduino)

Media cetak menurut Anderson (1994: 162), merupakan pengajaran terprogram yang berbentuk buku. Modul Mikrokontroler tipe arduino yang dimaksud pada penelitian ini merupakan media pembelajaran berisi materi, rangkuman, tes dan job praktikum yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan (pemahaman konsep). Sesuai dengan pedoman penulisan modul yang dikeluarkan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional tahun 2003, modul yang dikembangkan harus mampu meningkatkan motivasi dan efektifitas penggunaannya. Modul tersebut diantaranya memiliki karakteristik: *self contained* yaitu seluruh materi pembelajaran dari satu kompetensi atau subkompetensi yang dipelajari terdapat di ssatu modul yang utuh dan *user friendly* yaitu setiap intruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon, mengakses sesuai keinginan, serta penggunaan bahasa sederhana dan mudah dimengerti.

Menurut Arsyad (2007:87-90) modul pembelajaran memiliki enam elemen yang perlu diperhatikan pada saat merancang, yaitu (1) konsistensi dalam penggunaan format dari halaman ke halaman mengenai jenis dan ukuran huruf serta jarak spasi; (2) format; (3) organisasi; teks yang disusun sedemikian rupa sehingga informasi mudah diperoleh; (4) daya tarik; (5) ukuran huruf; menyesuaikan dengan siswa, pesan dan lingkungannya; dan menghindari penggunaan huruf capital untuk seluruh teks; dan (6) ruang (spasi) kosong; menambah kontras dengan gambar;

menyesuaikan spasi antarbaris dan antarpagraf untuk meningkatkan tampilan dan tingkat keterbacaan. Salah satu keunggulan pembelajaran dengan sistem modul menurut Mulyasa (2006: 46) adalah relevansi kurikulum ditunjukkan dengan adanya tujuan dan cara pencapaiannya, sehingga peserta didik dapat mengetahui keterkaitan antara pembelajaran dan hasil yang akan diperolehnya. Agar dapat dimanfaatkan secara optimal dalam pembelajaran, modul harus dipersiapkam dengan memperhatikan aspek kedalaman materi dan kesiapan pembaca.

Secara umum, tahapan pengembangan modul, yaitu: identifikasi tujuan instruksional, memformulasikan garis besar materi, menulis materi, dan menentukan format dan tata letak. Sedangkan langkah-langkah dalam penyusunan bahan ajar yang dinyatakan oleh Widodo (2008: 43-44) adalah analisis kebutuhan, penyusunan draf modul, uji coba, validasi, revisi dan produk. Agar mudah melakukan penyusunan modul, maka harus dibuat kerangka modul terlebih dahulu yang terdiri dari (1) halaman sampul, (2) kata pengantar, (3) daftar isi, (4) peta kedudukan modul, (4) glosarium, (5) pendahuluan, pada bab ini terdiri dari beberapa hal, diantaranya yaitu standar kompetensi dan kompetensi dasar, deskripsi, waktu, prasyarat, petunjuk penggunaan modul, tujuan akhir, cek penguasaan standar kompetensi, (6) pembelajaran, pada bab ini terdiri dari beberapa hal, diantaranya: pembelajaran, tujuan, uraian materi, rangkuman, tugas, tes, lembar kerja praktik, (7) evaluasi, membuat teknik evaluasi yang disesuaikan dengan ranah (domain) yang dinilai, serta indikator keberhasilan yang diacu, (8) kunci jawaban, dan (9) daftar pustaka.

Dengan berbagai model pengembangan pada penjelasan sebelumnya, maka tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian pengembangan berorientasi modifikasi produk berupa media *simulasidan* modul Mikrokontroler tipe arduino ini meliputi: tahap analisis kebutuhan, tahap pengembangan dan tahap uji coba. Untuk kerangka modul terdiri dari, halaman sampul, daftar isi, dan bab materi

5. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang dapat ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data (Sumardi, 2013:2). Sedangkan menurut Suprpto (2012:15-16), mikrokontroler merupakan contoh suatu sistem komputer sederhana yang masuk dalam kategori Embedded komputer. Komponen mikrokontroler dapat berupa processor, memory, I/O, clock dan lain-lain.

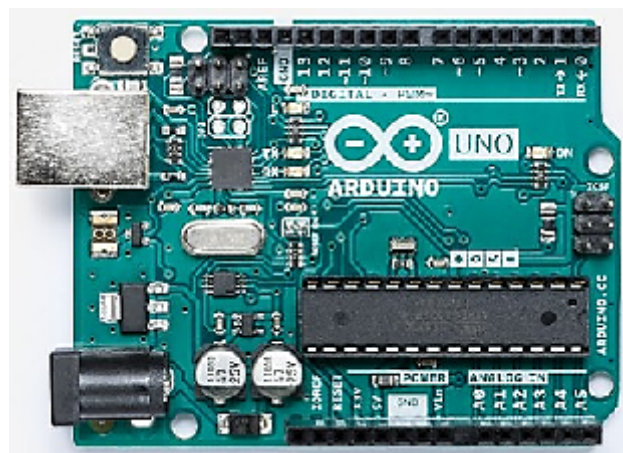
Menurut Muhammad Syahwill (2013:57-59), pada dasarnya mikrokontroler terdiri dari dua jenis, yaitu RISC dan CISC. RISC (Reduced Instruction Set Computer) merupakan bagian dari arsitektur mikroprocessor, berbentuk kecil dan berfungsi untuk mengatur instruksi dalam komunikasi diantara arsitektur yang lainnya. CISC (Complex Instruction Set Computing) merupakan kumpulan instruksi komputasi kompleks. Jenis mikrokontroler yang umum digunakan yaitu (a) Keluarga MCS51, mikrokontroler CISC yang dapat mengeksekusi instruksi dalam 12 siklus clock, (b) AVR (Alv and Vegard's RISC Processor), mikrokontroler RISC 8 bit yang

dapat mengeksekusi instruksi dalam satu siklus clock PIC (Programmable Intellegent Controller), berasitektur havard, (c) Arduino. (d) ARM Cortex-M0 (Advance RISC Machine), keluarga RISC dengan arsitektur set instruksi 32 bit.

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik yang bersifat open source yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel (Muhammad Syahwill, 2013:60). Muhammad Syahwill (2013:61-63) juga menambahkan beberapakelebihan yang dimiliki Arduino dibandingkan dengan jenis mikrokontroler lainyaitu (a) harga papan arduino relatif murah jika dibandingkan dengan platform mikrokontroler pro lain. website arduino atau website komunitas arduino lain menyediakan semua sumber daya arduino, sehingga kita dapat membuat sendiri arduino, (b) bahasa pemrograman cukup fleksibel untuk pemula atau yang sudah mahir, (c) perangkat lunak yang bersifat open source, maksudnya yaitu bahwa perangkat lunak arduino ide dapat dikembangkan lebih lanjut, (d) perangkat keras yang bersifat *open source*, maksudnya bahwa kita dapat membuat sendiri arduino yang berbasis mikrokontroler atmega8, atmega168, atmega328 dan atmega1280, (e) arduino dilengkapi dengan perangkat chip programmer, (f) komunikasinya dapat melalui usb, (g) software arduino dilengkapi dengan kumpulan library sehingga bahasa pemrograman yang relatif mudah, (h) memiliki modul siap pakai (shield) yang dapat langsung ditancapkan pada papan arduino, misalnya shield gps, ethernet, dan sd card

a. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan salah satu jenis Arduino yang banyak ditemui di pasaran saat ini. Arduino jenis inilah yang banyak dipilih oleh pemula. Abdul Kadir (2013:16) menyatakan Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya merupakan suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Sedangkan pengertian Arduino Uno menurut Muhammad Syahwill (2013:64) adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 yang memiliki 14 pin digital input/output (6 pin digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, clock speed 16 Mhz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Bentuk fisik Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Arduino Uno R3

Sumber : *arduino.cc*

b. Spesifikasi Arduino Uno

Berikut ini merupakan spesifikasi Arduino Uno menurut Muhammad Syahwill (2013:64-67) (a) Papan mikrokontroler berbasis ATmega328 dengan 6 pin digunakan sebagai output PWM dan 6 input analog, (b)Tegangan operasi sebesar 5 Volt sedangkan tegangan input yangsekitar 7 sampai 12 Volt. (c) Pada board Arduino Uno, pin digital dapat digunakan sebagai inputatau output. Selain itu, pin yang memiliki fungsi khusus, yaitu Serial(Pin nomor 0 sebagai pin RX dan 1 sebagai TX), Interupsi Eksternal(Pin nomor 2 dan 3), PWM (Pin nomor 3,5,6,9,10 dan 11), SPI (Pinnomor 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK)), Led (Pin nomor13), dan 6 input analog (Berlabel A0 sampai A5), (d) Arus DC per pin I/O sebesar 40 mA, sedangkan arus DC untuk pin 3.3Vsebesar 50 mA, (e) ATmega328 memiliki memori 32 KB (dengan 0.5 KB digunakan untuk*bootloader*), juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM, (f) Kecepatan clock sebesar 16 MHz, (g) Komunikasi arduino uno dapat dilakuan dengan menghubungkan padakomputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain.

Penelitian yang dilakukan oleh Wahyu Privantoro (2016) dengan judul Media Pembelajaran Teknik Mikroprosesor Menggunakan Arduino ATmega328 untuk Peserta Didik Kompetensi Keahlian Teknik Audio Video SMK N 2 Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran mikroprosesor mengggunakan arduino dan menguji tingkat kelayakannya. Rancangan tersebut mengacu pada mata pelajaran TeknikMikroprosesor. Hasil penelitian berupa trainer dan jobsheet dengan tujuh I/O yaitu LCD, motor servo, motor DC, LED, seven

segment sebagai output serta pushbutton dan potensiometer sebagai input. Hasil penelitian termasuk dalam kategori layak. Hasil tersebut diperoleh dari validasi isi oleh ahli materi dengan tingkat kelayakan sebesar 85,09%, validasi konstruk oleh ahli media dengan tingkat kelayakan sebesar 86,67%, dan respon peserta didik dengan hasil 79,89%.

B. Penelitian Relevan

Penelitian yang mendasari dan mendukung penelitian ini adalah sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan Manalu & Sitompul (2016) dengan judul *“Designning a learning media of teaching in ALFHE class by implementing MCU 8051 IDE, SDCC-small devices C compiler, and function of c leafuage programming in accessing ports bits”* dilakukan dengan metode pengembangan. Subyek dalam penelitian tersebut adalah peserta didik yang menggunakan media pembelajaran mikrokontroler yang mengimplementasikan MCU 8051, SDCC dan fungsi pemograman bahasa C untuk mengakses port. Hasil menunjukkan bahwa desain media pembelajaran mikrokontroler yang sesuai kebutuhan dapat membantu peserta didik untuk menguasai materi secara lebih lengkap dan membantu guru dalam pembelajaran secara lebih baik. Dari hasil tersebut, maka media mikrokontroler yang dikembangkan dalam penelitian ini bedasarkan analisis kebutuhan.

Penelitian yang dilakukan oleh Morton (2015) tentang “*A student constructed microprocessor development board for teaching microcontrollers*” dilakukan dengan metode survey. Subyek dalam penelitian tersebut adalah peserta didik. Hasil menunjukkan bahwa mengungkapkan para peserta didik merasa lebih senang dalam merangkai dan lebih tertarik karena merasa “memiliki” rangkaian yang telah dibangun. Hal tersebut diterapkan dalam penelitian ini, yaitu trainer mikrokontroler berupa modul yang terpisah, di mana para peserta didik harus merangkai sendiri dan memprogram sendiri agar rangkaian dapat berfungsi sesuai job.

Penelitian yang oleh Kirkwood, Adrian & Price, Linda (2014:4:24) tentang “*Technology-enhanced learning and teaching in vocational education: what is ‘enhanced’ and how do we know? A critical literature review*” dilakukan dengan metode kajian literatur. Subjek dalam penelitian ini adalah *Technology-enhanced learning*. Hasil mengungkapkan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran sudah banyak akan tetapi belum dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kontribusi efektifitasnya terhadap pendidikan itu sendiri. Penggunaan teknologi khususnya sebagai media pembelajaran baru terbatas “*means*” yaitu untuk menjadi replika dan tambahan alat dalam pembelajaran, akan tetapi belum menjelaskan “*how*” yaitu bagaimana guru mengajarkan dan bagaimana siswa belajar. Oleh karena itu dalam penelitian ini, Mikrokontroler tipe arduino tidak sekedar dikembangkan sebagai replika dan tambahan pendukung pembelajaran, tetapi guru memiliki panduan dan siswa diarahkan belajar dengan memahami uraian materi, mengerjakan tugas (mengarahkan siswa pada pemahaman konsep) dan berlatih memecahkan masalah

melalui praktikum yang dipandu dengan jobsheet praktikum. Diakhir pembelajaran, pada penelitian ini juga dilakukan posttest untuk mengetahui seberapa tinggi pencapaian hasil belajar (efektifitas) menggunakan Mikrokontroler tipe arduino.

Penelitian yang dilakukan oleh Ajao(2015:28) tentang “*Project- based microcontroller system laboratory using BK300 development board with PIC16F887 chip*” dilakukan dengan metode pengembangan. Subyek dalam penelitian ini adalah peserta didik. Hasil mengungkapkan bahwa materi mikrokontroler yang dikembangkan perlu bersifat *hands-on* dan merupakan permasalahan nyata yang sering ditemukan dalam penelitian ini job-job praktik menggunakan kasus yang biasa ditemui dalam kehidupan nyata.

Penelitian yang dilakukan oleh Shaikh & Chaudhari (2015: 5) tentang “*Development of microcontroller based tool for effective learning of concepts in control system*” dilakukan dengan metode pengembangan. Subyek dalam penelitian ini adalah peserta didik. Hasil mengungkapkan bahwa LM35 dapat digunakan sebagai sensor temperatur dan dapat digunakan untuk memahami konsep dari sistem kontrol. Hal tersebut mendukung penggunaan LM35 dalam penelitian ini.

Penelitian yang dilakukan oleh Edidas & Jama (2015: 173) tentang “*The effectiveness of microcontroller instructional system through simulation program method by using trainer kit*” dilakukan dengan metode eksperimen. Subyek dalam penelitian ini adalah peserta didik. Hasil mengungkapkan bahwa guru sistem mikrokontroler disarankan mengimplementasikan *trainer kit* sebagai media pembelajaran karena dapat meningkatkan taraf berfikir melalui motivasi dan

kreativitas yang terlihat selama praktikum. Dalam penelitian ini *trainer kit* mikrokontroler dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan berfikir, dalam hal ini pemahaman konsep.

Penelitian yang dilakukan oleh Trisianto (2010) tentang “Implementasi *Software* Proteus Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Komputer untuk Mata Pelajaran Mikroprosesor dan Mikrokontroler (MPMK) Siswa Kelas XI Semester 1 di SMK Muda Patria Kalasan Yogyakarta” hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran dengan *software* proteus menurut ahli materi memperoleh persentase total sebesar 81.25 %, menurut ahli media pembelajaran memperoleh persentase total sebesar 75.00 % dan hasil yang didapat dari siswa didapatkan persentase total sebesar 79.89 %. Persentase yang didapat dari ahli materi, ahli media dan siswa tersebut mengindikasikan media pembelajaran berbantuan komputer dengan memanfaatkan proteus yang dilengkapi modul pembelajaran dan *user guide* yang dikembangkan layak digunakan sebagai pendukung pembelajaran mata pelajaran mikroprosesor dan mikrokontroler.

Penelitian yang dilakukan oleh Budi Utomo (2011) tentang “Pengaruh Penggunaan Media *Software* Fluidsim dalam Pembelajaran Pneumatik Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa di SMK Negeri 2 Kebumen”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata peningkatan nilai hasil belajar pada kelompok eksperimen sebesar 37,06 dan kelompok kontrol sebesar 26,67. Hasil nilai t hitung < -t tabel (-3,546 < -1,997) dan signifikansi 0,001 <

0,05. Artinya terdapat perbedaan peningkatan nilai hasil belajar yang signifikan antara kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol. Rata-rata peningkatan skor motivasi pada kelompok eksperimen sebesar 5,18 dan kelompok kontrol sebesar 1,67. Hasil uji t menyatakan nilai t hitung $< -t$ tabel ($-6,043 < -1,997$) dan signifikansi $0,000 < 0,05$, artinya terdapat perbedaan peningkatan skor motivasi yang signifikan antara kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol. Rata-rata peningkatan motivasi dan hasil belajar siswa pada kelompok eksperimen lebih tinggi dari pada kelompok kontrol, hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran pneumatik menggunakan media *software* fluidsims dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa.

Penelitian yang dilakukan oleh Partington & Buckingham (2011) tentang "*Challenging theories: conceptual learning in the media studies classroom*" dilakukan dengan metode kajian literatur. Subjek dalam penelitian ini adalah media. Hasil mengungkapkan bahwa konsep teoritis dapat diangkat dalam pembelajaran melalui contoh kongrit dengan pengembangan media berdasarkan analisis kritis dan kreatif. Hal tersebut mendukung dalam penelitian ini terutama bahwa dalam mengembangkan media diperlukan analisis kebutuhan dan pemahaman konsep dapat diangkat dengan memberikan contoh-contoh (dalam hal ini kasus pemrograman mikrokontroler).

Penelitian yang dilakukan oleh Gravoso et.al. (2008) tentang "*Design and use of instructional materials for student-centered learning: a case in learning ecological concepts*" dilakukan dengan metode eksperimen. Subjek dalam penelitian ini adalah

peserta didik. Hasil mengungkapkan bahwa teknologi dapat merubah dan meningkatkan kualitas capaian pembelajaran jika didesain untuk mendukung konstruksi pengetahuan pada lingkungan pembelajaran yang berpusat pada siswa. Dari hasil penelitian tersebut, maka dalam penelitian ini modul materi disusun sedemikian rupa untuk mendukung konstruksi pengetahuan (menekankan pada pemahaman konsep) pada lingkungan pembelajaran yang berpusat pada siswa (modul bersifat *self-learning*).

Artikel yang ditulis oleh Naz & Akbar (2007) tentang “*Use of media for effective instruction its importance: some consideration*” dilakukan dengan metode kajian literatur. Subjek dalam penelitian ini adalah media. Hasil mengungkapkan bahwa media pembelajaran membantu guru untuk mengajarkan pengetahuan dengan kesan yang mendalam, menjadikan peneliti untuk mengembangkan media pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman konsep (rumah pengetahuan).

C. Kerangka Pikir

Penggunaan jenis mikrokontroler dan media pada materi Memprogram Peralatan Sistem Pengendali Elektronik yang Berkaitan Akses I/O Berbantuan Mikrokontroler belum dapat memfasilitasi tren/kebutuhan di DU/DI dan perlombaan-perlombaan terkait mikrokontroler. Hal tersebut mengakibatkan kurang tercapainya pengalaman belajar bermakna oleh siswa untuk mengenal dan memahami mikrokontroler secara nyata dan pengembangan aspek kognitif siswa SMK menjadi kurang terakomodasi secara maksimal. Agar siswa berkompeten pada materi tersebut,

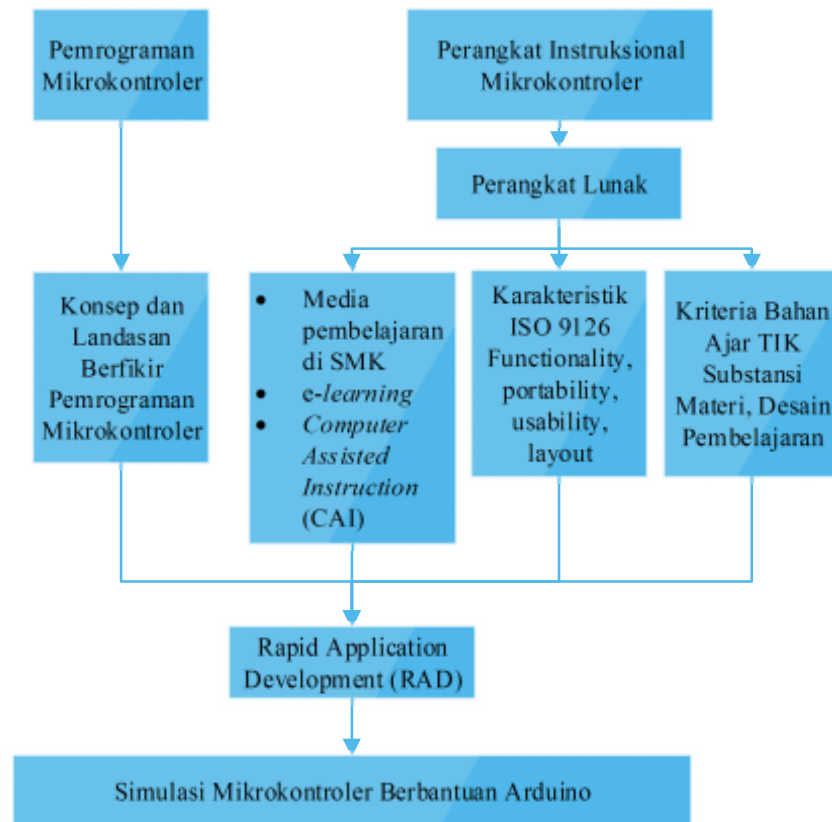
diperlukan upaya konstruksi pengetahuan yang membutuhkan kemampuan pemahaman konsep untuk melandasi *skill* terkait mikrokontroler.

SMK sebagai bagian dari pendidikan kejuruan membutuhkan kegiatan belajar yang mengarah pada penerapan ilmu dan teknologi serta kegiatan praktik yang sama dengan kondisi saat bekerja agar lulusannya siap bekerja. Pembelajaran berbasis kompetensi dinilai sesuai digunakan dalam pembelajaran di SMK yang lebih banyak *hands on* (praktikum). Salah satu metode yang dapat digunakan pada pelaksanaan praktikum adalah pemberian tugas dengan prinsip mengajar menggunakan media akan lebih menarik perhatian siswa. Media pembelajaran yang tepat untuk karakteristik materi mikrokontroler adalah media objek (simulasi) dan media cetak (modul materi dan jobsheet). Media pembelajaran dapat bermanfaat untuk memperjelas informasi (pemahaman konsep), memperlancar interaksi antara guru dan siswa, mengalirkan pesan, merangsang dan meningkatkan motivasi belajar siswa, yang akhirnya dapat meningkatkan prestasi belajar siswa serta diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret kepada siswa, dan dapat meningkatkan keaktifan siswa.

Simulasi Mikrokontroler berbantuan arduino dikembangkan untuk dapat meningkatkan pemahaman konsep sebagai landasan berpikir yang kuat. Simulasi Mikrokontroler berbantuan arduino disertai modul materidikembangkan dengan mengacu pada aspek kelayakan dan keberfungsian. Materi yang dikembangkan dalam Simulasi Mikrokontroler berbantuan arduino berdasarkan silabus pemrograman mikrokontroler, yang secara umum meliputi: arsitektur, penyusunan algoritma

pemrogram, memprogram sistem mikrokontroler, dan dokumentasi program. Berdasarkan penelitian relevan yang diacu, dalam pengembangan media simulasi diperlukan pemberian contoh aplikasi mikrokontroler secara kontekstual agar dapat memberikan pembelajaran yang lebih bermakna. Dari kajian pustaka dan penelitian relevan, maka solusi yang dapat ditawarkan ialah pengembangan Mikrokontroler berbantuan arduino (simulasi dan modul) yang memenuhi aspek kelayakan, keberfungsian dan dapat meningkatkan pemahaman konsep yang dirancang dan dibuat secara sistematis untuk keperluan dalam proses pembelajaran standar kompetensi pemrograman sistem mikrokontroler.

Pengembangan e-learning berupa aplikasi ini menggunakan model pengembangan *Rapid Application Development (RAD) James Martin (1991)*. Kriteria e-learning berupa perangkat lunak yang layak harus memenuhi kriteria bahan ajar berbasis TIK dan ISO 9126. Pengembangan e-learning harus memenuhi kelayakan, keberfungsian, dan keefektifan. Kelayakan didasari pada kriteria bahan ajar berbasis TIK mencakup substansi materi dan desain pembelajaran. Keberfungsian didasari pada ISO 9126 mencakup *Functionality, portability, usability*, dan *layout*.



Gambar 1. Kerangka Berpikir

D. Pertanyaan dan Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka pikir yang telah diuraikan diatas maka untuk menjawab rumusan masalah dikemukakan pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kelayakan perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino berupa simulasi berbantuan komputer yang dikembangkan untuk materi mikrokontroler yang meliputi (1) substansi materi, dan (2) desain pembelajaran?

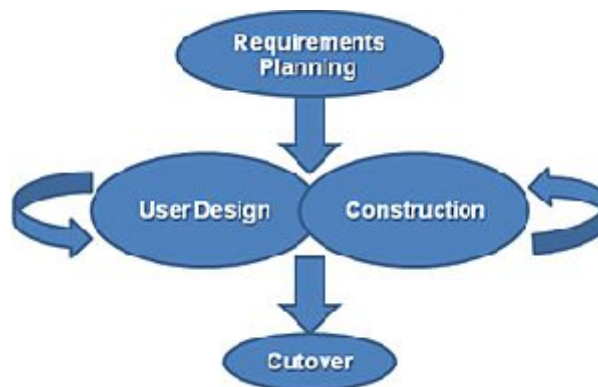
2. Bagaimanakah keberfungsian perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino berupa simulasi berbantuan komputer yang dikembangkan untuk materi mikrokontroler yang meliputi (1) *funcionality*, (2) *portability*, (3) *usability* dan (4) *layout* ?
3. Apakah perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino berupa simulasi berbantuan komputer yang dikembangkan untuk materi mikrokontroler kompetensi keahlian Mekatronika efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa ?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian ini menggunakan model pengembangan Rapid Application Development (RAD), yaitu sebuah model proses perkembangan perangkat lunak sekuensial linier yang menekankan pada siklus perkembangan cepat dengan menggunakan pendekatan konstruksi berbasis komponen. Menurut Martin (Kendall & Kendall, 2003:239), fase dalam RAD dibagi menjadi empat, yaitu (1) Fase perencanaan syarat-syarat (*Requirements planning phase*), (2) Fase Desain Pengguna (*User Design Phase*), (3) Fase Konstruksi (*Construction phase*), dan (4) Fase Pelaksanaan (*cutover phase*).



Gambar 2. Tahapan RAD

(Sumber : Karenjoy Toletol, 2011)

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan dalam penelitian ini secara umum mengacu pada tahapan-tahapan RAD menurut James Martin (1991) yang bertujuan untuk mempersingkat waktu pengerjaan aplikasi serta proses yang dihasilkan didapat secara cepat dan tepat. Berikut merupakan gambar dari model RAD yang terlihat pada gambar x (Kendall & Kendall, 2003: 2370, dibawah ini:



Gambar 3. Prosedur pengembangan sistem RAD

Berikut adalah penjelasan masing-masing fase dalam penelitian:

1. Fase Perencanaan Syarat-syarat (*Requirements planning phase*)

Pada tahap ini dilakukan pengidentifikasian tujuan-tujuan aplikasi atau sistem serta untuk mengidentifikasi syarat-syarat informasi yang ditimbulkan dari tujuan-tujuan tersebut. Secara terperinci yang penulis lakukan pada ini yaitu (a) menganalisa sistem yang berjalan, (b) mengidentifikasi permasalahan yang ada, (c) memberikan solusi permasalahan yang dihadapi hasil yang penulis dapatkan dari tahapan perencanaan syarat-syarat adalah: (a) memperoleh informasi mengenai sistem pembelajaran pemrograman mikrokontroler yang berjalan di sekolah, (b) memperoleh informasi dari permasalahan dalam melakukan praktikum pemrograman mikrokontroler terkendala kebutuhan dan ketertarikan siswa dalam memprogram mikrokontroler, (c) dibutuhkan aplikasi perangkat lunak yang dapat mensimulasikan eksekusi hasil pemrograman mikrokontroler serta modul dasar pemrograman mikrokontroler berbantuan arduino.

a. Analisa Kebutuhan Masalah

1) Analisa Sistem yang sedang berjalan

Sistem yang berjalan pada proses praktikum pemrograman mikrokontroler adalah sebagai berikut (1) sistem yang digunakan untuk memperagakan demo pemrograman mikrokontroler berupa modul perangkat keras terpisah-pisah antar modul, (2) penggunaan modul dilakukan bergantian antar kelompok.

2) Kelemahan Sistem yang berjalan

Berdasarkan analisa sistem berjalan di atas, maka didapat kelemahan sistem yang berjalan sebagai berikut: (1) Penggunaan modul terpisah untuk mendemokan hasil pemrograman mikrokontroler kurang efektif karena keterbatasan jenis modul perangkat keras yang ada, (2) Siswa harus menunggu kelompok lain untuk dapat mencoba mendemokan pemrograman pada perangkat keras modul dengan job yang berbeda.

3) Solusi Pemecahan Masalah

Pemecahan masalah yang dilakukan dalam menyelesaikan masalah ini adalah dengan mengembangkan perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dengan menggunakan simulasi mikrokontroler arduino Xevro yang dilengkapi dengan modul materi dasar pemrograman mikrokontroler arduino.

4) Analisis Sistem Usulan

Penggunaan perangkat lunak simulasi mikrokontroler ini memudahkan siswa tiap kelompok praktikum dalam mengetahui hasil demo pemrograman mikrokontroler melalui simulasi perangkat lunak berupa tampilan modul-modul panel. Siswa tiap kelompok tidak perlu lagi menunggu giliran penggunaan modul untuk mencoba hasil demo pemrograman mikrokontroler.

b. Tujuan

Peneliti bertujuan mengembangkan perangkat instruksional mikrokontroler berupa aplikasi simulasi mikrokontroler arduino yang dapat digunakan kapanpun

dimanapun menggunakan perangkat komputer dalam mendemokan hasil pemrograman mikrokontroler berbantuan arduino.

c. Syarat-Syarat

Syarat-syarat yang harus dipenuhi dalam menjalankan aplikasi simulasi ini adalah sebagai berikut:

1) Komputer

Komputer merupakan syarat mutlak dalam menjalankan aplikasi simulasi mikrokontroler ini dengan spesifikasi minimum sebagai berikut (a) Processor Dual Core, (b) RAM Memory 1 GB, (c) Harddisk 80 GB, (d) VGA 256 MB, (e) Monitor dengan resolusi 800x600 px

2) Perangkat Lunak

Aplikasi simulasi mikrokontroler ini untuk dapat beroperasi membutuhkan lingkungan perangkat lunak pendukung yaitu (a) java versi 8, (b) IDE arduino 1.8.5, dan (c) OS Windows 7

2. Fase Perancangan

Pada tahap ini dilakukan perancangan proses yaitu perancangan proses-proses yang akan terjadi di dalam sistem yang akan dikembangkan.

a. Perancangan proses

Perancangan proses-proses yang akan dilakukan didalam pengembangan simulasi mikrokontroler menggunakan simulasi Xevro sebagai sistem aplikasi yang diusulkan.

1) Simulasi Xevro

Simulasi Xevro memiliki beberapa blok panel simulasi sebagai berikut:

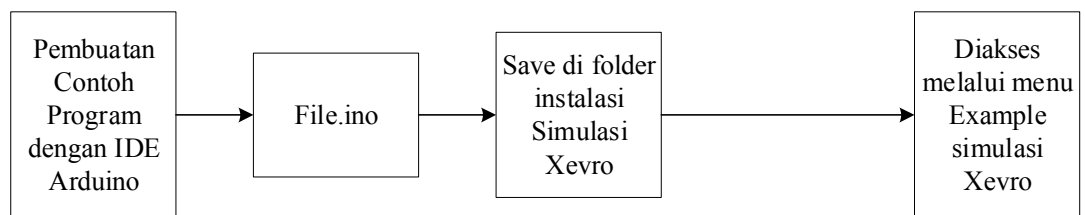
Tabel 2. Blok Panel Simulasi

Panel	Keterangan
Blok panel INPUTS	Panel ini terdiri dari simulasi 8 tombol yang dapat diakses melalui fungsi digital read, gambar panel terdapat di lampiran x.
Blok panel slider	Panel ini merupakan simulasi dari analog input berupa nilai slider yang dibaca menggunakan fungsi analogRead(), gambar panel terdapat di lampiran x.
Blok panel led	Panel ini terdiri dari 14 simulasi led yang mewakili pin digital 0 hingga 13 yang diakses melalui fungsi digital Write(), gambar panel terdapat di lampiran x.
Blok panel simulasi slider bar	Panel bar ini digunakan untuk mendemokan fungsi analogWrite() sesuai dengan pin pwm yang dipilih, gambar panel terdapat di lampiran x.
Blok panel sound generator	Panel ini mensimulasikan fungsi analogwrite dalam menghasilkan bunyi-bunyian, gambar panel terdapat di lampiran x.
Blok panel buzzer	Panel ini digunakan untuk mensimulasikan fungsi buzzer, gambar panel terdapat di lampiran x.
Blok panel tone melody	Panel ini digunakan untuk mensimulasikan hasil keluaran bunyi nada, gambar panel terdapat di lampiran x.
Blok panel lcd display	Blok ini dapat digunakan untuk mensimulasi penampil displai lcd 16x2, gambar panel terdapat di lampiran x.
Blok panel 7 segment	Panel ini digunakan untuk mensimulasi visualisasi 7 segment, gambar panel terdapat di lampiran x.

2) Modifikasi Penambahan contoh program (*Example Code*)

Modifikasi penambahan contoh program ini dilakukan untuk memudahkan siswa dalam menggunakan simulasi secara mandiri dalam mendemonstrasikan pemrograman mikrokontroler sesuai dengan contoh program.

Modifikasi ini berupa pembuatan program arduino dengan IDE Arduino 1.8.5 yang selanjutnya disimpan pada folder instalasi aplikasi simulasi xevro agar dapat diakses melalui menu example.



Gambar 4. Modifikasi Penambahan Fungsi Aplikasi Simulasi

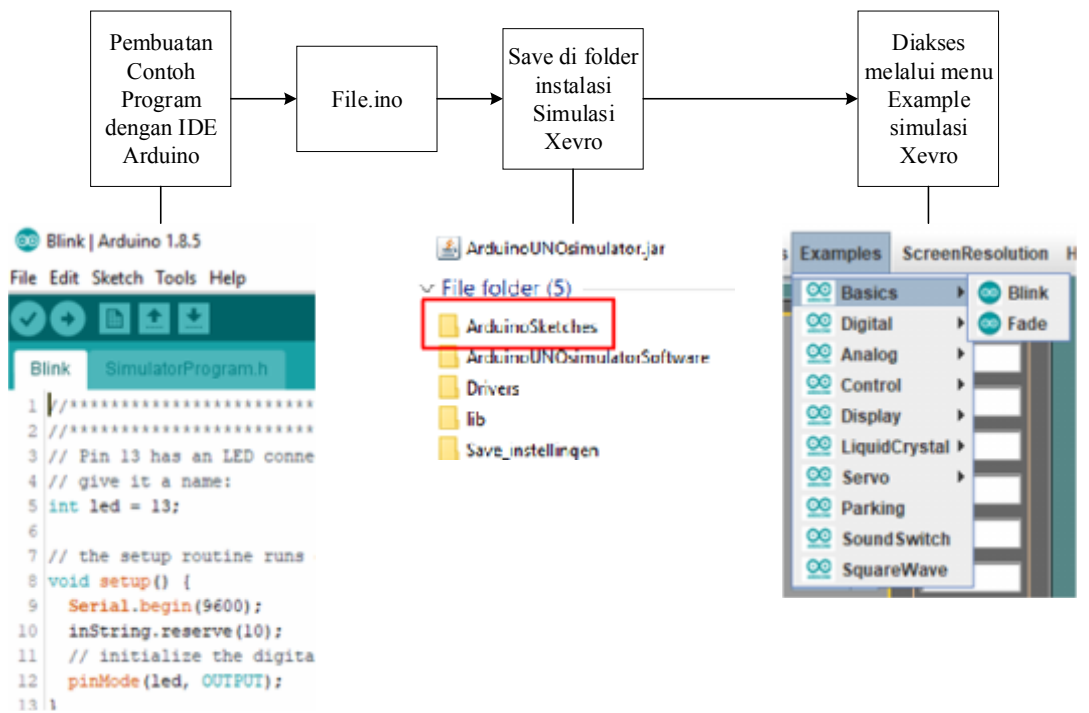
b. Perancangan Perangkat Pendukung

Pada simulasi mikrokontroler ini dilengkapi dengan modul materi dasar pemrograman mikrokontroler berbantuan arduino sebagai pelengkap perangkat instruksional mikrokontroler.

3. Fase Konstruksi

Pada tahap ini dilakukan pembuatan program pengantar untuk tiap panel simulasi sesuai dengan rancangan pada tahap antarmuka pemrograman dengan menambahkan modifikasi contoh program penggunaan hasil jadi simulasi

mikrokontroler berbantuan arduino sesuai pada tahap fase perancangan serta mengembangkan modul materi dasar pemrograman mikrokontroler.



Gambar 5. Penambahan Contoh Program



Gambar 6. Sampul Modul Materi Arduino

4. Fase Pelaksanaan

Pada tahapan ini dilakukan pengujian terhadap aplikasi simulasi mikrokontroler arduino yang telah disiapkan dan dimodifikasi dengan penambahan contoh program. Pengujian menggunakan *black box testing* yaitu suatu pengujian yang berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak (Pressman, 2002: 551). Akhir dari pelaksanaan penelitian ini dengan meminta tanggapan siswa tentang simulasi ini untuk bahan evaluasi.

C. Desain Uji Coba

1. Desain Uji Coba

Uji coba produk dilakukan melalui beberapa tahap seperti yang telah dijelaskan dalam prosedur pengembangan.

2. Subjek Uji Coba

Subyek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI program keahlian Mekatronika SMK negeri dan swasta yang ada di Klaten dan Banjarnegara. Kedua SMK ini dipilih berdasarkan hasil observasi didapatkan hasil bahwa SMK N 1 Bawang Banjarnegara dan SMK Leonardo Klaten memiliki jurusan teknik Mekatronika, hal ini mengasumsikan bahwa kedua sekolah ini mendapatkan materi pembelajaran pemrograman mikrokontroler sesuai dengan silabus mekatronika di SMK. Siswa SMK yang dijadikan sampel pada penelitian ini adalah SMK N 1 Bawang Banjar Negara sebanyak 28 siswa serta SMK Leonardo Klaten Jateng sebanyak 32 siswa. Objek pada penelitian ini adalah perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dalam bentuk simulator untuk materi pembelajaran pemrograman sistem mikrokontroler.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

a. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah observasi, wawancara, angket dan test. Metode pengumpulan data dilakukan dengan prosedur, yaitu: (1)

observasi langsung di beberapa sekolah khususnya SMK program keahlian Teknik Mekatronika, (2) wawancara tidak terstruktur dengan guru pengampu materi pemrograman sistem mikrokontroler dan beberapa siswa, (3) instrument angket untuk uji *black box testing*, validasi, dan respon siswa, serta (4) instrument tes

5) Observasi

Observasi dilakukan untuk menganalisis kebutuhan produk yang akan dibuat. Observasi yang dilakukan mulai dari kondisi guru, kondisi siswa, kondisi infrastruktur, kurikulum, dan media pembelajaran. Hasil dari observasi dapat dijadikan sebagai suatu acuan untuk menentukan produk yang akan dikembangkan.

6) Wawancara

Wawancara dilakukan secara tidak terstruktur untuk mencocokkan kembali hasil observasi dan mencari informasi tambahan. Narasumber yang diambil peneliti adalah beberapa guru dan siswa program keahlian Mekatronika di SMK.

7) Angket

Teknik pengumpulan data angket digunakan untuk *black box testing* dan mengetahui keberfungsian serta kelayakan media yang dikembangkan melalui validasi dosen dan guru. Selain itu, angket digunakan untuk mengetahui respon siswa terhadap media yang dikembangkan.

8) Test

Teknik pengumpulan data ini digunakan untuk mengetahui keefektifan penggunaan media pembelajaran dari media simulasi yang dikembangkan.

b. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembarobservasi, lembar wawancara, dan angket.

1) Lembar Observasi

Lembar observasi digunakan untuk mengisi hasil pengamatan peneliti yang dilakukan di beberapa sekolah. Rangkuman kisi-kisi lembar observasi seperti pada Tabelx.

Tabel x. Rangkuman kisi-kisi Observasi

No.	Sumber Data	Aspek
1.	Guru	Kurikulum yang digunakan
		Model Pembelajaran
		Metode Pembelajaran
		Media Pembelajaran
2.	Siswa	Perilaku saat pembelajaran
		Minat siswa dalam belajar
3.	Data Sekolah	Kondisi Kelas
		Kondisi Lab
		Kondisi Perpustakaan

2) Lembar Wawancara

Lembar wawancara digunakan untuk mengisi hasil wawancara yang dilakukan peneliti untuk memastikan kembali hasil observasi dan mencari informasi tambahan.

Rangkuman kisi-kisi lembar wawancara dapat dilihat pada Tabel x.

Tabel x. Rangkuman kisi-kisi wawancara guru

No.	Sumber Data	Aspek	Indikator
1.	Guru	Model Pembelajaran	Menjelaskan model pembelajaran yang berlangsung
		Metode Pembelajaran	Menjelaskan metode pembelajaran yang digunakan
		Media Pembelajaran	Mendeskripsikan media pembelajaran yang telah digunakan
		Kesulitan Belajar	Mengemukakan hambatan dalam pembelajaran
		Fasilitas yang diperoleh saat pembelajaran	Menjelaskan fasilitas yang didapatkan saat pembelajaran
2.	Siswa	Durasi lama belajar	Menjelaskan kegiatan belajar
		Motivasi belajar	Mengemukakan tujuan kegiatan belajar
		Media / sumber belajar mandiri	Mendeskripsikan media sumber belajar yang

			digunakan
		Kegiatan yang dilakukan menggunakan komputer	Menjelaskan kegiatan penggunaan operasional komputer
		Durasi menggunakan komputer	Menjelaskan lama penggunaan komputer saat proses belajar

Tabel x. Rangkuman kisi-kisi wawancara siswa

No.	Sumber Data	Aspek	Indikator
1.	Siswa	Durasi lama belajar	Menjelaskan kegiatan belajar
		Motivasi belajar	Mengemukakan tujuan kegiatan belajar
		Media / sumber belajar mandiri	Mendeskripsikan media sumber belajar yang digunakan
		Kegiatan yang dilakukan menggunakan komputer	Menjelaskan kegiatan penggunaan operasional komputer
		Durasi menggunakan komputer	Menjelaskan lama penggunaan komputer saat proses belajar

3) Angket Keberfungsian dan Kelayakan

Instrumen angket digunakan untuk mengetahui keberfungsian dan kelayakan dari simulator m-learning serta tes untuk mengetahui besarnya dampak simulator m-

learning terhadap hasil belajar siswa. Angket tersebut meliputi: (a) angket *black boxtesting*, (b) angket untuk dosen dan guru sebagai validator materi dan media, (c) angket respon siswa terhadap penilaian media, dan (d) tes. Skala penilaian pada angket *black boxtesting* menggunakan nilai 0 untuk keberfungsian media tidak sesuai dengan unjuk kerja dan 1 untuk keberfungsian media sesuai dengan unjuk kerja. Instrumen angket untuk penilaian keberfungsian, kelayakan, dan respon siswa menggunakan skala Likert dengan empat pilihan jawaban seperti pada Tabel x.

Tabel x. Skala Penilaian

No.	Penilaian	Nilai
1.	Kurang Layak (kl)	1
2.	Cukup Layak (cl)	2
3.	Layak (l)	3
4.	Sangat Layak (sl)	4

a) Angket Kelayakan untuk Uji *Black Box*

Instrumen angket *black boxtesting* digunakan untuk mengukur keberfungsian media dari aspek *portability* dan *functionality*. Indikator pada instrument angket *black boxtesting* dapat dilihat pada Tabel x.

Tabel x. Rangkuman Kisi-kisi Instrumen Kelayakan

No.	Aspek	Dimensi	Indikator	Sumber Data	Deskriptor
		Portability	Pemasangan	Siswa	Simulasi dapat di pasang pada os windows komputer lab

			Adaptasi		Simulasi dapat dijalankan di windows komputer lab
		Functionality	Fungsi		Menu-menu didalam simulasi beserta blok panel simulasi dapat didemokan sesuai program

b) Angket Kelayakan dan Keberfungsian

Instrumen angket berupa pernyataan yang mengharapkan responden memilih salah satu dari alternatif jawaban yang tersedia. Angket ini berisi penilaian keberfungsian dan kelayakan simulator untuk materi pemrograman sistem mikrokontroler sebagai media pembelajaran. Instrumen ini memiliki dua aspek yaitu kelayakan dan keberfungsian. Aspek kelayakan terdiri dari substansi materi dan desain pembelajaran. Aspek keberfungsian terdiri dari *functionality*, *portability*, *usability*, dan *layout*. Instrumen ini akan digunakan untuk validasi sebelum dilakukan pengujian pada pengguna. Rangkuman kisi-kisi validasi instrumen dosen dan guru dapat dilihat pada Tabel x.

Tabel x. Rangkuman Kisi-kisi Validasi Instrumen Dosen dan Guru

No.	Aspek	Dimensi	Indikator	Sumber Data	Deskriptor
1.	Kelayakan	Substansi Materi	Kedalaman	Dosen dan Guru	Kecakupan materi yang disampaikan

		(SM)	Kesesuaian		Kesesuaian materi yang disampaikan
2.		Desain Pembelajaran (DP)	Judul		Ketepatan judul dengan materi
			KD		Kesesuaian dengan KD
			Materi		Kesesuaian materi dengan KD
			Referensi		Ketepatan penggunaan referensi
3.	Keberfungsian	Functionality (F)	Fungsi		Keberfungsian panel-panel simulasi
			Performa		Unjuk kerja panel dalam mensimulasikan program
4.		Portability (P)	Pemasangan		Kemudahan dalam pemasangan (instalasi) simulasi
			Adaptasi		Keberfungsian simulasi saat dijalankan di komputer
5.		Usability (U)	Pengoperasian		Kemudahan penggunaan menu dan blok panel simulasi
			Kegunaan		Ketepatan fungsi tiap panel simulasi
			Kemernarikan		Kemernarikan unjuk kerja simulasi dalam mendemokan program
6.		Layout (L)	Keterbacaan		Kejelasan penulisan pada modul materi
			Tata letak		Ketepatan letak blok program dan penjelasan
			Pemilihan warna		Kesesuaian pemilihan warna tulisan modul materi
			Pemilihan gambar		Ketepatan pemilihan gambar
			Tata letak panel		Kesesuaian letak panel-panel simulasi

c) Angket untuk Respon Siswa

Instrumen angket berupa beberapa pertanyaan tentang respon siswa terhadap keberfungsian untuk materi pemrograman sistem mikrokontroler sebagai media pembelajaran dilihat dari dua aspek yaitu kelayakan dan keberfungsian. Aspek kelayakan terdiri dari substansi materi dan desain pembelajaran. Aspek keberfungsian terdiri dari *functionality*, *portability*, *usability*, dan *layout*. Rangkuman kisi-kisi validasi instrumen pengguna dapat dilihat pada Tabel x.

Tabel x. Rangkuman kisi-kisi instrumen pengguna

No.	Aspek	Dimensi	Indikator	Sumber Data
1.	Kelayakan	Substansi Materi (SM)	Kedalaman	Siswa
			Kesesuaian	
			Keterbacaan	
2.		Desain Pembelajaran	KD	
			Contoh Soal	
			Latihan	
3.	Keberfungsian	<i>Functionality</i>	Fungsi	
4.		<i>Portability</i>	Pemasangan	
			Adaptasi	
5.		<i>Usability</i>	Pengoperasian	
			Kegunaan	
			Kemenarikan	
6.		<i>Layout</i>	Keterbacaan Teks	Tata letak
				Warna

d) Instrumen Tes

Instrumen tes disusun oleh peneliti yang divalidasi oleh guru dan dosen. Tes tersebut untuk menguji tingkat hasil belajar siswa antara sebelum dan sesudah menggunakan media pembelajaran pemrograman sistem mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulasi. Instrumen ini untuk mengukur tingkat keefektifan media pembelajaran mikrokontroler berbantuan arduino berupa simulasi. Rangkuman kisi-kisi instrument tes dapat dilihat Tabel x.

Tabel x. Rangkuman Kisi-kisi Instrumen Tes

No.	Aspek	Kompetensi Dasar	Materi Pokok
1.	Keefektifan	3.10.7 Menjelaskan diagram block sistem mikrokontroler (I/O digital)	Arsitektur Mikrokontroler AVR
2.		3.13.1 Menguraikan perintah-perintah akses input dan output pada mikrokontroler AVR	Pemrograman I/O dengan bahasa C untuk mikrokontroler AVR
3.		3.13.3 Menerapkan perintah-perintah akses input dan output pada mikrokontroler AVR untuk kendali output	
4.		4.13.1 Membuat program kendali nyala LED on/off berdasarkan input tombol	
5.		4.13.3 Membuat program untuk menampilkan angka pada seven segment pada mikrokontroler AVR	
6.		4.13.5 Membuat program untuk menampilkan karakter pada LCD 16x2 pada mikrokontroler AVR	
7.		3.14.2 Menguraikan parameter-parameter pada ADC	Pemrograman ADC dengan bahasa C untuuk mikrokontroler AVR
8.		4.14.1 Membuat program untuk membaca data anlog pada mikrokontroler AVR dan disajikan dalam data mentah	

c. Validitas dan Realibilitas

Validitas adalah ketepatan interpretasi yang dibuat dari hasil pengukuran atau evaluasi, validitas juga merupakan keadaan yang menggambarkan tingkat instrumen bersangkutan yang mampu mengukur apa yang akan diukur. Pengertian uji validitas adalah suatu langkah pengujian yang dilakukan terhadap isi (content) dari suatu instrumen dengan tujuan untuk mengukur ketepatan instrumen yang digunakan dalam suatu penelitian. Instrumen angket pada penelitian ini menggunakan validitas konstruk yang dilakukan melalui pendapat dari para ahli. Validitas konstruk adalah validitas yang mempermasalahkan seberapa jauh item-item tes mampu mengukur apa-apa yang benar-benar hendak diukur sesuai dengan konsep khusus atau definisi konseptual yang telah ditetapkan. Instrumen angket pada penelitian ini disusun berdasarkan dasar teori, selanjutnya instrumen tersebut dikonsultasikan kepada ahli. Para ahli akan memberikan keputusan apakah instrumen tersebut layak tanpa perbaikan, dengan perbaikan atau diperbaiki secara keseluruhan.

Uji realibilitas adalah sejauh mana hasil pengukuran dengan menggunakan objek yang sama akan menghasilkan data yang sama (Sugiyono, 2012 : 177). Uji realibilitas dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rumus *Alpha Cronbach*. Rumus metode *Alpha Cronbach* adalah sebagai berikut:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{1 - \sum \sigma_i^2}{\sigma^2} \right)$$

Keterangan:

r_{11} = Reliabilitas instrumen

n = Banyak butir pertanyaan/soal

$\sum \sigma_i^2$ = Jumlah varians skor tiap-tiap butir

σ^2 = Varians total

(Suharsimi Arikunto, 2015: 122)

4. Teknik Analisis Data

Menurut Ardhana¹² (dalam Lexy J. Moleong 2002: 103) menjelaskan bahwa analisis data adalah proses mengatur urutan data, mengorganisasikannya ke dalam suatu pola, kategori, dan satuan uraian dasar sedangkan Taylor, (1975: 79) mendefinisikan analisis data sebagai proses yang merinci usaha secara formal untuk menemukan tema dan merumuskan hipotesis (ide) seperti yang disarankan dan sebagai usaha untuk memberikan bantuan dan tema pada hipotesis. Dengan demikian analisis data merupakan proses mengorganisasikan dan mengurutkan data ke dalam pola, kategori dan satuan uraian dasar sehingga dapat ditemukan tema dan dapat dirumuskan hipotesis kerja seperti yang didasarkan oleh data.

Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif deskriptif untuk menggambarkan kelayakan, keberfungsian, dan keefektifan perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulator sebagai media pembelajaran materi sistem mikrokontroler program keahlian Mekatronika. Teknik analisis data diperoleh dengan cara sebagai berikut.

a) Data Kelayakan Simulasi

Data kelayakan simulasi yang dimaksud adalah data penilaian ahlimateri dan ahli media yang diperoleh dari angket. Skor yang diperoleh dari angket diubah menjadi skor penilaian dengan skala 1-100. Setelah skor yang ada dikonversikan kemudian dianalisis secara deskriptif dan dikonversikan kembali menjadi nilai yang dapat dikategorikan sesuai dengan kriteria penilaian.

Aiken (1985) merumuskan formula Aiken's V untuk menghitung content-validity coefficient yang didasarkan pada hasil penilaian dari panel ahli sebanyak n orang terhadap suatu aitem dari segi sejauh mana aitem tersebut mewakili konstruk yang diukur. Formula yang diajukan oleh Aiken adalah sebagai berikut (dalam Azwar, 2012:113)

$$V = \frac{s}{[n(c - 1)]}$$

$$s = r - l_0$$

l_0 = Angka penilaian validitas yang terendah (dalam hal ini adalah 1)

c = Angka penilaian validitas yang tertinggi (dalam hal ini adalah 100)

r = Angka yang diberikan oleh penilai

n = Jumlah Expert

b) Data Keberfungsian Simulasi

Data keberfungsian simulasi yang dimaksud adalah data penilaian ahli materi, ahli media, dan siswa yang diperoleh dari angket. Skor yang diperoleh dari angket diubah menjadi skor penilaian dengan skala 1-100. Setelah skor yang ada

dikonversikan kemudian dianalisis secara deskriptif dan dikonversikan kembali menjadi nilai yang dapat dikategorikan sesuai dengan kriteria penilaian. Rumus yang digunakan menggunakan rumus Aiken. Kategori penilaian dapat dilihat pada Tabel x

Tabel x. Kategori Penilaian

Interval Skor	Interprestasi	Interval Nilai
$Mi + 1,5 Sbi < X \leq Mi + 3,0 Sbi$	Sangat Layak (SL)	75,1 – 100,0
$Mi < X \leq Mi + 1,5 Sbi$	Layak (L)	50,1 – 75,0
$Mi - 1,5 Sbi < X \leq Mi$	Tidak Layak (TL)	25,1 – 50,0
$Mi - 3,0 Sbi < X \leq Mi - 1,5 Sbi$	Sangat Tidak Layak (STL)	0,0 – 25,0

(Nana Sudjana, 2016: 122)

Keterangan :

- Mi = Nilai rerata ideal
 $= \frac{1}{2}(\text{skor ideal tertinggi} + \text{skor ideal terendah})$
 Sbi = Simpangan Baku Ideal
 $= \frac{1}{6}(\text{skor ideal tertinggi} - \text{skor ideal terendah})$

c) Data Keefektifan Aplikasi Simulasi

Menentukan tingkat keefektifitas dari media pembelajaran simulator m-learning dengan cara mengumpulkan data hasil tes siswa sebelum diberi media pembelajaran dengan hasil tes setelah diberi media pembelajaran. Pengujian data menggunakan uji-*t-Independent Samples* dikarenakan data yang digunakan berupa dua sampel yang tidak berhubungan dan memiliki rerata yang berbeda. Tujuan pengujian ini adalah membandingkan rerata dua grup yang tidak berhubungan satu sama lain dalam keefektifan aplikasi simulasi. Hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut,

Ho = Tidak terdapat perbedaan antara rerata hasil belajar siswa sebelum diberi simulasi arduino dengan sesudah diberi simulasi arduino antar sekolah SMK.

Ho ditolak jika nilai dari Asymp. Sig. (2-tailed) lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05 dan $t_{hitung} > t_{tabel}$. Besarnya dampak penggunaan simulasi mikrokontroler berbantuan arduino dilihat dari gain berdasarkan modus. Skor gain (g) actual diperoleh dari siswa. Rumus gain adalah sebagai berikut :

$$g = \frac{T'_1 - T_1}{T_{maks} - T_1}$$

Keterangan:

- g = Skor gain
- T'_1 = Skor posttest
- T_1 = Skor pretest
- T_{maks} = Skor maksimum

Tabel 10. Kategori Skor Gain

Skor Gain (g)	Kategori
0,00 – 0,30	Rendah
0,30 – 0,70	Sedang
0,70 – 1,00	Tinggi

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Awal

Perangkat instruksional yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa aplikasi berbentuk simulasi (*simulator*) dan modul materi untuk penguasaan materi pemrograman sistem mikrokontroler. Model pengembangan ini menganut konsep RAD (*Rapid Application Development*) (Kendall & Kendal, 2003:239) dengan empat tahapan yaitu (1) Fase perencanaan syarat-syarat (*Requirements planning phase*), (2) Fase Desain Pengguna (*User Design Phase*), (3) Fase Konstruksi (*Construction phase*), dan (4) Fase Pelaksanaan (*cutover phase*).

1. *Requirements Planning Phase*

Tahap ini dilakukan analisa kebutuhan masalah dimana didalamnya menganalisa sistem yang sedang berjalan beserta kelemahannya. Disisi lain tahap ini juga mempersingkat proses dengan langsung pada tahap penentuan solusi pemecahan masalah berdasarkan analisis kebutuhan diawal. Tahap ini diakhiri dengan analisis sistem usulan yang merupakan landasan solusi yang akan dikembangkan pada tahap selanjutnya.

Tabel 13. Perbandingan Sistem Yang Berjalan Dengan Sistem Usulan

No.	Sistem Berjalan	Sistem yang diusulkan	Hasil yang ingin dicapai
1.	Peraga demo pemrograman mikrokontroler berupa modul perangkat keras terpisah-pisah antar modul	Peraga berupa perangkat lunak aplikasi simulasi mikrokontroler yang didalamnya terdapat modul-modul terintegrasi.	memudahkan siswa tiap kelompok praktikum dalam mengetahui hasil demo pemrograman mikrokontroler
2.	penggunaan modul perangkat keras dilakukan bergantian antar kelompok		Efisiensi waktu dalam proses pembelajaran pemrograman mikrokontroler

2. Fase Perancangan

Tahap fase perancangan dilakukan dengan mengolah kembali data hasil dari tahap sebelumnya yang selanjutnya dipahami kembali dan menentukan poin-poin yang akan dilakukan modifikasi tambahan guna penyesuaian dari solusi yang diusulkan hingga akhirnya disetujui bahwa solusi dan modifikasi yang diusulkan sesuai dengan kebutuhan pengembangan.

Tahap ini ditentukan solusi yang diusulkan sebagai berikut: (a) Diusulkan penggunaan simulasi mikrokontroler Xevro berbantuan arduino, (b) Dilakukan

modifikasi berupa penambahan contoh program pada menu examples didalam aplikasi simulasi Xevro, dan (3) dikembangkan pendamping simulasi berupa modul materi pemrograman dasar arduino.

3. Construction phase (Fase Konstruksi)

Tahap ini mulai fokus pada pengembangan aplikasi yang diusulkan dan disesuaikan dengan kebutuhan dengan tetap memperhatikan aspek-aspek partisipasi pengguna untuk penambahan pengembangan secara cepat ditahap ini.

1. Simulasi Xevro

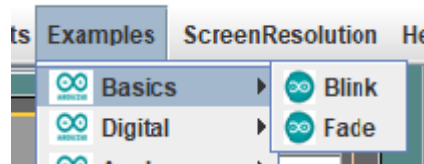
Beroperasi pada sistem operasi windows dengan platform dilingkungan java versi 8. Simulasi ini berjalan dengan dukungan IDE Arduino sebagai aplikasi penulisan baris kode program. Simulasi Xevro dilengkapi dengan (1) blok panel inputs push button berjumlah 8 unit, (2) blok panel slider yang terdiri dari tiga slider, (3) blok panel led yang terdiri dari 14 unit panel led yang diakses melalui pin digital 0 hingga 13, (4) blok panel slider untuk pin pwm dalam menghasilkan nilai PWM, (5) blok sound generator untuk menghasilkan bunyi-bunyian, (6) blok panel buzzer untuk memberikan keluaran suara buzzer, (7) blok panel tone melody yang digunakan untuk menghasilkan nada-nada, (8) blok panel lcd, serta (9) blok panel sevent segment

2. Modifikasi Penambahan *Example Program*

Penambahan contoh program didalam simulasi xevro ini dilakukan untuk menambah nilai kerberfungsian dan kelayakan simulasi dalam penggunaanya. Penambahan ini meliputi :

1) Program *Basic*

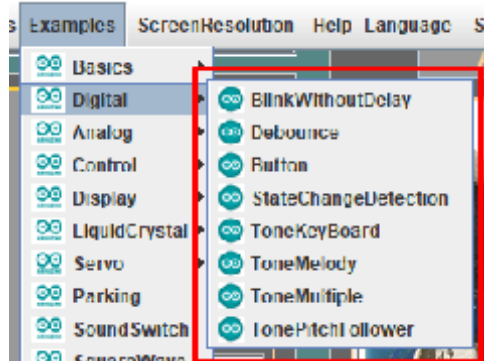
Program basic terdiri dari sub program (a) *blink*, dan (b) *fade*



Gambar 7. Sub Program Basic

2) Program *Digital*

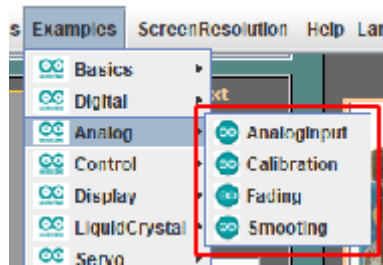
Program digital terdiri dari sub program (a) *blink with out delay*, (b) *debounce*, (c) *button*, (d) *state change detection*, (e) *tone key board*, (f) *tone melody*, (g) *tone multiple*, dan (h) *tone pitch follower*



Gambar 8. Sub Program Digital

3) Program *Analog*

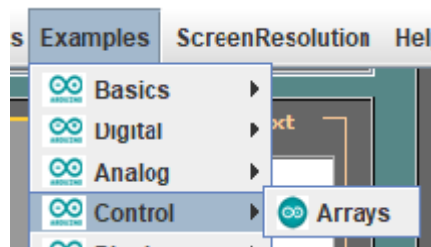
Program analog terdiri dari sub program (a) *analog input*, (b) *calibration*, (c) *fading*, dan (d) *smoothing*



Gambar 9. Sub Program Analog

4) Program *Control*

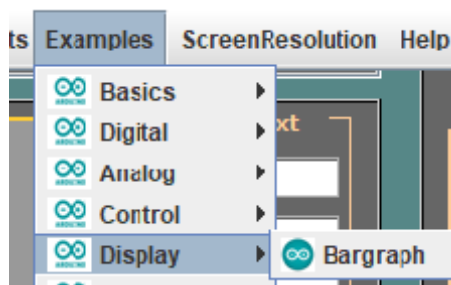
Program control terdiri dari sub program *arrays*



Gambar 10. Sub Program Control

5) Program *Display*

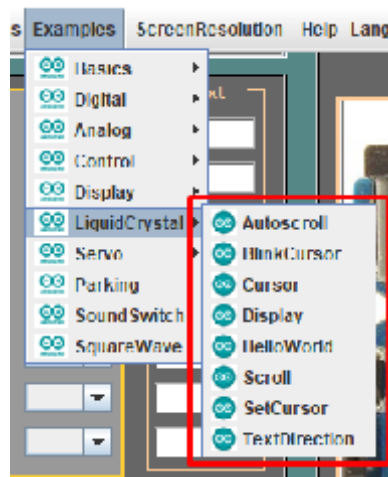
Program display terdiri dari sub program *bargraph*



Gambar 11. Sub Program Display

6) Program *Liquid Crystal*

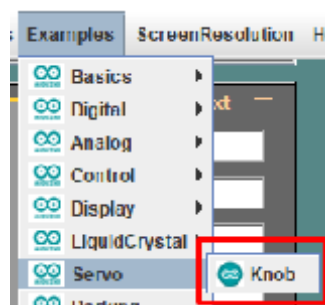
Program *liquid crystal* terdiri dari sub program (a) *auto scroll*, (b) *blink cursor*, (c) *display*, (d) *hello world*, (e) *scroll*, (f) *set cursor*, dan (g) *text direction*



Gambar 12. Sub Program *Liquid Crystal*

7) Program Servo

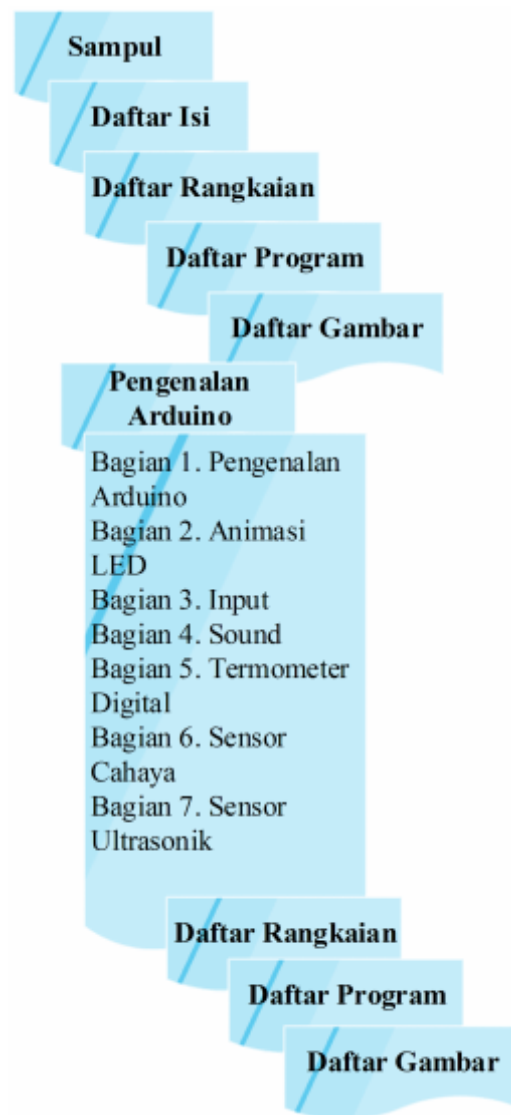
Program servo terdiri dari sub program *knob*



Gambar 13. Sub Program Servo

3. Pengembangan Modul Materi Dasar Pemrograman

Modul materi dilandaskan pada outline modul materi dasar pemrograman sebagai berikut :



Gambar 14. Outline Modul Materi

4. *Cutover phase* (Fase Pelaksanaan)

Tahap fase pelaksanaan meliputi pengujian terhadap pengembangan simulasi mikrokontroler dan modul materi yang telah di susun pada tahap sebelumnya.

1) Uji Coba

Tahap pelaksanaan pada penelitian ini digunakan untuk uji coba pengembangan kepada lima siswa dengan menggunakan os windows yang berbeda, yaitu windows 7, 8 dan 10. Simulasi arduino tersebut dicoba dari keberfungsian fungsi-fungsi menu dan panel i/o yang ada dan diuji coba pengoperasiannya berjalan dengan baik dan lancar melalui angket *black box testing*.

Selanjutnya perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulasi ini dilakukan uji terbatas kepada sejumlah siswa kelas XI dari SMK N 1 Bawang dan kelas XI dari SMK Lenoardo Klaten. Masing-masing sekolah dipilih satu kelas untuk dijadikan sampel. Selama tiga hari persekolah simulasi arduino ini diterapkan.

2) Evaluasi

Tahapan evaluasi dilakukan untuk mengetahui keefektifan simulasi arduino ini terhadap hasil belajar siswa dan mengetahui respon siswa terhadap pengembangan perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino ini. Sebelum sampel diberikan media pembelajaran mikrokontroler berbantuan arduino, sampel diberikan *pretest* terlebih dahulu. Setelah selesai *pretest*, siswa diberikan media pembelajaran

mikrokontroler arduino dengan simulasi dan sampel mempelajari simulasi arduino beserta modul materi tersebut secara individu selama dua hari. Selanjutnya siswa diberikan *posttest* untuk mengetahui besarnya *gain* pada saat sebelum dan sesudah diberikan simulasi arduino. Sampel juga diberi angket untuk mengetahui respon siswa terhadap pemanfaatan simulasi arduino tersebut. Angket tersebut menilai perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulasi ini dari dua aspek yaitu kelayakan dan keberfungsian saat diterapkan. Aspek kelayakan terdiri dari substansi materi dan desain pembelajaran sedangkan aspek keberfungsian terdiri dari *functionality*, *portability*, *usability*, dan *layout*.

B. Hasil Uji Coba Produk

Perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulasi ini dilakukan pengujian, diantaranya: review simulasi arduino yaitu (1) uji coba *black box*, (2) uji validasi materi dan media, serta (3) uji coba terbatas

1. Uji Black Box Testing

Keberfungsian simulasi arduino dilakukan dengan uji *black box testing*. Pengujian dilakukan oleh lima siswa sebagai sampel yang memiliki perangkat laptop dengan versi os windows yang berbeda. Uji coba terdiri dari dua dimensi yaitu *portability* dan *functionality*. Setiap dimensi dikembangkan menjadi beberapa indikator. *Portability* dikembangkan menjadi dua indikator yaitu pemasangan atau instalasi dan adaptasi, sedangkan dimensi *functionality* memiliki satu indikator yaitu indikator fungsi.

Portability merupakan kemampuan yang berhubungan dengan kemampuan perangkat lunak yang diujikan ke lingkungan berbeda (ISO 9126), simulasi mikrokontroler arduino ini diuji cobakan pada siswa untuk mengetahui kemampuan aplikasi simulasi yang dikembangkan saat digunakan oleh siswa dalam melakukan pemrograman mikrokontroler saat praktikum. *Functionality* merupakan kemampuan fungsi produk perangkat lunak yang menyediakan sesuai kebutuhan user (ISO 9126), di dalam pengujian ini aplikasi simulasi mikrokontroler arduino ini diuji pada fungsi-fungsi tiap menu didalamnya beserta hasil demo eksekusi program mikrokontroler dalam bentuk simulasi melalui blok-blok panel simulasi didalam aplikasi yang digunakan saat praktikum pemrograman mikrokontroler.

Hasil pengujian black box terdapat pada tabel 12.

Tabel 14. Hasil Pengujian *Black Box Testing*

Responden	Dimensi		Kategori
	<i>Portability</i>	<i>Functionality</i>	
1	100	100	Sangat Layak (SL)
2	100	100	Sangat Layak (SL)
3	100	100	Sangat Layak (SL)
Rata-rata	100	100	Sangat Layak (SL)

Berdasarkan tabel 12 hasil pengujian *blackbox testing* semua respon memberikan penilaian yang baik yaitu sebesar 100 pada masing-masing dimensi, baik dimensi *portability* maupun dimensi *functionality*, sehingga perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulasi ini dianggap mampu dengan baik pengoperasian dan unjuk kerjanya.

2. Uji Validasi Materi dan Media

Kelayakan simulasi arduino sebagai perangkat instruksional di SMK untuk mata pelajaran pemrograman mikrokontroler dinilai dari uji validasi materi, sedangkan keberfungsian simulasi arduino sebagai perangkat instruksional di SMK untuk mata pelajaran pemrograman mikrokontroler dinilai dari uji validasi media. Pengujian ini dilakukan oleh dua dosen jurusan Pendidikan Teknik elektro UNY yang masing-masing menguji kelayakan dan keberfungsian sesuai dengan tabel x. Hasil penilaian kelayakan menurut ahli. Sebelum data angket dianalisis diuji reliabilitasnya terlebih dahulu menggunakan SPSS dan mendapatkan hasil sebesar 0.891 sehingga data termasuk reliabel dikarenakan lebih dari 0.70.

a. Kelayakan Simulasi Arduino

Kelayakan simulasi arduino ini dikembangkan dari sudut pandang aspek substansi materi dan desain pembelajaran. Aspek substansi materi memiliki tiga indikator yaitu kedalaman, kesesuaian dan keterbacaan materi, selanjutnya dikembangkan menjadi butir pernyataan sebanyak 20 pernyataan. Jumlah pernyataan yang diajukan untuk aspek desain pembelajaran terdiri dari empat indikator, yaitu judul, kompetensi dasar, materi dan referensi. Setiap indikator dikembangkan menjadi beberapa butir pernyataan sejumlah 31 butir pernyataan.

Rating skala 1-4 diterapkan didalam pernyataan angket, skor yang didapat dari angket selanjutnya dirubah menjadi skala 1-100 untuk penentuan kategori penilaian.

Berdasarkan penilaian kelayakan ahli , didapatkan data nilai untuk tiap nilai V untuk rata-rata tiap item subtransi materi adalah 0.78 serta desain pembelajaran sebesar 0,83, nilai koefisien Aiken's V berkisar antara 0 – 1 dan data ini dianggap memiliki kelayakan isi yang memadai berdasarkan tabel acuan *Number of rating Categories Aiken's*.

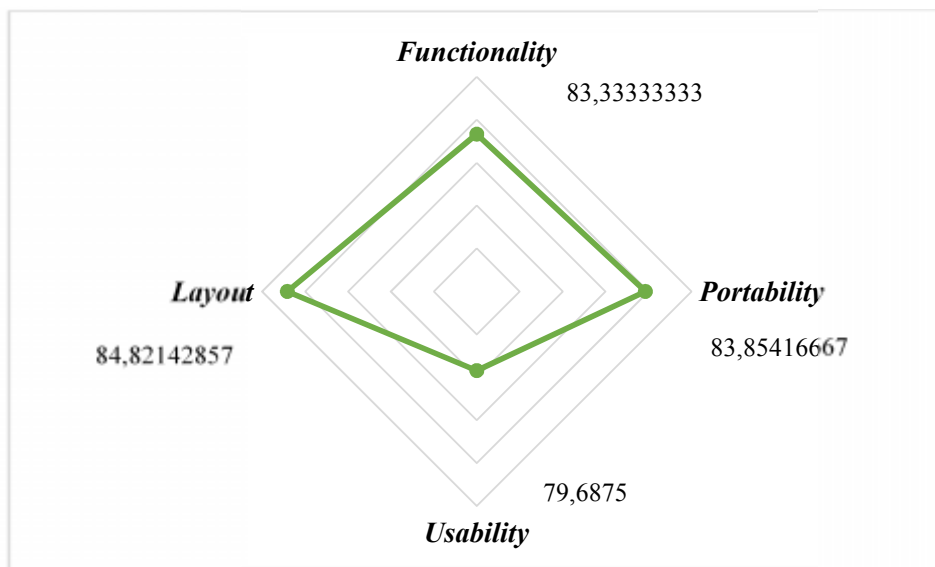
b. Keberfungsian Simulasi Arduino

Aspek yang dikembangkan berdasarkan keberfungsian dinilai dari aspek *functionality, portability, usability* dan *layout*. Pernyataan yang diajukan pada aspek *functionality* terdiri dari dua indikator yaitu fungsi dan performa, indikator fungsi dikembangkan menjadi empat butir pernyataan dan satu butir pernyataan untuk indikator performa. Pernyataan aspek *portability* terdiri dari dua indikator yaitu pemasangan dan adaptasi dimana indikator pemasangan terdiri dari satu butir pernyataan dan adaptasi dikembangkan menjadi enam butir pernyataan. Pernyataan yang diajukan sebagai aspek *usability* terdiri dari tiga indikator yaitu pengoperasian, kegunaan dan kemenarikan. Indikator pengoperasian dikembangkan menjadi tiga butir pernyataan, indikator kegunaan terdiri dari satu butir pernyataan, dan indikator kemenarikan dikembangkan menjadi dua butir pernyataan. Aspek *layout* terdiri dari lima indikator yaitu keterbacaan, tata letak, pemilihan warna, pemilihan gambar animasi, dan tata letak panel, keseluruhan indikator dikembangkan menjadi tujuh butir pernyataan. Rating skala 1-4 diterapkan didalam pernyataan angket, skor yang didapat dari angket selanjutnya dirubah menjadi skala 1-100 untuk penentuan

kategori penilaian. Tabel 15 menunjukkan hasil penilaian keberfungsian perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino.

Tabel 15. Hasil Penilaian Keberfungsian

No.	Aspek	Kategori
1.	Funcionality	Sangat Layak
2.	Protability	Sangat Layak
3.	Usability	Sangat Layak
4.	Layout	Sangat Layak



Gambar 15. Diagram Penilaian Keberfungsian

Data dari diagram15 menunjukkan bahwa penilaian keberfungsian perangkat instruksional berbantuan arduino dalam aspek *functionality* (F) mendapatkan nilai sebesar 83.33 sehingga dapat dimasukkan sebagai kategori “Sangat Layak”, aspek *portability* (P) mendapatkan nilai sebesar 83.85 sehingga dapat dimasukkan sebagai

kategori “Sangat Layak”, aspek *usability* (U) mendapatkan nilai sebesar 79.68 sehingga dapat dimasukkan sebagai kategori “Sangat Layak” sedangkan aspek *layout* (LA) mendapatkan nilai sebesar 84.82 sehingga dapat dimasukkan sebagai kategori “Sangat Layak”. Berdasarkan data tersebut perangkat instruksional berbantuan arduino ini dapat dioperasikan dengan baik serta mudah, instalasi yang mudah pada perangkat komputer, tata letak yang baik serta pemilihan warna gambar yang sesuai.

Data ini juga menunjukkan bahwa aspek *Usability* merupakan aspek terendah dibandingkan dengan aspek lainnya, hal ini dikarenakan penggunaan simulasi mikrokontroler dilakukan secara berkelompok selama praktikum dikarenakan ketersediaan fasilitas komputer yang dibuat untuk berkelompok sehingga fungsi-fungsi pada aplikasi simulasi kurang dapat digunakan sepenuhnya secara mandiri. Hal ini sesuai dengan pendapat Guo (2016:860), bahwa motivasi dan fasilitas belajar mempengaruhi keberhasilan pembelajaran berbantuan komputer.

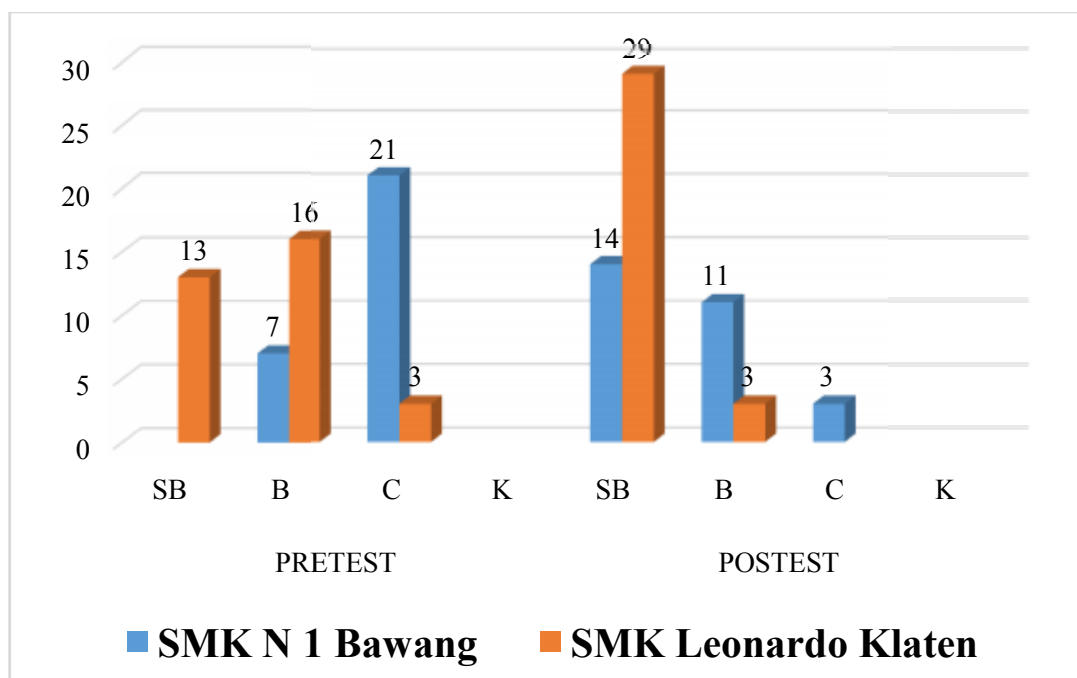
3. Uji Coba Terbatas

Uji coba terbatas dilakukan kepada siswa kelas XI bidang keahlian Teknologi dan Rekayasa, Kompetensi Keahlian Teknik Mekatronika SMK N 1 Bawang Banjarnegara dan SMK Leonardo Klaten. Uji cobaterbatas untuk menilai (1) keefektifan perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dan (2) respon siswa setelah mengoperasikan simulasi arduino.

a. Keefektifan Antar Sekolah

Hasil belajar siswa dari aspek kognitif antara sebelum dan sesudah mengoperasikan simulasi arduino dijadikan acuan dari keefektifan perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulasi yang dikembangkan. Penggunaan simulasi arduino dinilai memiliki dampak terhadap hasil belajar jika terdapat peningkatan hasil belajar dari aspek kognitif antara sebelum dan sesudah penggunaan. Besarnya perbedaan ini (gain) dijadikan acuan tingkat keefektifan dari penggunaan perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulasi ini.

Penilaian hasil belajar diujicobakan di dua sekolah yaitu SMK N 1 Bawang Banjarnegara dan SMK Leonardo Klaten. Hasil analisis frekuensi nilai *pretest* dan *posttest* yang diperoleh kelas XI Teknik Mekatronika dapat dilihat pada gambar 16.

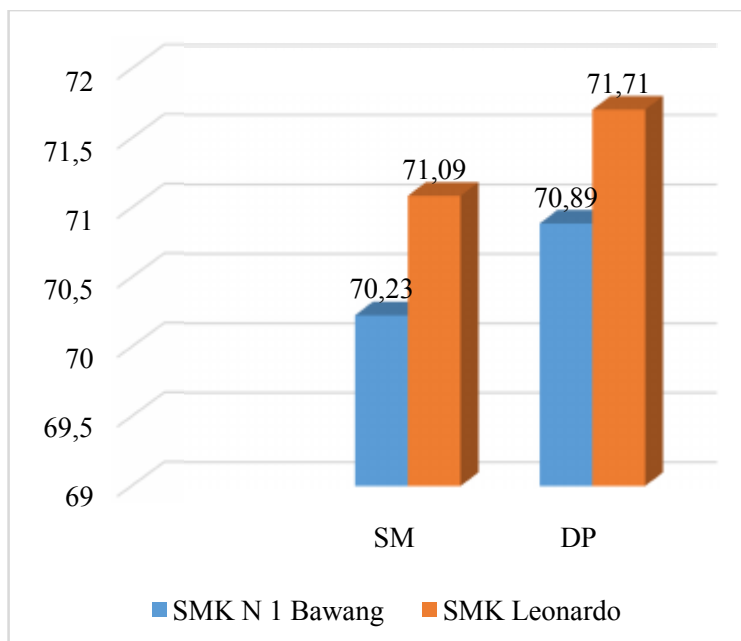


Gambar 16. Hasil *Pretest Posttest*

Guna mengetahui apakah hasil *pretest* dan *posttest* terdapat perbedaan rata-rata atau tidak maka dilakukan uji t pada data *pretest* dan *posttest* menggunakan SPSS 25. Didapatkan hasil analisis bahwa nilai $t = 10.034$ dan nilai signifikansi 0.00 . Hasil uji t dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak karena $t_{hitung} = 10.034 > t_{tabel} = 1.983$ dan $Asymp. Sig (2-tailed) < 0.05$ sehingga dapat disimpulkan rata-rata data *pretest* dan *posttest* adalah berbeda.

b. Respon Siswa

Hasil penilaian respon siswa terdiri dari dua aspek penilaian yaitu aspek kelayakan dan keberfungsian perangkat simulasi arduino. Hasil uji realibilitas sebesar 0.784 sehingga data tersebut dapat dinyatakan reliabel karena lebih dari 0.70 . Hasil penilaian aspek kelayakan menurut siswa dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Hasil Penilaian Kelayakan Menurut Siswa

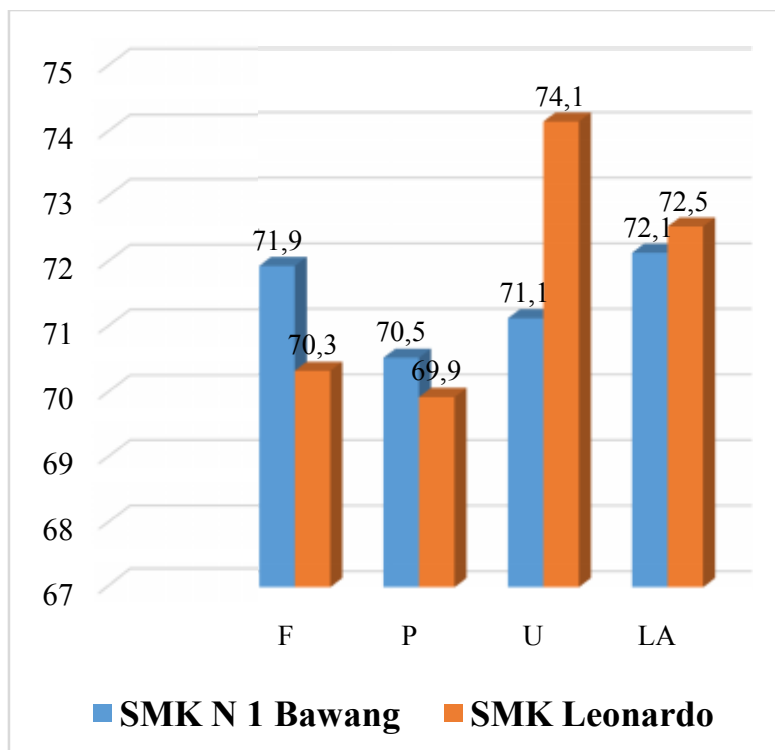
Keterangan :

SM : Substansi Materi

DP : DP

Berdasarkan gambar 17 yang merupakan hasil penilaian kelayakan menurut siswa didapatkan data bahwa SMK N 1 Bawang Banjarnegara sebesar 70.56 dan SMK Leonardo Klaten sebesar 71.40. Rata-rata hasil penilaian kelayakan secara keseluruhan dapat dikategorikan “Layak”. Penilaian rata-rata dari kedua sekolah sebesar 70.98 sehingga dapat dikategorikan “Sangat Layak”. Didapatkan juga data bahwa substansi materi (SM) mendapatkan nilai sebesar 70.66 dan substansi dimensi pembelajaran sebesar 71.30 sehingga kedua aspek tersebut dapat dikategorikan “Layak”. Hal ini membuktikan secara keseluruhan perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino yang dikembangkan memenuhi standar kelayakan sebagai media pembelajaran untuk siswa.

Penilaian kelayakan siswa mencakup substansi materi dan desain pembelajaran. Substansi materi mencakup kejelasan penyampaian materi, kesesuaian materi, dan kemudahan pemahaman bahasa. Desain pembelajaran mencakup kesesuaian materi dengan materi yang diajarkan oleh guru, kemudahan pemahaman contoh soal, dan kesesuaian latihan soal dengan materi. Penilaian kelayakan oleh siswa mengarah pada bagaimana respon siswa terkait dengan isi materi yang ada saat siswa mengoperasikan simulasi arduino ini. Hasil penilaian aspek keberfungsian simulasi menurut siswa dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. Hasil Penilaian Keberfungsian Simulasi Arduino Respon Siswa

Keterangan :

F : *Functionality*

P : *Portability*

U : *Usability*

LA : *Layout*

Berdasarkan gambar 18, rata-rata hasil penilaian keberfungsian simulasi arduino berdasarkan siswa SMK N 1 Bawang sebesar 71.41; siswa SMK Leonardo Klaten sebesar 71.69; Besarnya rata-rata hasil penilaian keberfungsian sekolah secara keseluruhan dikategorikan “Layak”. Hasil total rata-rata penilaian dari kedua sekolah sebesar 71.55 sehingga dikategorikan “Layak”. Data hasil penilaian menunjukkan bahwa media simulasi arduino yang dikembangkan dapat beroperasi dan berfungsi dengan baik

C. Revisi Produk

Revisi dilakukan berdasarkan komentar dan saran dari ahli media, ahli materi dan para pengguna ketika evaluasi dilakukan. Revisi dilakukan untuk menyempurnakan Perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dalam bentuk simulasi sehingga dengan kriteria kelayakan yang diperoleh akan dapat digunakan oleh siswa dengan baik dan sesuai tujuan. Revisi produk yang dilakukan terhadap perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dalam bentuk simulasi selama penelitian ini.

1. Pada modul materi dilengkapi proses instalasi IDE Arduino didalam simulasi arduino yang digunakan.
2. Disediakan *link drive* yang menampung semua kebutuhan instalasi simulasi seperti file master simulasi, file ide arduino, file driver serta file contoh program simulasi.
3. Jobsheet terpisah, tetapi diberi keterangan pelengkap mikrokontroler tipe arduino agar jelas sebagai kesatuan mikrokontroler tipe arduino.
4. Penggantian gambar pada modul materi dengan resolusi yang lebih tinggi agar jelas.

D. Kajian Produk Akhir

Produk akhir dari penelitian pengembangan ini adalah pengembangan perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino menggunakan simulasi untuk siswa kelas XI program keahlian Teknik Mekatronika. Simulasi ini berbasis pada mikrokontroler berbantuan Arduino Uno yang dapat diunduh melalui link google drive. Simulasi ini beroperasi dengan mensyaratkan pada operating system windows dengan prosesor minimal core2duo dengan ram 2GB serta terinstal java update 8 dan ide Arduino minimal versi 1.7.0. Produk simulasi ini sebelum divalidasi oleh dosen dan beberapa guru, media ini dilakukan uji black box testing. Hasil uji black box testing menunjukkan bahwa simulasi ini dapat dioperasikan di komputer dengan OS Windows secara offline tanpa terhubung dengan internet.. Penilaian validasi dosen dan guru dilakukan untuk mengetahui keberfungsian dan kelayakan simulasi arduino ini sebagai media pembelajaran. Hasil validasi berupa penilaian keberfungsian dan kelayakan media pembelajaran, serta saran dan rekomendasi untuk perbaikan media pembelajaran ini. Saran dan rekomendasi yang ada ditindaklanjuti untuk perbaikan media pembelajaran simulasi ini. Penilaian simulasi ini dibagi menjadi dua yaitu penilaian kelayakan dan keberfungsian. Penilaian kelayakan terdiri dari aspek substansi materi dan desain pembelajaran, sedangkan penilaian keberfungsian terdiri dari aspek *functionality*, *portability*, *usability*, dan *layout*. Penjabaran masing-masing uji sebagai berikut.

a. Uji Kelayakan

Berdasarkan penilaian penilaian kelayakan simulasi arduino dari beberapa ahli diperoleh rata-rata total sebesar 83.33 sehingga dikategorikan “Sangat Layak” dan penilaian total rata-rata respon siswa aspek kelayakan simulasi arduino sebesar 70.98 sehingga dikategorikan “Layak”. Hasil penilaian dari dosen dan guru beserta semua masukan, dijadikan sebagai masukan peneliti untuk memperbaiki kelengkapan perangkat instruksional berbantuan arduino dengan simulasi ini. Perbaikan ini mencakup dua aspek yaitu aspek dari materi dan media. Perbaikan aspek materi diantaranya yaitu penambahan materi instalasi ide arduino serta penambahan teori pada jobsheet dan dibuat terpisah dari modul materi.

Perbaikan dilakukan untuk memenuhi prinsip media pembelajaran. Salah satu prinsip media pembelajaran adalah media yang dihasilkan harus memiliki tingkat relevansi yang tinggi dengan materi pembelajaran (Zabaleta, 2012: 7).

b. Uji Keberfungsian

Berdasarkan penilaian penilaian kelayakan simulasi arduino dari beberapa ahli diperoleh rata-rata total penilaian keberfungsian sebesar 82.92 sehingga dikategorikan “Sangat Layak” dan hasil penilaian total rata-rata keberfungsian simulasi arduino oleh siswa sebesar 71.55 sehingga dikategorikan “Layak”. Berdasarkan hasil tersebut, secara keseluruhan simulasi arduino ini dapat beroperasi dan berfungsi dengan baik. Perbaikan dari aspek media diantaranya adalah perbaikan reolusi gambar. Perbaikan

dilakukan agar media pembelajaran dapat meningkatkan minat siswa. Guo (2016: 86) menyebutkan simulasi berhasil sebagai media pembelajaran jika minat siswa tinggi.

c. Uji Keefektifan

Hasil belajar siswa antara sebelum dan setelah menggunakan simulasi arduino mengalami peningkatan. Berdasarkan uji T nilai $t = 11,075$ dan nilai signifikansi 0,00. Hasil uji t dapat disimpulkan H_0 ditolak karena $t_{hitung} = 11,075 > t_{tabel} = 1,983$ dan $Asymp. Sig (2-tailed) < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan rata-rata data *pretest* dan *posttest* adalah berbeda. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Firdaus (2017) yang menyatakan simulasi mempengaruhi hasil belajar siswa. Berdasarkan skor gain, skor gain peningkatan hasil belajar siswa antara sebelum dan setelah menggunakan media pembelajaran simulasi arduino di SMK N 1 Bawang termasuk kategori “Sedang” dan SMK Leonardo Klaten sebagian besar termasuk kategori “Baik”. Skor gain ini mengalami kenaikan yang tinggi yang disebabkan simulasi bersifat offline dan ringan untuk digunakan, sehingga dapat dipelajari secara mandiri. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Esra (2008) dan Mariam (2015) yang menyatakan bahwa dengan adanya simulasi dapat mempengaruhi siswa dalam hal hasil belajar dan motivasi siswa

Pengembangan perangkat instruksional berbantuan arduino dengan simulasi untuk siswa kelas XI program keahlian teknik mekatronika ini memiliki karakteristik sebagai berikut (1) substansi materi media pembelajaran ini sesuai dengan kurikulum SMK dan sesuai dengan kebutuhan siswa smk program keahlian teknik mekatronika,

(2) materi media pembelajaran simulasi ini sesuai dengan kebutuhan siswa selama satu semester pada pelajaran pemrograman mikrokontroler, (3) media pembelajaran simulasi ini menyajikan simulasi beserta contoh program simulasi untuk memperjelas materi, (4) evaluasi dalam bentuk pilihan ganda untuk mengasah kemampuan siswa terhadap materi-materi yang telah dicoba pada simulasi arduino.

E. Keterbatasan Penelitian

Hasil pengembangan perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulasi ini masih memiliki beberapa keterbatasan sebagai berikut(1) keterbatasan pada mikrokontroler yang digunakan hanya model arduino uno, (2) terbatasnya model simulasi yang dapat diperagakan, dan (3) terbatasnya isi materi yang lebih fokus hanya pada pengoperasian simulasi, (4) belum terdapat database library yang lengkap pada simulasi dalam satu kesatuan, dan (5) terbatasnya penggunaan simulasi pada platform java *update 8*

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan data dan hasil pembahasan, disimpulkan sebagai berikut:

Pertama, hasil pengujian perangkat instruksional Mikrokontroler berbantuan arduino didapatkan bahwa simulasi arduino memiliki kelayakan serta keberfungsian dalam kategori “Layak”. Dengan memperhatikan kestabilan dan kesesuaian kinerja simulasi arduino tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa pengembangan perangkat instruksional Mikrokontroler berbantuan arduino dianggap memenuhi kelayakan sebagai perangkat instruksional mikrokontroler oleh Ahli serta oleh penilaian siswa.

Kedua, perangkat instruksional Mikrokontroler berbantuan arduino dapat digunakan dalam pembelajaran karena tampilan dapat diterima (menarik), pengoperasian dinilai mudah, dan memiliki unjuk kerja yang stabil dalam pelaksanaan praktikum, materi lengkap, mudah dipahami, runtut dari yang sederhana sampai dengan kompleks, hal ini ditunjukkan dengan penilaian keberfungsian perangkat instruksional berbantuan arduino dalam aspek *functionality* (F) mendapatkan nilai sebesar 83.33 sehingga dapat dimasukkan sebagai kategori “Sangat Layak”, aspek *portability* (P) mendapatkan nilai sebesar 83.94 sehingga dapat dimasukkan sebagai kategori “Sangat Layak”, aspek *usability* (U) mendapatkan nilai sebesar 76.69 sehingga dapat dimasukkan sebagai kategori “Sangat Layak” sedangkan aspek *layout* (LA) mendapatkan nilai sebesar 84.82

sehingga dapat dimasukkan sebagai kategori “Sangat Layak”. Hasil rata-rata penilaian keberfungsian dikategorikan “Sangat Layak” dengan nilai sebesar 83, dengan demikian maka menunjukkan aplikasi simulasi mikrokontroler arduino sangat bermanfaat dalam mempermudah proses pembelajaran (bagi guru dan siswa), karena dapat memotivasi belajar siswa.

Ketiga, efektifitas simulasi arduino terhadap mata pelajaran mikrokontroler antara nilai rerata *posttest* dari nilai rerata *pretest* dinyatakan efektif, dilakukan uji t pada data *pretest* dan *posttest* menggunakan SPSS 25. Didapatkan hasil analisis bahwa nilai $t = 10.034$ dan nilai signifikansi 0.00 . Hasil uji t dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak karena $t_{hitung} = 10.034 > t_{tabel} = 1.983$ dan $Asymp. Sig (2-tailed) < 0.05$. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan simulasi Mikrokontroler berbantuan arduino memiliki efektifitas yang signifikan terhadap peningkatan nilai hasil tes siswa antar sekolah.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Berdasarkan dari simpulan dan temuan dari penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Aplikasi simulasi mikrokontroler dapat digunakan sebagai alternatif penggunaan modular perangkat keras praktikum dikelas XI pada materi pemrograman mikrokontroler sebagai solusi demonstrasi hasil pemrograman mikrokontroler selama praktikum.

2. Modul materi pemrograman dasar arduino dapat digunakan sebagai sumber belajar penunjang aspek kognitif khususnya pemahaman konsep pada pemrograman mikrokontroler berbantuan arduino yang disertai jobsheet untuk mengasah keterampilan memprogram mikrokontroler lebih lanjut
3. Perangkat instruksional mikrokontroler berupa simulasi mikrokontroler beserta modul materi pemrograman dasar dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran secara mandiri oleh siswa dengan petunjuk dari guru.

C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

1. Aplikasi simulasi arduino beserta modul materi pendukungnya dapat diperbanyak baik secara *softfile* maupun *hardcopy* dengan memperhatikan spesifikasi yang sesuai pada hasil penelitian ini.
2. Pengembangan media mikrokontroler selanjutnya dapat dikembangkan untuk materi-materi yang belum terakomodasi pada simulasi arduino yang digunakan pada penelitian ini, yaitu: materi pemrograman mikrokontroler yang bersifat lanjut, seperti pemrograman i2c dan pemrograman sensor-sensor yang bersifat spesifik dalam bentuk simulasi animatif

DAFTAR PUSTAKA

- Arnaldo, P. (2016). Indonesia's PISA Results Show Need to Use Education Resources More Efficiently. Diakses dari <http://www.thejakartapost.com/academia/2016/12/18/indonesias-pisaresults-show-need-to-use-education-resources-more-efficiently.html> pada tanggal 8 April 2018 pukul 13.00.
- Ahmad, N., Boota, M. W., & Masoom, A.H. (2015). Comparative Analysis of Operating System of Different Smart Phones. *Journal of Software Engineering and Applications*, 8, 114-126. Retreved from <http://dx.doi.org/10.4236/jsea.2015.83012>.
- Akhtar, A. & Ali, R. (2008). Use of Media for Effective Instruction its Importance: Some Consideration. *Journal of Elementary Education A Publication of Deptt. of Elementary Education IER*, Vol. 18(1-2), 35-40. Retrieved from [http://pu.edu.pk/images/journal/JEE/PDF-Files/JEE-18\(1-2\)%20No_3.pdf](http://pu.edu.pk/images/journal/JEE/PDF-Files/JEE-18(1-2)%20No_3.pdf).
- Ally, M. (2009). *Mobile Learning Transforming the Delivery of Education and Training*. Canada: AU Press.
- Al-Said, K. M. (2015). Students' Perceptions of Edmodo and Mobile Learning and Their Real Barriers Towards Them. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, Vol. 14, 167-180. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1057371.pdf>.
- Arifin, Z. (2013). *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya Offset.
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arsyad, A. (2006). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Press.
- Bagal, N.S. & Kale, N. D. (2013). Android Open-Source Operating System for Mobile Devices. *IOSR Journal of Computer Engineering*, Vol.11, 25-29. Retrieved from www.iosrjournals.org/iosr-jce/papers/.../E01152529.pdf.
- Billet. S. (2011). *Vocational Education: Purpose, Traditions and Prospect*. New York: Spinger.
- BPS. (2017). *Keadaan Ketenagakerjaan Indonesia Agustus 2017*. Jakarta: BPS.
- Bruening, T.H., Scanlon, D.C., & Hodes, C. (2001). Characteristics of Teacher Educators in Career and Technical Education. *National Dissemination Center for Career and Technical Education the Ohio State University*, Vol.1, 1-46. Retrieved from www.nccte.com.

- Chinet, K., Joan, J.D., & Shalini, D. (2015). An Evolution of Android Operating System and Its Version. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 2, 30-33. Retrieved from https://www.ijeas.org/download_data/IJEAS0202022.pdf.
- Corbeile, R. J. (2011). *Are We Ready for Mobile Learning Now? 2007 Mobile Learning Predictions Revisited*. *Issues in Information Systems*, Vol. XII, 142-152. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED579190.pdf>.
- Darmawan, D. (2012). *Teknologi Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Davidson, C. N. & Goldberg, D. T. (2009). *The Future of Learning Institutions in a Digital Age*. United States of America: MIT Press.
- Diab, S., & Sartawi, B. (2017). Classification of Questions and Learning Outcome Statements (Los) Into Bloom's Taxonomy (Bt) by Similarity Measurements Towards Extracting of Learning Outcome from Learning Material. *International Journal of Managing Information Technology*, Vol.9, 1-12. DOI: 10.5121/ijmit.2017.9201
- Djoub, B. & Bari, M. (2016). An ISO 9126 Based Quality Model for the eLearning Systems. *International Journal of Information and Education Technology*, Vol. 6, 370–375.
- Dongre, N. & Agrawal, T. S. (2017). A Research on Android Technology With New Version Naugat (7.0,7.1). *IOSR Journal of Computer Engineering*, 19, 65-77. doi: 10.9790/0661-1902016577.
- Eichhorst, W., Planas, N. R., Schmidl, R., & Zimmermann, K.F. (2012). *A Roadmap to Vocational Education and Training Systems Around the World*. IZA Discussion Paper, No. 6890, 1-43. Retrieved from www.worldbank.org/wdr2013.
- Esra, A. A. (2008). *Reinterpreting Mobile Learning: an Activity Theoretic Analysis of the Use of Portable Devices in Higher Education*. Desertasi. University of London.
- Fahy, P. J. (2005). *Planning for Multimedia Learning*. Athabasca University: Canada.
- Fahmy, S., Haslinda, N., Roslina, W., and Fariha, Z. (2012). Evaluating the Quality of Software in e-Book Using the ISO 9126 Model. *International Journal of Control and Automation*, Vol. 5, 115-122.
- Fari'as, M & Sevilla, M.P. (2015). Effectiveness of Vocational High Schools in Students' Access to and Persistence in Postsecondary Vocational Education. *Res High Educ*, 56, 693–718. 8. doi: 10.1007/s11162-015-9370-2.

- Farkade, A.M. & Kaware, S.R. (2015). *The Android - A Widely Growing Mobile Operating System With its Mobile based Applications*. *International Journal of Computer Science and Mobile Applications*, Vol.3, 39-45. Retrieved from ijcsma.com/publications/january2015/V3I109.pdf.
- Firdaus Doni Saputra. (2017). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbantuan Android Materi Sistem Bahan Bakar SMK Kelas XI*. Tesis. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Georgiev, T., Georgieva, E, & Smrikarov, E. (2004). *M-Learning - a New Stage of E-Learning*. *International Conference on Computer Systems and Technologies*, IV, 28.1 – 28.5. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.126.5985&rep=rep1&type=pdf>.
- Gilski, P. & Stefanski, J. (2015). *Android OS: A Review*. *TEM Journal*, Vol.4, 116-120. Retrieved from www.temjournal.com/content/41/14/temjournal4114.pdf.
- Gough, S. (2009). *TVET as Sustainable Investment*. *Technical and Vocational Education and Training: Issues, Concerns and Prospects*. *Journal Vocational*, Vol.8, 107-116. doi: 10.1007/978-1-4020-8194-1.
- Gray, J.P., Dooris, M.J. Fernandez, T.V., Keith, B., Levine, J.H., Suskie, L.A., & Walvoord, B.E. (2007). *Student Learning Assessment: Options and Resources*. Philadelphia: Middle States Commiccion on Hgher Education.
- Guo, Z. & Lamb, S. (2010). *International Comparisons of China's Technical and Vocational Education and Training System*. New York: Springer.
- Hanafiah, N. & Suhana, C. (2012). *Konsep dan Strategi Pembelajaran*. Bandung: Refika Aditama.
- Harlen, W. (2000). *Teaching, Learning, & Assessing Science 3ed*. New Delhi: Paul Chapman Publishing.
- Hartel, R. W., & Foegeding, E. A. (2004). *Learning: Objectives, Competencies, or Outcomes?* *Journal of Food Science Education*, Vol.3, 69-70. Retrieved from <http://lccc.wy.edu/Documents/Academics/Online/learningObjectivesCompetenciesOutcomes.pdf>.
- Haryoko, S. (2009). *Efektivitas Pemanfaatan Media Audio-Visual sebagai Alternatif Optimalisasi Model Pembelajaran*. *Journal Edukasi @Elektro*, Vol.5, 1-10. Retrieved from <https://anzdoc.com/efektivitas-pemanfaatanmedia-audio-visual-sebagai-alternati.html>.
- Hasan, A.R. (2015). *Kemendikbud Umumkan Program E-sabak, Perangkat Tablet Pengganti Buku Pelajaran Siswa Indonesia*. Diakses dari <https://id.techinasia.com/kemendikbud-umumkan-program-esabak-perangkat>

tablet-pengganti-buku-pelajaran-siswa-indonesia pada tanggal 14 April 2018 pukul 15.00

Hasan, E. H. R. (2001). Instructional Design and Media Selection. Thesis. University of Twente.

Heinich, R. Molenda, M., Russell, J.D., & Smaldino, S.E.. (2002). Instructional Media and Technologies for Learning. Columbus: Merrill Prentice.

Henry, J.S. & James, F. (2015). Mobile Learning in the 21st Century Higher Education Classroom: Readiness Experiences and Challenges. Caribbean Curriculum, Vol. 23, 99–120. Retrieved from <http://www.uwispace.sta.uwi.edu/dspace/bitstream/handle/2139/42002/Mobile%20Learning%20in%20the%2021st%20Century%20Figaro-Henry%20and%20James.pdf?sequence=1>.

Hiemstra, R. (1994). Self-Directed Learning. Oxford: Pergamon Press.

Holla, S. & Katti, M.M. (2012). Android Based Mobile Application Development and Its Security. International Journal of Computer Trends and Technology, Vol.3, 486-490. Retrieved from <http://www.internationaljournals.org>.

Hulme, A.K dan Traxler, John. (2005). Mobile Learning, A Handbook for Educators and Trainers. USA: Routledge.

Husada. (2015). Mengapa mobile learning di Asia Tenggara berpotensi mengungguli negara-negara lain di dunia. Diakses dari <https://id.techinasia.com/potensi-mobile-learning-asia-tenggara> pada tanggal 10 Maret 2015 pukul 21.30.

Ichwan & Hakiky, F. (2011). Pengukuran Kinerja Goodreads Application Programming Interface (API) pada Aplikasi Mobile Android. Journal Informatika, Vol.2, 13 - 21. Retrieved from <http://www.internationaljournals.org/>.

Ivers, K.S. & Barron, A. E. (2002). Multimedia Projects in Education Designing, Producing, and Assessing. Westport: Libraries Unlimited.

Jung, H.W., Kim, S.G., & Chung, C.S. (2004). Measuring Software Product Quality: A Survey of ISO/IEC 9126. IEEE Software, Vol. 4, 88-92. Retrieved from www.computer.org/publications/dlib.

Kearsley, G., Lynch, W., & Wizer, D. (1995). The Effectiveness and Impact of Online Learning in Graduate Education. Educational Technology, Vol. 35, 37-42.

Kirthika, B., Prabhu, S., & Visalakshi, S. (2015). Android Operating System: A Review. International Journal of Trend in Research and Development, Vol.2, 260 – 264. Retrieved from <http://www.ijtrd.com/papers/IJTRD174.pdf>.

- Kitchenham, Andrew. (2011). *Models for Interdisciplinary Mobile Learning: Delivering Information to Students*. Amerika: IGI Global.
- Knill, O. (Februari 2007). Benefits and Risks of Media and Technology in the Classroom. Makalah disajikan dalam ICTCM Conferenced di Boston.
- Kominfo. (2016). Kepemilikan Ponsel Menurut Umur. Diakses dari <https://lokadata.beritagar.id/chart/preview/kepemilikan-ponsel-menurutrentang-umur-2016-1511347083> pada tanggal 23 Juni 2018 pukul 11.00.
- Kumar, S. (2013). E- and M-learning: A Comparative Study. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, Vol.4, 65-78. Retrieved from www.ijonte.org/FileUpload/ks63207/File/08.behera.pdf.
- Lee, W. W. & Owens, D. L. (2004). *Multimedia-based Instructional Design: Computer-based Training, Web-based Training, Distance Broadcast Training, Performance-based Solutions 2nd ed*. San Francisco: Pfeiffer.
- Lucas, B. (2014). Vocational Pedagogy: What It Is, Why It Matters and How to Put It into Practice. *Report of UNESCO-UNEVOC Virtual Conference*, 12-26 Mei 2014. Retrieved from www.unevoc.unesco.org.
- Macdonald, J. & Creanor, L. (2010). *Learning with Online and Mobile Technologies: A Student Survival Guide*. Burlington: Gower Publishing Company.
- Mariam, C. (2015). Pengembangan Mobile Learning Grammar Imbuhan Bahasa Indonesia untuk Mahasiswa Asing. *Tesis*. Universitas Atmajaya Yogyakarta.
- Martinis, Y. (2012). *Strategi Pembelajaran Berbasis Kompetensi*. Ciputat: Referensi.
- Messmann, G., Mulder, R. H.& Gruber, H. (2010). Relations Between Vocational Teachers' Characteristics of Professionalism and Their Innovative Work Behavior. *Empirical research in vocational education and training*, Vol.2, 21-40. Retrieved from www.pedocs.de.
- Morselli, D. (2015). *Enterprise Education in Vocational Education: A Comparative Study Between Italy and Australia*. US: Palgrave Macmillan
- Mortaki, S. (2012). The Contribution of Vocational Education and Training in the Preservation and Diffusion of Cultural Heritage in Greece: The Case of the Specialty "Guardian of Museums and Archaeological Sites". *International Journal of Humanities and Social Science*, Vol.2, 51-58. Retrieved from www.ijhssnet.com.
- Muhammad, I. P. D. N. (2016). *Strategi Pembelajaran Efektif Berbasis Mobile Learning pada Sekolah Dasar*. *Jurnal Iqra'*, Vol. 10, 1-14. Retrieved from <https://www.researchgate.net>.

- Narmatha, M. & Kumar, S. V. K. (2016). *Study on Android Operating System And Its Versions*. *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science*, Vol.2, 439-445. Retrieved from ijseas.com/volume2/v2i2/ijseas20160254.pdf.
- OECD. (2009). *Working Out Change Systemic Innovation in Vocational Education and Training*. Perancis: OECD Publishing.
- Ortega, M., Perez, M.A., & Rojas, T. (2003). *Construction of A Systemic Quality Model For Evaluating A Software Product*. *Software Quality Journal*, Vol. 1, 219-242. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/220636124>.
- Parulian, H. & Nurianna, T. (2008). *Kompetensi Plus: Teori, Desain, Kasus, dan Penerapan untuk HR serta Organisasi yang Dinamis*. Jakarta: Gramedia Pustaka Pelajar.
- Pilz, M. (2012). *The Future of Vocational Education and Training in a Changing World*. Heidelberg: Springer.
- Rath, K.A., & Royer, J.M. (2002). *The Nature and Effectiveness of Learning Disability Services for College Students*. *Educational Psychology*, Vol. 14, 353-381.
- Rodger, D. L. (2005). *The Effect of Instructional Media on Learner Motivation*. *International Journal of Instructional Media*, Vol. 32(4), 333-342. Retrieved from https://crystalbible.weebly.com/uploads/1/5/8/2/15829268/the_effect_of_instructional_media.pdf
- Ryu, H & Persons, D. (2009). *Innovative Mobile Learning: Techniques and Technologies*. New York: Information Science Reference.
- Sarini Djahimuddin. (2016). *Pengembangan Media Pembelajaran Pengukuran listrik Paket Keahlian Teknik Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik SMK N 1 Sedayu*. Tesis. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sarma, S., Bala, K., & Kaur, G. (2015). *A Study on Smartphone based Operating System*. *International Journal of Computer Applications*, Vol.121, 17-22. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/280569434>
- Steele, J., & To, N. (2010). *The Android developer's cookbook: building applications with the Android SDK*. US: Pearson Education.
- Sudaryono. (2012). *Dasar-dasar Evaluasi Pembelajaran*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sudjana, N. (2016). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Suki, N. M. (2007). *Mobile Phone Usage for M-Learning: Comparing Heavy and Light Mobile Phone Users*. *Campus-Wide Information Systems*, Vol. 24, 355-

365. Retrieved from <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/10650740710835779>
- Tran, L.T. & Le, T. T. T. (2017). *Teacher Professional Learning in International Education*. Switzerland: Palgrave Macmillan.
- Tribun. (2017). Inilah Jumlah Pengguna Internet Pakai Smartphone dan Aplikasi Mobile Terpopuler di Indonesia. Diakses dari <http://jogja.tribunnews.com/2017/04/01/inilah-jumlah-pengguna-internetpakai-smartphone-dan-aplikasi-mobile-terpopuler-di-indonesia> pada tanggal 3 Mei 2017 pukul 21.00
- Voicu, M. C. (2017). On Mobile Learning. *The 13th International Scientific Conference eLearning and Software for Education Bucharest*.
- Waryanto, N. H. 2008. Multimedia Interaktif dalam Pembelajaran. Jurnal tidak diterbitkan.
- Widodo dan Lusi Widayanti. (2013). Peningkatan Aktivitas Belajar dan Hasil Belajar Siswa dengan Metode Problem Based Learning pada Siswa Kelas VII A MTs Negeri Donomulyo Kulon Progo Tahun Pelajaran 2012/2013. *Jurnal Fisika Indonesia*, Vol. XVII, 32-35. Retrieved from pdmmipa.ugm.ac.id/ojs/index.php/jfi/article/view/831.
- Wierik, M. L.J., Beishuizenb, J. & Os, W. (2015). Career Guidance and Student Success in Dutch Higher Vocational Education. *Studies in Higher Education*, Vol. 40, 1947-1961. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/03075079.2014.914905>.
- Winterton, J. (2006). *Typology of Knowledge, Skills and Competences: Clarification of the Concept and Prototype*. Luxemburg: Official Publications of the European Communities.
- Wong, L. (2012). *Essential Study Skills*. Canada: Nelson Educational Ltd.
- Woodill, G. (2010). *The Mobile Learning Edge: Tools and Technologies for Developing Your Teams*. US: McGraw Hill Professio.
- Yuyus S. (2009). Pengembangan Media Pembelajaran bagi ABK. *Makalah disajikan dalam Diklat Profesi Guru PLB Wilayah X Jawa Barat di Bandung*.
- Zabaleta, E. (2012). *Media Based Learning: Lessons Learned and Open Ins*. Lablearning Piration: EU.
- Zeiss, B., Vega, D., Schieferdecker, I., Neurkirchen., & Grabowski, J. (2006). Applying the ISO 9126 Quality Model to Test Specifications. *Proceedings of CONQUEST in (ASQF e.V., ed.): Software Quality in Service Oriented Architectures*, 1-12.
- Zirkle, C. & Martin, L. (2012). *The Future of Vocational Education and Training in a Changing World*. New York: Springer

SILABUS MATA PELAJARAN

Bidang Keahlian	: Teknologi dan Rekayasa
Kompetensi Keahlian	: Teknik Mekatronika (4 Tahun)
Mata Pelajaran	: Teknik Pemrograman, Mikroprosesor dan Mikrokontroler
Durasi (Waktu)	: 144 JP
Kelas/Semester	: I s.d II / 1 s.d 2
KI-3 (Pengetahuan)	: Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi tentang pengetahuan faktual, konseptual, operasional lanjut, dan metakognitif secara multidisiplin sesuai dengan bidang dan lingkup kerja Teknik Mekatronika pada tingkat teknis, spesifik, detil, dan kompleks, berkenaan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam konteks pengembangan potensi diri sebagai bagian dari keluarga, sekolah, dunia kerja, warga masyarakat nasional, regional, dan internasional.
KI-4 (Keterampilan)	: Melaksanakan tugas spesifik dengan menggunakan alat, informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan serta memecahkan masalah sesuai dengan bidang kerja Teknik Elektronika. Menampilkan kinerja di bawah bimbingan dengan mutu dan kuantitas yang terukur sesuai dengan standar kompetensi kerja. Menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyaji secara efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, komunikatif, dan solutif dalam ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung. Menunjukkan keterampilan mempersepsi, kesiapan, meniru, membiasakan, gerak mahir, menjadikan gerak alami dalam ranah konkret terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Alokasi	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian
------------------	-----------	--------------	---------	-----------------------	-----------

	Pencapaian Kompetensi		Waktu (JP)		
1	2	3	4	5	6
<p>3.1 Mengaplikasikan software untuk memprogram Mikroprosesor dan mikrokontroler</p> <p>4.1 Melakukan pemrograman Mikroprosesor dan mikrokontroler</p>	<p>3.12.1 Mengidentifikasi software-software pemrograman untuk mikrokontroler AVR</p> <p>3.12.4 Menguraikan fungsi-fungsi/keyword pada bahasa C untuk pemrograman mikrokontroler (pengulangan, logika, operasi matematika, operasi bit)</p> <p>3.12.3 Menguraikan cara flash program mikrokontroler AVR</p> <p>3.12.5 Menguraikan cara flash program mikrokontroler AVR</p> <p>4.12.2 Melakukan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tabel perintah mikroprosesor 8085 • Jenis-jenis software pemrograman mikrokontroler • Pemrograman mikroprosesor • Bahasa C untuk pemrograman mikrokontroler 	16	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati untuk mengidentifikasi dan merumuskan masalah tentang lingkup software untuk memprogram Mikroprosesor dan mikrokontroler • Mengumpulkan data tentang lingkup software untuk memprogram Mikroprosesor dan mikrokontroler • Mengolah data tentang lingkup software untuk memprogram Mikroprosesor dan mikrokontroler • Mengomunikasikan tentang lingkup software untuk memprogram Mikroprosesor dan mikrokontroler 	<p>Pengetahuan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tes Tertulis <p>Keterampilan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penilaian Unjuk Kerja • Observasi

		<p>preprograman mikrokontroler AVR untuk aplikasi transfer data antar register, operasi aritmatika dan logika dengan baik</p>				
4.2	Menyalakan LED, Seven Segment dan LCD Matrik	<p>3.13.2 Menguraikan perintah-perintah akses input dan output pada mikrokontroler AVR</p> <p>3.13.3 Menerapkan perintah-perintah akses input dan output pada mikrokontroler AVR untuk kendali output</p> <p>4.13.1 Membuat program kendali nyala LED on/off berdasarkan input tombol</p> <p>4.13.2 Membuat</p>	<p>Pemrograman I/O dengan bahasa C untuk mikrokontroler AVR</p>	16	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati untuk mengidentifikasi dan merumuskan masalah tentang lingkup perintah untuk mengakses input dan output port digital Mengontrol input dan output port • Mengumpulkan data tentang lingkup perintah untuk mengakses input dan output port digital Mengontrol input dan output port • Mengolah data tentang lingkup perintah untuk mengakses input dan output port digital Mengontrol input dan 	<p>Pengetahuan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tes Tertulis <p>Keterampilan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penilaian Unjuk Kerja • Observasi

	<p>program kendali nyala LED dengan berbagai variasi berulang, berdasarkan kendali tombol pada mikrokontroler AVR</p> <p>4.13.3 Membuat program untuk menampilkan angka pada seven segment pada mikrokontroler AVR</p> <p>4.13.4 Membuat program counter 3 digit ditampilkan pada seven segment pada mikrokontroler AVR</p> <p>4.13.4 Membuat program untuk menampilkan karakter pada led matrix 8x8 pada mikrokontroler AVR</p>			<p>output port</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengomunikasikan tentang lingkup perintah untuk mengakses input dan output port digital Mengontrol input dan output port 	
--	--	--	--	---	--

		<p>4.13.5 Membuat program untuk menampilkan karakter pada led matrix 8x8 pada mikrokontroler AVR</p> <p>4.13.5 Membuat program untuk menampilkan karakter pada LCD 16x2 pada mikrokontroler AVR</p>				
3.2	Menerapkan Perintah untuk mengolah data analog	3.14.1 Menguraikan perbedaan sinyal analog dan digital	Pemrograman ADC dengan bahasa C untuk mikrokontroler AVR	8	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati untuk mengidentifikasi dan merumuskan masalah tentang lingkup Perintah untuk mengolah data analog • Mengumpulkan data tentang lingkup Perintah untuk mengolah data analog • Mengolah data tentang lingkup Perintah untuk mengolah data analog 	<p>Pengetahuan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tes Tertulis <p>Keterampilan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penilaian Unjuk Kerja • Observasi
4.3	Mengambil dan mengolah data analog dari sensor tegangan dan suhu.	<p>3.14.2 Menguraikan parameter-parameter pada ADC</p> <p>3.14.3 Menerapkan perintah pembacaan ADC single channel dan multi channel pada mikrokontroler AVR dengan benar</p>				

		<p>4.14.1 Membuat program untuk membaca data anlog pada mikrokontroler AVR dan disajikan dalam data mentah</p> <p>4.14.2 Membuat program pembacaan data analog untuk disajikan dalam besaran tertentu (Tegangan, Suhu, Tekanan)</p>			<ul style="list-style-type: none"> • Mengomunikasikan tentang lingkup Perintah untuk mengolah data analog 	
3.3	Mengevaluasi letak kesalahan pada program input output	3.16.1 Menganalisa letak kesalahan program berdasarkan ketidak sesuaian hasil/kesalahan algoritma pemrograman input output pada mikrokontroler AVR	Pemrograman I/O dengan bahasa C untuk mikrokontroler AVR	8	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati untuk mengidentifikasi dan merumuskan masalah tentang lingkup evaluasi letak kesalahan pada program input output • Mengumpulkan data tentang lingkup evaluasi letak kesalahan pada program input output • Mengolah data tentang lingkup evaluasi letak kesalahan pada 	<p>Pengetahuan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tes Tertulis <p>Keterampilan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penilaian Unjuk Kerja • Observasi
4.4	Memodifikasi letak kesalahan pada program input output	3.16.2 Menyimpulkan penyebab kesalahan program pada mikrokontroler AVR akibat ketidak	Pesan error kompilasi			

	<p>sesuaian hasil/kesalahan algoritma</p> <p>4.16.1 Melakukan pencarian kesalahan program berdasarkan ketidak sesuaian hasil/kesalahan algoritma pemrograman input output pada mikrokontroler AVR</p> <p>4.16.1 Melakukan modifikasi program berdasarkan ketidak sesuaian hasil/kesalahan algoritma pemrograman input output pada mikrokontroler AVR</p>			<p>program input output</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengomunikasikan tentang lingkup evaluasi letak kesalahan pada program input output 	
--	--	--	--	---	--

Kisi-Kisi Instrumen Black Box Testing

No.	Aspek	Dimensi	Indikator	No. Butir
1.	Keberfungsian	Portability	Pemasangan	1
			Adaptasi	2,3
		Functionality	Fungsi	4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39

Kisi-Kisi Instrumen Ahli

No.	Aspek	Dimensi	Indikator	No. Butir
1.	Kelayakan	Substansi Materi (SM)	Kedalaman	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14
			Kesesuaian	15,16,17,18,19,20
2.		Desain Pembelajaran (DP)	Judul	21
			KD	22,23
			Materi	24,25,26,27,28,29
			Referensi	30,31
3.	Keberfungsian	Functionality	Fungsi	32, 33,34,35
			Performa	36
4.		Portability	Pemasangan	37
			Adaptasi	38,39,40,41,42,43
5.		Usability	Pengoperasian	44,45,46
			Kegunaan	47
			Kemenarikan	48,49
6.		Layout	Keterbacaan	50,51
			Tata letak	52
			Pemilihan warna	53

			Pemilihan gambar animasi	54,55
			Tata letak panel	56

Kisi-Kisi Instrumen Siswa

No.	Aspek	Dimensi	Indikator	No.Butir
1.	Kelayakan	Substansi Materi (SM)	Kedalaman	1
			Kesesuaian	2
			Keterbacaan	3
2.		Desain Pembelajaran	KD	4
			Contoh Soal	5,6
			Latihan	7,8
3.	Keberfungsian	Functionality	Fungsi	9,10,11,12,13,14
4.		Portability	Pemasangan	15
			Adaptasi	16,17,18,19,20
5.		Usability	Pengoperasian	21,22
			Kegunaan	23,24
			Kemenarikan	25,26
6.		Layout	Keterbacaan Teks	27,28
			Tata letak	29
			Warna	30

Kisi-Kisi Instrumen Tes

No.	Aspek	Kompetensi Dasar	Materi Pokok	No.Butir
1.		3.10.7 Menjelaskan diagram block sistem mikrokontroler (I/O digital)	Arsitektur Mikrokontroler AVR	16, 17
2.		3.13.1 Menguraikan perintah-perintah akses input dan output pada mikrokontroler AVR	Pemrograman I/O dengan bahasa C untuk mikrokontroler AVR	1,2,3,4,5
3.		3.13.3 Menerapkan perintah-perintah akses input dan output pada mikrokontroler AVR untuk kendali output		7,12
4.		4.13.1 Membuat program kendali nyala LED on/off berdasarkan input tombol		8,9,10,13
5.		4.13.3 Membuat program untuk menampilkan angka pada seven segment pada mikrokontroler AVR		6
6.		4.13.5 Membuat program untuk menampilkan karakter pada LCD 16x2 pada mikrokontroler AVR		14,15
7.		3.14.2 Menguraikan parameter-parameter pada ADC		Pemrograman ADC dengan bahasa C untuk mikrokontroler AVR
8.		4.14.1 Membuat program untuk membaca data analog pada mikrokontroler AVR dan disajikan dalam data mentah	11,19	

Instrumen Black Box Testing

ANGKET

**PENGEMBANGAN PERANGKAT INSTRUKSIONAL
MIKROKONTROLER BERBANTUAN ARDUINO
DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN**



**PROGRAM MAGISTER PASCASARJANA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2018

PETUNJUK PENGISIAN ANGGKET

1. Dimohon Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap pengembangan perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulasi sesuai dengan kriteria yang telah termuat dalam instrumen penilaian.
2. Berilah tanda check (√) pada kolom yang telah tersedia dengan memilih alternatif jawaban. Terdapat empat alternatif jawaban yaitu sebagai berikut.
0 = Tidak Sesuai / Buruk
1 = Sesuai / Baik
3. Apabila Bapak/Ibu/Saudara menilai kurang sesuai atau terdapat beberapa hal yang perlu diperbaiki, dimohon untuk memberikan tanda sehingga dapat segera dilakukan revisi lebih lanjut lagi.
4. Bapak/Ibu/Saudara dimohon memberikan saran pada halaman yang telah disediakan.
5. Bapak/Ibu/Saudara dimohon memberikan (√) terhadap keberfungsian media pembelajaran mikrokontroler berbantuan arduino.
6. Atas bantuan Bapak/Ibu/Saudara, kami mengucapkan terima kasih.

I. Tabel Pernyataan

A. Portability

No.	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji	
			S	TS
1.	Menginstal simulator pada komputer laptop	Simulator dapat terinstal		
2.	Menginstal simulator pada OS Windows 7 ke atas	Aplikasi dapat terinstall pada OS Windows 7 ke atas		
3.	Tampilan simulator sesuai dengan resolusi layar komputer	Aplikasi dapat menyesuaikan dengan resolusi layar komputer		

B. Functionality

No.	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji	
			S	TS
4.	Menjalankan simulator pada komputer	Simulator tampil pada layar komputer		
5.	Memilih menu Baudrate	Membuka isi menu Example Program		
6.	Memilih menu ComPorts	Membuka isi menu ComPorts		
7.	Memilih menu Examples	Membuka isi menu Example Program		
8.	Memilih menu ScreenResolution	Membuka isi menu ScreenResolution		
9.	Memilih menu Serial Drivers	Membuka isi menu ScreenResolution Serial Drivers		
10.	Memilih panel output led	Membuka isi pin koneksi digital pin		
11.	Miemiilih panel output pwm	Membuka isi pin koneksi digital pin pwm slider bar		
12.	Memilih panel output sound generator	Membuka isi pin koneksi digital pin pwm sound		

		generator		
13.	Memilih panel output Buzzer	Membuka isi pin koneksi digital pin Buzzer		
14.	Memilih panel output Tone Melody	Membuka isi pin koneksi digital pin 8 tone melody		
15.	Memilih panel output LCD	Membuka isi pin koneksi digital pin D4 – D7		
16.	Memilih panel output 7 segment	Membuka isi pin koneksi pin digital D0-D7		
17.	Memilih panel output Motor Servo	Membuka isi pin koneksi pin digital 12 motor servo		
18.	Memilih panel input push button	Membuka isi pin koneksi pin digital 0 – 13 push button		
19.	Memilih panel input slider	Membuka isi pin koneksi pin analog A0 – A5		
20.	Memilih panel input noise	Membuka isi pin koneksi pin analog A0 – A5		
21.	Memilih example program basic	Membuka contoh program blink dan fade		
22.	Memilih example program digital	Membuka contoh program blink without delay, debounce, button, statechangedetection, tonekeyboard, tonemelody, tonemultipler, tonepitchfollower		
23.	Memilih example program analog	Membuka contoh program analog input, calibration, fading, smoothing		
24.	Memilih example program control	Membuka contoh program array		
25.	Memilih example program display	Membuka contoh program bargraph		
26.	Memilih example program liquid crystal	Membuka contoh program auto scroll, blinkcursor, cursor,		

		display, helloworld, scroll, setcursor, textdirection		
27.	Memilih example program servo	Membuka contoh program knob		
28.	Memilih example program parking	Membuka contoh program parking		
29.	Memilih example program sound switch	Membuka contoh program sound switch		
30.	Memilih example program square wave	Membuka contoh program square wave		
31.	Menjalan example blink pada pin d13	Panel led 13 berkedip (blink)		
32.	Menjalankan example button	Panel button pin 2 menyalakan pin led 13		
33.	Menjalan example program analog fading	Panel slide bar pin pwm 9 bergerak ke kanan full dan kembali		
34.	Menjalankan program example program sound generator	Panel sound generator pada pin pwm 9 memberikan bunyi		
35.	Menjalankan program example analog input	Panel input slide memberikan waktu tunda pada led pin 13 sesuai nilai slider.		
36.	Menjalankan program example buzzer	Panel slide output buzzer akan menghasilkan bunyi beep sesuai delay program buzzer		
37.	Menjalankan program example tone melody	Panel slide output melody terhubung dengan pin 8 dan menghasilkan nada sesuai nada didalam program		
38.	Menjalankan program example liquid crystal	Panel slide output lcd menampilkan karakter sesuai program lcd saat ditekan tombol connect		
39.	Menjalankan program example servo	Panel slide input analog slide terhubung dengan		

		pin analog A0 dan panel output servo terhubung dengan digital pin 12. Nilai derajat servo akan menyesuaikan dengan nilai slider A0.		
--	--	---	--	--

Instrumen Angket Ahli

ANGKET

**PENGEMBANGAN PERANGKAT INSTRUKSIONAL
MIKROKONTROLER BERBANTUAN ARDUINO
DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN**



IDENTITAS RESPONDEN

Nama (optional) :

Jabatan :

**PROGRAM MAGISTER PASCASARJANA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2018

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

1. Dimohon Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino dengan simulasi sesuai dengan kriteria yang telah termuat dalam instrumen penilaian.
2. Berilah tanda check (√) pada kolom yang telah tersedia dengan memilih alternatif jawaban. Terdapat empat alternatif jawaban yaitu sebagai berikut.
1 = Tidak Sesuai / Buruk
2 = Kurang Sesuai / Kurang Baik
3 = Cukup Sesuai / Cukup Baik
4 = Sesuai / Baik
3. Apabila Bapak/Ibu menilai kurang sesuai atau terdapat beberapa hal yang perlu diperbaiki, dimohon untuk memberikan tanda sehingga dapat segera dilakukan revisi lebih lanjut lagi.
4. Bapak/Ibu dimohon memberikan saran pada halaman yang telah disediakan.
5. Bapak/Ibu dimohon memberikan (√) terhadap hasil akhir penilaian penelitian terhadap pengembangan media pembelajaran mikrokontroler berbantuan arduino.
6. Atas bantuan Bapak/Ibu, kami mengucapkan terima kasih.

I. Tabel Pernyataan Kelayakan

A. Substansi Materi

No.	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
1.	Kecukupan penyampaian materi tentang sistem mikrokontroler				
2.	Kecukupan penyampaian materi tentang komponen i/o analog digital				
3.	Kecukupan penyampaian materi dalam mengidentifikasi sistem kontrol dengan mikrokontroler berbantuan arduino				
4.	Kecukupan penyampaian materi input data digital pada sistem mikrokontroler				
5.	Kecukupan penyampaian materi input data analog pada sistem mikrokontroler				
6.	Kecukupan penyampaian materi output data digital pada sistem mikrokontroler				
7.	Kecukupan penyampaian materi output data analog pada sistem mikrokontroler				
8.	Kecukupan penyampaian materi perangkat output led pada sistem mikrokontroler				
9.	Kecukupan penyampaian materi perangkat output buzzer pada sistem mikrokontroler				
10.	Kecukupan penyampaian materi perangkat output sound generator pada sistem mikrokontroler				
11.	Kecukupan penyampaian materi perangkat output buzzer tone melody pada sistem mikrokontroler				
12.	Kecukupan penyampaian materi perangkat output displai LCD pada sistem mikrokontroler				
13.	Kecukupan penyampaian materi perangkat output 7 segment pada sistem mikrokontroler				
14.	Kecukupan penyampaian materi output motor servo				
15.	Keseuaian materi dengan perkembangan teknologi				
16.	Kesesuaian pemilihan bahasa dengan perkembangan siswa				

17.	Kesesuaian tata cara penulisan kalimat dengan tata urutan kebahasaan				
18.	Kesesuaian tata cara penulisan dengan kaidah bahasa Indonesia				
19.	Kesesuaian penggunaan istilah				
20.	Kemudahan penggunaan istilah				

B. Desain Pembelajaran

No.	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
21.	Ketepatan penyampaian Kompetensi Inti atau Kompetensi Dasar				
22.	Kesesuaian Kompetensi Inti (KI) / Kompetensi Dasar (KD)				
23.	Kesesuaian materi dengan Kompetensi Inti (KI) / Kompetensi Dasar (KD)				
24.	Kesesuaian contoh soal dengan materi tentang output digital sistem mikrokontroler				
25.	Kesesuaian contoh soal dengan materi tentang input digital sistem mikrokontroler				
26.	Kesesuaian contoh soal dengan materi tentang input analog sistem mikrokontroler				
27.	Kesesuaian contoh soal dengan materi tentang output analog sistem mikrokontroler				
28.	Kesesuaian contoh soal dengan materi pemrograman mikrokontroler				
29.	Kesesuaian contoh soal dengan materi tentang pwm				
30.	Kesesuaian pencantuman daftar referensi atau sumber				
31.	Kesesuaian pencantuman gambar rangkaian sistem mikrokontroler				

C. *Funcionality*

No.	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
32.	Keberfungsian menu pada simulator				
33.	Keberfungsian fungsi upload program				
34.	Keberfungsian fungsi open port serial				
35.	Keberfungsian panel input pada simulator				
36.	Keberfungsian panel output pada simulator				
37.	Kemampuan simulator ketika dioperasikan bersamaan dengan aplikasi lain pada 1 os.				

D. *Portability*

No.	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
38.	Kemudahan instalasi simulator				
39.	Kesesuaian instalasi simulator pada lingkungan OS Windows				
40.	Kesesuaian tampilan simulator terhadap resolusi layar komputer				
41.	Kesesuaian simulator dengan versi Java terbaru				
42.	Kesesuaian simulator dengan IDE Arduino terbaru				
43.	Kesesuaian simulator dengan bahasa pemrograman arduino				

E. *Usability*

No.	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
44.	Kemudahan mengoperasikan panel-panel simulator				
45.	Kemudahan mengoperasikan fungsi upload program melalui simulator				
46.	Kemudahan dalam menutup/menonaktifkan simulator				
47.	Pengoperasian simulator dapat dilakukan secara offline				
48.	Penggunaan simulator ini sebagai sumber informasi tentang sistem mikrokontroler saat belajar di luar				

	sekolah atau saat berada dirumah				
49.	Antusias belajar sistem mikrokontroler tentang sistem mikrokontroler saat belajar di luar sekolah atau saat berada dirumah				

F. Layout

No.	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
50.	Pemilihan jenis huruf				
51.	Kesesuaian ukuran huruf				
52.	Kesesuaian tata letak				
53.	Pemilihan warna tulisan				
54.	Kesesuaian pemilihan gambar dengan materi sistem mikrokontroler				
55.	Kualitas gambar				
56.	Kesesuaian tata letak panel				

II. Kesimpulan

Menurut saya, pengembangan perangkat instruksional mikrokontroler berbantuan arduino simulator ini dinyatakan :

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

*Mohon memberi lingkaran ke dalam nomor sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

Komentar saran atau perbaikan :

Yogyakarta, 2018
Responden,

Instrumen Angket Siswa

ANGKET

**PENGEMBANGAN PERANGKAT INSTRUKSIONAL MIKROKONTROLER
BERBANTUAN ARDUINO
DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN**



IDENTITAS RESPONDEN

Nama (optional) : _____

**PROGRAM MAGISTER PASCASARJANA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2018

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

1. Dimohon Siswa/i untuk memberikan penilaian terhadap media pembelajaran mikrokontroler berbantuan arduino.yang telah dibuat sesuai dengan kriteria yang telah termuat dalam instrumen penilaian.
2. Berilah tanda check (√) pada kolom yang telah tersedia dengan memilih alternatif jawaban. Terdapat empat alternatif jawaban yaitu sebagai berikut.

1 = Tidak Sesuai / Buruk

2 = Kurang Sesuai / Kurang Baik

3 = Cukup Sesuai / Cukup Baik

4 = Sesuai / Baik
3. Apabila Siswa/i menilai kurang sesuai atau terdapat beberapa hal yang perlu diperbaiki, dimohon untuk memberikan tanda sehingga dapat segera dilakukanrevisi lebih lanjut lagi.
4. Siswa/i dimohon memberikan saran pada halaman yang telah disediakan.
5. Siswa/i dimohon memberikan (√) terhadap hasil akhir penilaian penelitian terhadap pengembangan media pembelajaran media pembelajaran mikrokontroler berbantuan arduino.
6. Atas bantuan Siswa/i, kami mengucapkan terima kasih.

I. Tabel Pernyataan

A. Subtansi Materi

No.	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
1.	Kejelasan penyampaian materi sistem mikrokontroler berbantuan arduino				
2.	Kesesuaian materi dengan perkembangan teknologi				
3.	Kemudahan pemahaman bahasa yang digunakan				

B. Desain Pembelajaran

No.	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
4.	Kesesuaian materi dengan materi yang diajarkan oleh guru pengampu.				
5.	Kemudahan pemahaman contoh project				
6.	Kemudahan pemahaman contoh soal				
7.	Kemudahan pemahaman konsep visualisasi input output				
8.	Kesesuaian latihan soal dengan materi				

C. Functionality

No.	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
9.	Keberfungsian menu pada simulator				
10.	Keberfungsian fungsi upload program				
11.	Keberfungsian fungsi open port serial				
12.	Keberfungsian panel input pada simulator				
13.	Keberfungsian panel output pada simulator				
14.	Keberfungsian simulator ketika dioperasikan bersamaan dengan aplikasi lain pada 1 os.				

D. Portability

No.	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
15.	Kemudahan instalasi simulator				
16.	Kesesuaian instalasi simulator pada lingkungan OS Windows				
17.	Kesesuaian tampilan simulator terhadap resolusi layar komputer				
18.	Kesesuaian simulator dengan versi Java terbaru				
19.	Kesesuaian simulator dengan IDE Arduino terbaru				
20.	Kesesuaian simulator dengan bahasa pemrograman arduino				

E. Usability

No.	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
21.	Kemudahan mengoperasikan panel-panel simulator				
22.	Kemudahan mengoperasikan fungsi upload program melalui simulator				
23.	Kemudahan dalam menutup/menonaktifkan simulator				
24.	Pengoperasian simulator dapat dilakukan secara offline				
25.	Penggunaan simulator ini sebagai sumber informasi tentang sistem mikrokontroler saat belajar di luar sekolah atau saat berada dirumah				
26.	Antusias belajar sistem mikrokontroler tentang sistem mikrokontroler saat belajar di luar sekolah atau saat berada dirumah				

F. Layout

No.	Pernyataan	Jawaban			
		1	2	3	4
27.	Pemilihan jenis huruf				
28.	Kesesuaian ukuran huruf				
29.	Kesesuaian tata letak				
30.	Pemilihan warna tulisan				

Komentar saran atau perbaikan :

Yogyakarta, 2018
Responden,

SOAL
SISTEM MIKROKONTROLER BERBANTUAN ARDUINO

Waktu Pengerjaan : 90 menit.

Berilah tanda silang (X) pada abjad jawaban yang paling benar pada lembar jawaban Anda!

1. Kondisi yang tepat saat disimulasikan program sampel blink led adalah ...
 - a. Berkedip dengan jeda 1 detik
 - b. Berkedip dengan jeda 2 detik
 - c. Berkedip dengan jeda 3 detik
 - d. Berkedip dengan jeda 4 detik
 - e. Berkedip dengan jeda 5 detik

2. Kondisi yang tepat saat disimulasikan program sampel buzzer adalah ...
 - a. Berbunyi beep dengan jeda 1 detik
 - b. Berbunyi beep dengan jeda 2 detik
 - c. Berbunyi beep dengan jeda 3 detik
 - d. Berbunyi beep dengan jeda 4 detik
 - e. Berbunyi beep dengan jeda 5 detik

3. Kondisi yang tepat saat disimulasikan panel sound generator adalah ...
 - a. Menghasilkan bunyi beep dengan jeda tertentu
 - b. Menyalakan led dengan jeda tertentu
 - c. Membunyikan bunyi sinyal frekuensi
 - d. Menyalakan buzzer terus menerus
 - e. Menggerakkan motor servo

4. Kondisi yang tepat saat disimulasikan panel buzzer tone melody adalah ...
 - a. Menggerakkan motor servo
 - b. Menyalakan buzzer terus menerus
 - c. Membunyikan nada berpola

- d. Menghasilkan bunyi beep dengan jeda tertentu
 - e. Menyalakan led dengan jeda tertentu
5. Kondisi yang tepat saat disimulasikan panel lcd adalah ...
- a. Menggerakkan motor servo
 - b. Menyalakan buzzer terus menerus
 - c. Membunyikan nada berpola
 - d. Menampilkan tampilan pada panel
 - e. Menyalakan led dengan jeda tertentu
6. Kondisi yang tepat saat disimulasikan panel 7 segment adalah ...
- a. Berwarna - warni
 - b. Panel bergerak nyala padam
 - c. Membunyikan nada berpola
 - d. Menghasilkan bunyi beep dengan jeda tertentu
 - e. Seluruh panel menyala
7. Kondisi yang tepat saat disimulasikan panel motor servo adalah ...
- a. Menyalakan sinyal generator
 - b. Memberikan tampilan sudut gerak
 - c. Membunyikan nada berpola
 - d. Menampilkan tulisan program
 - e. Menyalakan led dengan jeda tertentu
8. Kondisi yang tepat saat disimulasikan panel push button adalah ...
- a. Push button menyala berkedip
 - b. Menyalakan buzzer terus menerus
 - c. Membunyikan nada berpola
 - d. Menghasilkan bunyi beep dengan jeda tertentu
 - e. Led menyala sesuai nomor push button

9. Kondisi yang tepat saat program sampel blink led diganti pada pin 10 dan simulasikan adalah ...
- Push button menyala berkedip
 - Menyalakan buzzer terus menerus
 - Membunyikan nada berpola
 - Menghasilkan bunyi beep dengan jeda tertentu
 - Led menyala sesuai nomor push button
10. Kondisi yang tepat saat program debounce disimulasikan adalah ...
- Push button menyala berkedip
 - Menyalakan buzzer terus menerus
 - Led menyala mengikuti push button
 - Led tetap menyala saat push button dilepas
 - Led menyala sesuai nomor push button
11. Pada program analog input, kondisi yang tepat saat disimulasikan pada panel slider analog adalah ...
- Led berkedip
 - Buzer berbunyi
 - Membunyikan nada berpola
 - Indikator pin analog menampilkan nilai analog
 - Led menyala sesuai nomor push button
12. Kode program yang tepat untuk melengkapi kode program berikut agar led 9 menyala berkedip dengan jeda 1 detik adalah

```
void loop() {  
  DigitalWrite(led9, );  
  delay(1000);  
  DigitalWrite(led9, LOW);  
  delay(1000);  
}
```

- a. LOW
 - b. HIGH
 - c. Analog
 - d. Digital
 - e. HIGH-LOW
13. Kondisi manakah yang tepat untuk push button mampu sebagai saklar on off dengan jeda yang tepat
- a. Button
 - b. State
 - c. Debounce
 - d. StateChangeCondition
 - e. HIGH-LOW
14. Jumlah kolom yang digunakan pada panel lcd yang tepat adalah ..
- a. 0
 - b. 1
 - c. 2
 - d. 3
 - e. 4
15. Jumlah baris yang digunakan pada panel lcd yang tepat adalah
- a. 0
 - b. 1
 - c. 2

- d. 3
 - e. 4
16. Jumlah pin digital yang tepat pada papan mikrokontroler berbantuan arduino adalah ...
- a. 10
 - b. 11
 - c. 12
 - d. 13
 - e. 14
17. Jumlah pin analog yang tepat pada papan mikrokontroler berbantuan arduino adalah ...
- a. 4
 - b. 5
 - c. 6
 - d. 7
 - e. 8
18. Pin yang paling tepat untuk sinyal PWM adalah ...
- a. D0
 - b. D4
 - c. D8
 - d. D9
 - e. D12

19. Pin digital yang tepat untuk menyalakan panel tone melody adalah ...
- a. D5
 - b. D6
 - c. D7
 - d. D8
 - e. D9
20. Tipe pin yang tepat dalam mengisi konfigurasi slider analog write adalah ..
- a. D0
 - b. D1
 - c. D2
 - d. D3
 - e. D4

No	Penilaian	Substansi Materi																																							
		Item																																							
		1 s	2 s	3 s	4 s	5 s	6 s	7 s	8 s	9 s	10 s	11 s	12 s	13 s	14 s	15 s	16 s	17 s	18 s	19 s	20 s																				
1	Ahli 1	3	2	3	2	2	1	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3						
2	Ahli 2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3	3	2	3	2	3	2	3	2				
3	Ahli 3	4	3	3	2	2	1	3	2	4	3	3	2	4	3	4	3	2	1	4	3	3	2	4	3	4	3	3	2	4	3	3	2	4	3	4	3				
4	Ahli 4	3	2	4	3	3	2	4	3	3	2	4	3	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3	3	2	3	2	4	3	4	3	3	2	4	3	3	2	4	3		
5	Ahli 5	4	3	3	2	3	2	3	2	4	3	3	2	4	3	3	2	4	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3	4	3	3	2	4	3		
6	Ahli 6	3	2	3	2	2	1	4	3	3	2	3	2	3	2	4	3	3	2	3	2	3	2	4	3	3	2	4	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2		
7	Ahli 7	3	2	3	2	2	1	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	1	4	3	3	2	3	2	3	2	4	3	3	2	3	2	4	3	3	2	4	3		
8	Ahli 8	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3	3	2	4	3	3	2	4	3
	Σs	18	17	12	18	18	17	18	18	15	18	17	18	17	18	18	17	18	18	17	18	17	18	18	18	18	20	17	20	17	22										
	V	0.75	0.7083	0.5	0.75	0.75	0.7083	0.75	0.75	0.625	0.75	0.7083	0.75	0.7083	0.75	0.75	0.8333	0.7083	0.8333	0.7083	0.8333	0.7083	0.8333	0.7083	0.8333	0.7083	0.8333	0.7083	0.8333	0.7083	0.9167										

No.	Penilai	Desain Pembelajaran																					
		Item																					
		21	s	22	s	23	s	24	s	25	s	26	s	27	s	28	s	29	s	30	s	31	s
1	Ahli 1	4	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3
2	Ahli 2	4	3	4	3	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3	3	2	4	3	4	3	4	3
3	Ahli 3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3	4	3
4	Ahli 4	4	3	4	3	3	2	3	2	4	3	4	3	3	2	4	3	4	3	4	3	3	2
5	Ahli 5	4	3	4	3	4	3	3	2	4	3	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3	4	3
6	Ahli 6	3	2	4	3	3	2	3	2	4	3	3	2	4	3	3	2	3	2	4	3	4	3
7	Ahli 7	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3	3	2	4	3	3	2
8	Ahli 8	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3	3	2
Σs		21		21		18		17		19		17		18		18		18		23		21	
V		0.875		0.875		0.75		0.7083		0.7917		0.7083		0.75		0.75		0.75		0.9583		0.875	

Lampiran Uji Reliabilitas

Uji Reliabilitas Instrumen Ahli

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	8	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	8	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.891	56

Hasil uji reabilitas instrumen angket ahli sebesar 0.891 sehingga diatas 0.70 maka dapat dinyakan bahwa instrumen yang digunakan reliabel.

Uji Reliabilitas Instrumen Siswa

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	32	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	32	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.722	30

Hasil uji reliabilitas angket siswa sebesar 0.722 sehingga diatas 0.70, sehingga dapat dinyakan intrumen ini reliabel.

Data Hasil Penilaian Kelayakan																																		
No.	Responden	Substansi Materi																Desain Pembelajaran								Jumlah Skor								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	SM	DP
1	Ahli 1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60	33
2	Ahli 2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60	33
3	Ahli 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	63	33
4	Ahli 4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	61	35	
5	Ahli 5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	61	35	
6	Ahli 6	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	61	34		
7	Ahli 7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	62	34		
8	Ahli 8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60	33		
Jumlah																												48	27					
																												8	0					

Data Hasil Penilaian Keberfungsian																																			
No.	Responden	Functionality						Portability						Usability						Layout						Jumlah Skor									
		3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	F	P	U	L		
1	Ahli1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	18	18	18	21
2	Ahli2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	18	19	18	22	
3	Ahli3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	19	18	19	21	
4	Ahli4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	18	18	19	22	
5	Ahli5	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	18	19	18	21	
6	Ahli6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	18	18	18	22	
7	Ahli7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	18	18	18	21	
8	Ahli8	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	19	19	18	21	
Jumlah																												14	14	14	17				
																												6	7	6	1				

Data Kelayakan dan Keberfungsian oleh Siswa SMK Leonardo

RES P	SM			DP					F					P					U						L				JM L	Rerat a									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			29	30							
1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	90	3
2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	92	3.07			
3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	89	2.97				
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	87	2.9			
5	4	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	83	2.77			
6	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	2	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	87	2.9				
7	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	82	2.73			
8	3	3	3	3	2	3	3	4	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	95	3.17					
9	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	84	2.8				
10	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	2	3	3	3	3	3	94	3.13				
11	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	4	3	2	3	4	3	84	2.8				
12	3	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	4	3	2	2	3	2	3	2	80	2.67					
13	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	4	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	92	3.07				
14	2	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	2	3	4	4	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	92	3.07				
15	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	93	3.1						
16	4	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	2	4	3	3	4	3	3	2	3	2	4	91	3.03							
17	4	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	80	2.67					
18	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	81	2.7					
19	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	82	2.73				
20	2	3	4	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	79	2.63					
21	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	2	2	3	2	4	3	3	3	3	3	88	2.93					
22	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	82	2.73					
23	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	4	3	3	2	82	2.73							
24	3	3	2	2	3	3	2	4	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	83	2.77					
25	3	2	2	3	2	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	4	3	3	2	3	3	3	84	2.8						
26	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3	4	3	2	3	4	97	3.23							
27	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	80	2.67							
28	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	4	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	84	2.8							
29	2	3	2	2	2	3	2	4	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	78	2.6							
30	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	4	2	3	3	3	3	2	3	3	3	85	2.83							
31	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	2	3	3	86	2.87							
32	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	84	2.8							

Data Pretest SMK N 1 Bawang

Responden	Nomor Soal																				JMLH	NILAI	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	12	60	C
2	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	10	50	C
3	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	11	55	C
4	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	11	55	C
5	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	12	60	C
6	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	12	60	C
7	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	11	55	C
8	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	12	60	C
9	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	15	75	B
10	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	12	60	C
11	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	14	70	B
12	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	13	65	C
13	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	14	70	B
14	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	13	65	C
15	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	14	70	B
16	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	13	65	C
17	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	12	60	C
18	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	13	65	C
19	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	12	60	C
20	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	13	65	C
21	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	15	75	B
22	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	14	70	B
23	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	14	70	B
24	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	12	60	C
25	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	12	60	C
26	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	12	60	C
27	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	11	55	C
28	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	13	65	C

Data Pretest SMK Leonardo

Responden	Nomor Soal																				JMLH	NILAI	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	16	80	B
2	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	16	80	B
3	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	17	85	SB
4	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	15	75	B
5	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	15	75	B
6	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	16	80	B
7	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	15	75	B
8	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	17	85	SB
9	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	17	85	SB
10	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	15	75	B
11	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	16	80	B
12	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	16	80	B
13	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	17	85	SB
14	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	18	90	SB
15	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	15	75	B
16	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	18	90	SB
17	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	17	85	SB
18	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	14	70	B
19	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	13	65	C
20	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	13	65	C
21	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	85	SB
22	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	16	80	B
23	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	16	80	B
24	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	18	90	SB
25	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	17	85	SB
26	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	16	80	B
27	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	14	70	B
28	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	17	85	SB
29	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	17	85	SB
30	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	17	85	SB
31	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	14	70	B
32	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	13	65	C

Data Postest SMK N 1 Bawang

Responden	Nomor Soal																				JMLH	NILAI	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	14	70	B
2	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	12	60	C
3	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	14	70	B
4	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	14	70	B
5	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	14	70	B
6	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	13	65	C
7	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	13	65	C
8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	18	90	SB
9	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	17	85	SB
10	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	16	80	B
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	18	90	SB
12	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	18	90	SB
13	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	15	75	B
14	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	16	80	B
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19	95	SB
16	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	18	90	SB
17	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	95	SB
18	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	17	85	SB
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	18	90	SB
20	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	17	85	SB
21	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	17	85	SB
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	18	90	SB
23	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	17	85	SB
24	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	15	75	B
25	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	17	85	SB
26	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	15	75	B
27	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	15	75	B
28	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	15	75	B

Data Postest SMK Leonardo

Responden	Nomor Soal																				JMLH	NILAI	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	18	90	SB
2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	90	SB
3	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	18	90	SB
4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	17	85	SB
5	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	90	SB
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	95	SB
7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	18	90	SB
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	19	95	SB
9	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	95	SB
10	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18	90	SB
11	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18	90	SB
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	19	95	SB
13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	95	SB
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100	SB
15	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	18	90	SB
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	19	95	SB
17	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	18	90	SB
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100	SB
19	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	15	75	B
20	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	17	85	SB
21	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	95	SB
22	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	95	SB
23	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	17	85	SB
24	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	95	SB
25	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	95	SB
26	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	16	80	B
27	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	18	90	SB
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100	SB
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100	SB
30	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	18	90	SB
31	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	18	90	SB
32	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	15	75	B

				
	LABSHEET	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER		2018
	-	Revisi : 00	Tgl :	Hal 1 dari 5

A. Topik : Aplikasi Mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno untuk kendali output LED nyala padam (*blink*)

B. Kompetensi

Setelah praktikum peserta memahami pemrograman aplikasi mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno untuk kendali output LED nyala bergantian (Flip-Flop).

C. Sub Kompetensi

Setelah praktikum peserta menguasai sub kompetensi:

1. Memahami logika pemrograman output LED nyala padam (*blink*) pada mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno
2. Memahami cara pemrograman output LED nyala padam (*blink*) pada mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno
3. Memodifikasi program output LED nyala padam (*blink*) pada mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno

D. Teori Dasar

Mikrokontroler mempunyai sejumlah port yang bisa dipilih untuk difungsikan sebagai terminal pengendalian peralatan luar yang disebut port I/O. port I/O pada mikrokontroler ATmega328 Arduino Uno dapat difungsikan sebagai input maupun output dengan keluaran tinggi (high) ataupun rendah (low). Untuk mengatur fungsi input ataupun output, perlu dilakukan inisialisasi pada baris kode program **pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);**

```
// fungsi setup akan berjalan sekali
// saat tombol reset ditekan
void setup() {
  // inialisasi pin dan mode ouput
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}
```

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



LABSHEET

**PRAKTIK
PEMROGRAMAN
MIKROKONTROLER**

2018

-

Revisi : 00

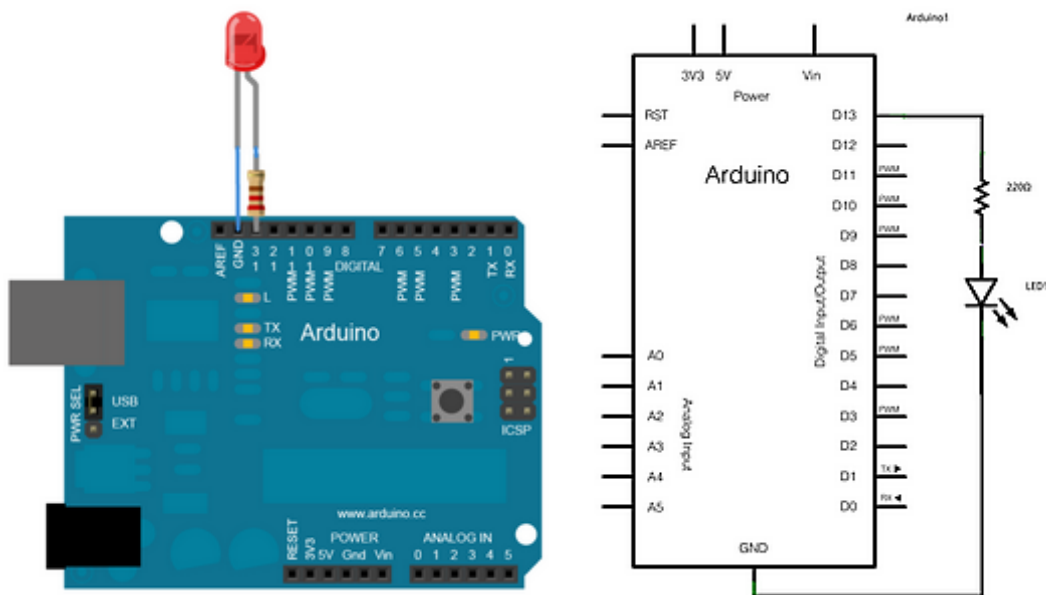
Tgl :

Hal 2 dari 5

```
// function loop akan dijalankan berulang-ulang
void loop() {
  // meengkondisikan led dalam kondisi HIGH
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
  // tunda selama 1000 ms
  delay(1000);
  // meengkondisikan led dalam kondisi LOW
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
  // tunda selama 1000 ms
  delay(1000);
}
```

Tabel 1. Inisialisasi Program LED nyala padam (*blink*)

Gambar Rangkaian



Gambar 1.1. Rangkaian aplikasi output LED

Rangkaian diatas digunakan untuk menyalakan led dengan program *blink* dengan tambahan resistor.

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------

				
	LABSHEET	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER		2018
	-	Revisi : 00	Tgl :	Hal 3 dari 5

E . Alat dan Bahan


1. Komputer dengan program Arduino IDE
2. Simulator Arduino Uno

F. Keselamatan Kerja

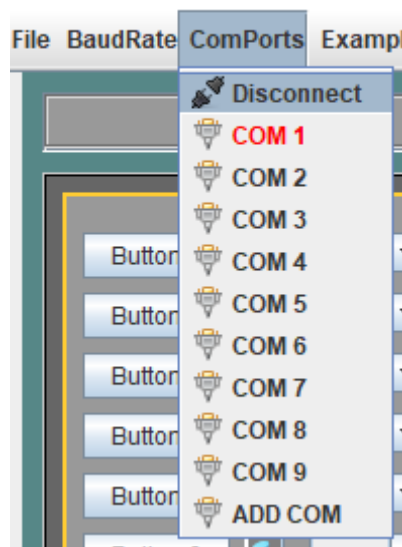
1. Penggunaan komputer dengan langkah-langkah yang benar baik pada saat menghidupkan menggunakan dan mematikan
2. Buat pengaturan simulator sesuai dengan rangkaian

G. Langkah Kerja

1. Hubungkan kabel USB dengan board Arduino Uno
2. Jalankan Simulator Arduino
3. Lakukan langkah-langkah konfigurasi simulator seperti berikut:

- a.  Arduino UNO Simulator V1.5

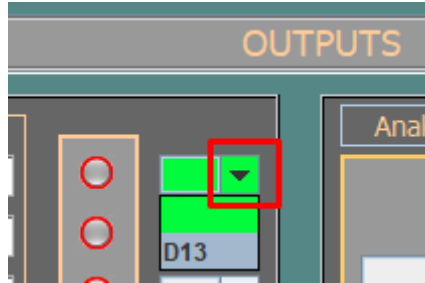
Set pengaturan ComPort sesuai dengan comports board Arduino Uno



Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------

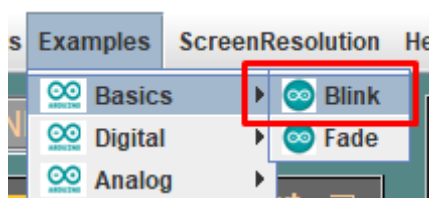
	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER			2018
	LABSHEET	Revisi : 00	Tgl :	Hal 4 dari 5
	-			

b.



Pada bagian OUTPUT, set tombol dengan konfigurasi pin D13

c.



Jalankan program 'Blink'

sehingga tampilan program secara keseluruhan untuk versi simulator sebagai berikut:

```

Blink $ SimulatorProgram.h
//*****
//*****
//*****

#include "SimulatorProgram.h"
int led = 13;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  inString.reserve(10);
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(5000);
  digitalWrite(led, LOW);
  delay(5000);
}

```

- Lakukan proses Upload dan cek pada menu OUTPUT SIMULATOR, hasil program akan ditunjukkan pada simulator dengan led yang menyala pada konfigurasi pin D13.

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------

	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER			2018
	LABSHEET	-	Revisi : 00	Tgl :
				Hal 5 dari 5



Led akan menyala dan padam bergantian sesuai dengan konfigurasi program.

H. Penjelasan Program

Perbedaan program simulator dengan program arduino uno secara langsung ditunjukkan pada gambar x.

```

void loop() {
  // Untuk simulator
  DigitalWrite(led, HIGH);
  // Untuk board Arduino Uno langsung
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
  delay(5000);
  DigitalWrite(led, LOW);
  delay(5000);
}

```

Baris kode program untuk menyalakan led dengan simulator menggunakan perintah *DigitalWrite (led, HIGH)*; dan untuk menyalakan led secara langsung di papan Arduino Uno menggunakan perintah *digitalWrite (LED_BUILTIN, HIGH)*;

I. TUGAS

1. Buatlah variasi program LED bergantian
2. Berikanlah kesimpulan anda dari kegiatan belajar contoh kasus program LED bergantian

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------

	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER			2018
	LABSHEET	Revisi : 00	Tgl :	Hal 1 dari 6
	-			

A. Topik : Aplikasi Mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno untuk kendali output button

B. Kompetensi

Setelah praktikum peserta memahami pemrograman aplikasi mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno untuk kendali tombol (*button*)

C. Sub Kompetensi

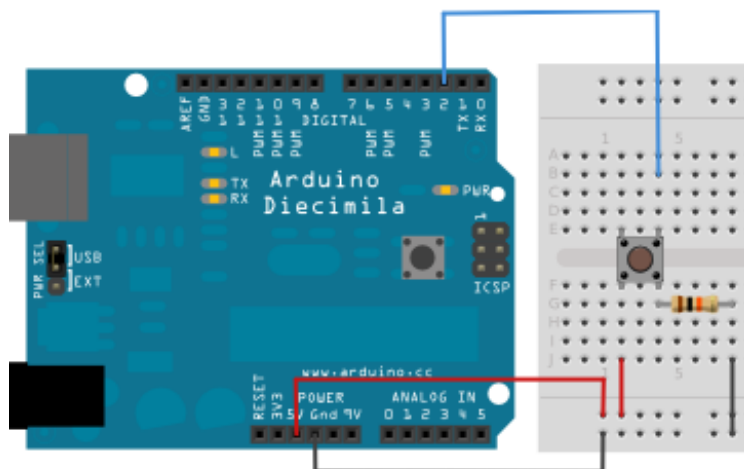
Setelah praktikum peserta menguasai sub kompetensi:

1. Memahami logika pemrograman output tombol pada mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno
2. Memahami cara pemrograman output tombol pada mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno
3. Memodifikasi program output tombol pada mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno

D. Teori Dasar

Mikrokontroler mempunyai sejumlah port yang bisa dipilih untuk difungsikan sebagai terminal pengendalian peralatan luar yang disebut port I/O. port I/O pada mikrokontroler ATmega328 Arduino Uno dapat difungsikan sebagai input maupun output dengan keluaran tinggi (high) ataupun rendah (low).

Gambar Rangkaian



Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



LABSHEET

**PRAKTIK
PEMROGRAMAN
MIKROKONTROLER**

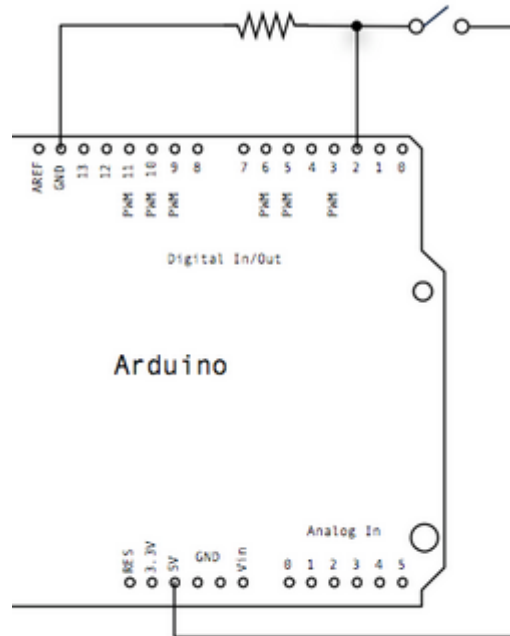
2018

-

Revisi : 00

Tgl :

Hal 2 dari 6



Gambar x. Rangkaian aplikasi output LED

Rangkaian diatas digunakan untuk menyalakan led dengan button sesuai program *button* dengan tambahan resistor.

E . Alat dan Bahan

1. Komputer dengan program Arduino IDE
2. Simulator Arduino Uno

F. Keselamatan Kerja

1. Pergunakan komputer dengan langkah-langkah yang benar baik pada saat menghidupkan menggunakan dan mematikan
2. Buat pengaturan simulator sesuai dengan rangkaian

G. Langkah Kerja

1. Hubungkan kabel USB dengan board Arduino Uno
2. Jalan Simulator Arduino

Dibuat oleh :

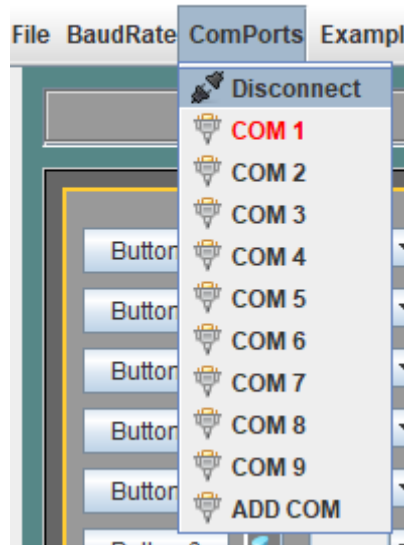
Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana
Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa
oleh :



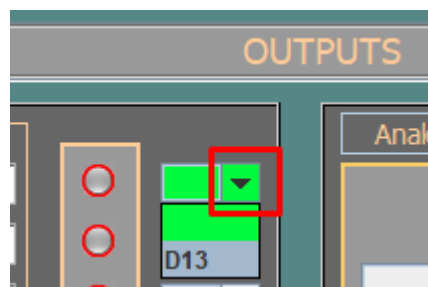
3. Lakukan langkah-langkah konfigurasi simulator seperti berikut:

a. Arduino UNO Simulator V1.5



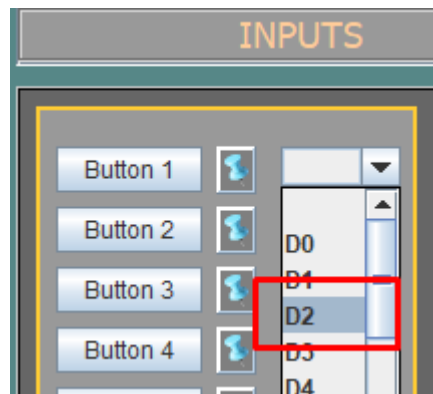
Set pengaturan ComPort sesuai dengan comport boar Arduino Uno

b.



Pada bagian OUTPUT, set tombol dengan konfigurasi pin D13

c.

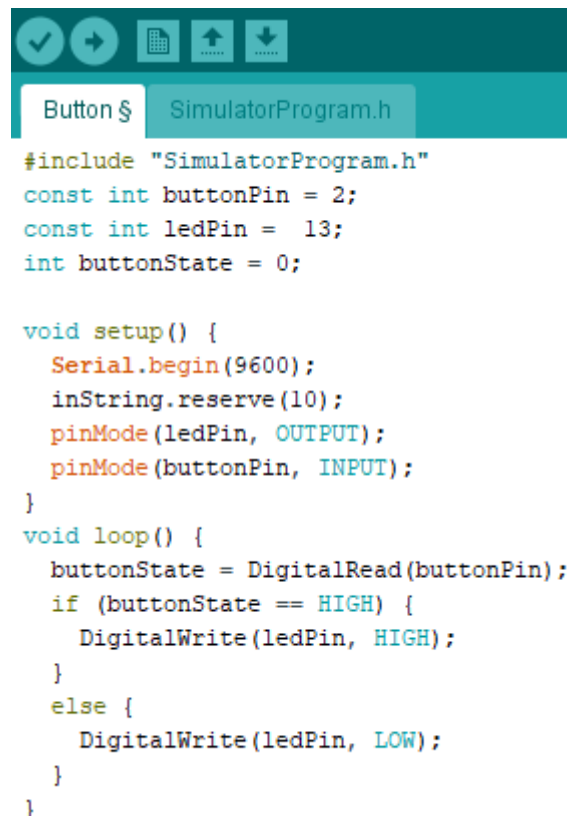


Pada bagian INPUT, pilih tombol Button 1 dan arahkan pada pilihan pin D2 (digital pin 2)

	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER		2018
	LABSHEET	-	Revisi : 00
	-	-	Tgl :



sehingga tampilan program secara keseluruhan untuk versi simulator sebagai berikut:



```

Button $ SimulatorProgram.h
#include "SimulatorProgram.h"
const int buttonPin = 2;
const int ledPin = 13;
int buttonState = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  inString.reserve(10);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin, INPUT);
}

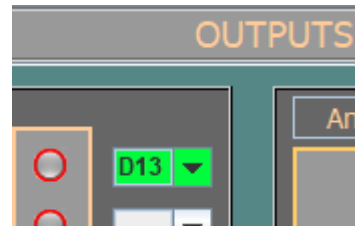
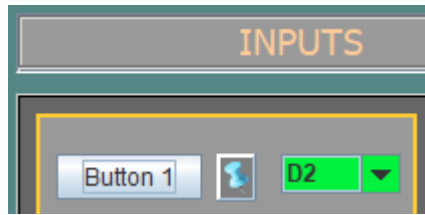
void loop() {
  buttonState = DigitalRead(buttonPin);
  if (buttonState == HIGH) {
    DigitalWrite(ledPin, HIGH);
  }
  else {
    DigitalWrite(ledPin, LOW);
  }
}

```

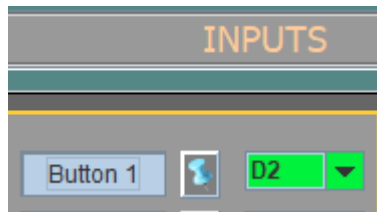
- Lakukan proses Upload dan cek pada menu OUTPUT SIMULATOR, hasil program akan ditunjukkan pada simulator dengan led yang menyala pada konfigurasi pin D13 saat tombol button ditekan

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------

	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER		2018
	LABSHEET	-	Revisi : 00
	-	Tgl :	Hal 5 dari 6



Kondisi saat tombol (Button 1) tidak dalam kondisi ditekan Outputs LedD13 belum menyala



Kondisi saat tombol (Button 1) dalam kondisi ditekan Outputs Led D13 menyala

H. Penjelasan Program

Perbedaan program simulator dengan program arduino uno secara langsung ditunjukkan pada gambar x.

```

// Menyertakan library Simulator
#include "SimulatorProgram.h"
// Inisialisasi tombol berada
// pada pin digital 2
const int buttonPin = 2;
// Inisialisasi led berada
// pada pin digital 13
const int ledPin = 13;
// Inisialisasi nilai kondisi tombol
int buttonState = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  inString.reserve(10);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin, INPUT);
}

```

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



LABSHEET

**PRAKTIK
PEMROGRAMAN
MIKROKONTROLER**

2018

-

Revisi : 00

Tgl :

Hal 6 dari 6

```
void loop() {  
  // Membaca logika pada buttonPin  
  // dan menyimpan hasilnya didalam  
  // variabel buttonState  
  buttonState = DigitalRead(buttonPin);  
  // Jika buttonState bernilai  
  // sama dengan logika HIGH(saat ditekan)  
  if (buttonState == HIGH) {  
    // maka digital LedPin (13),  
    // diset/write dalam kondisi 'HIGH'  
    DigitalWrite(ledPin, HIGH);  
  }  
  else { // selain kondisi sebelumnya, maka  
    // digital ledPin (13), diset/write dalam  
    // kondisi LOW  
    DigitalWrite(ledPin, LOW);  
  }  
}
```

Baris kode program untuk menyalakan led dengan tombol melalui simulator menggunakan perintah *DigitalWrite (ledPin, HIGH);* dan untuk menyalakan led secara langsung di papan Arduino Uno menggunakan perintah *digitalWrite (ledPin, HIGH);*

I. TUGAS

1. Buatlah variasi program kendali 2 led dengan tombol
2. Berikanlah kesimpulan anda dari kegiatan belajar contoh kasus program kendali led dengan tombol

Dibuat oleh :

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana
Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa
oleh :

				
	LABSHEET	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER		2018
	-	Revisi : 00	Tgl :	Hal 1 dari 6

A. Topik : Aplikasi Mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno untuk kendali output button

B. Kompetensi

Setelah praktikum peserta memahami pemrograman aplikasi mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno untuk kendali tombol (*button*)

C. Sub Kompetensi

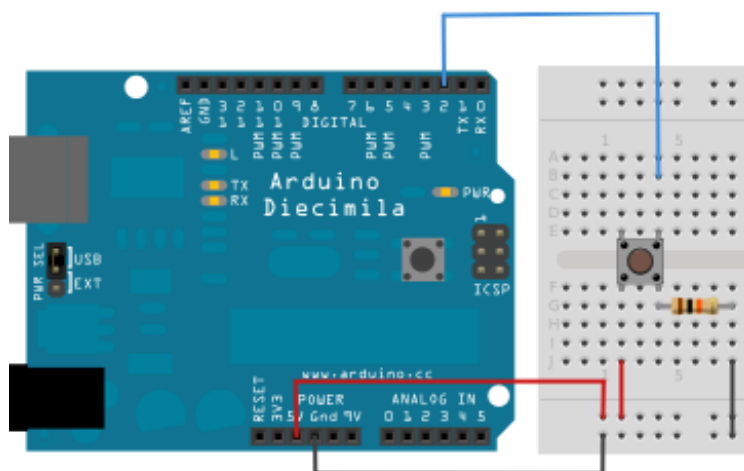
Setelah praktikum peserta menguasai sub kompetensi:

1. Memahami logika pemrograman output tombol pada mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno
2. Memahami cara pemrograman output tombol pada mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno
3. Memodifikasi program output tombol pada mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno

D. Teori Dasar

Mikrokontroler mempunyai sejumlah port yang bisa dipilih untuk difungsikan sebagai terminal pengendalian peralatan luar yang disebut port I/O. port I/O pada mikrokontroler ATmega328 Arduino Uno dapat difungsikan sebagai input maupun output dengan keluaran tinggi (high) ataupun rendah (low).

Gambar Rangkaian



Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



LABSHEET

**PRAKTIK
PEMROGRAMAN
MIKROKONTROLER**

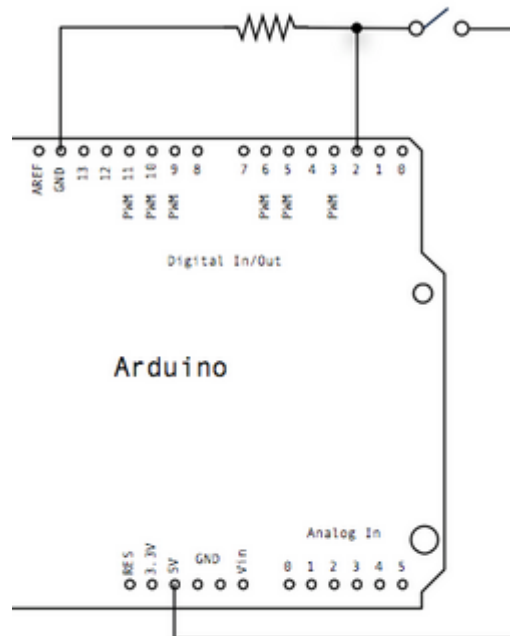
2018

-

Revisi : 00

Tgl :

Hal 2 dari 6



Gambar x. Rangkaian aplikasi output LED

Rangkaian diatas digunakan untuk menyalakan led dengan button sesuai program *button* dengan tambahan resistor.

E . Alat dan Bahan

1. Komputer dengan program Arduino IDE
2. Simulator Arduino Uno

F. Keselamatan Kerja

1. Pergunakan komputer dengan langkah-langkah yang benar baik pada saat menghidupkan menggunakan dan mematikan
2. Buat pengaturan simulator sesuai dengan rangkaian

G. Langkah Kerja

1. Hubungkan kabel USB dengan board Arduino Uno
2. Jalan Simulator Arduino

Dibuat oleh :

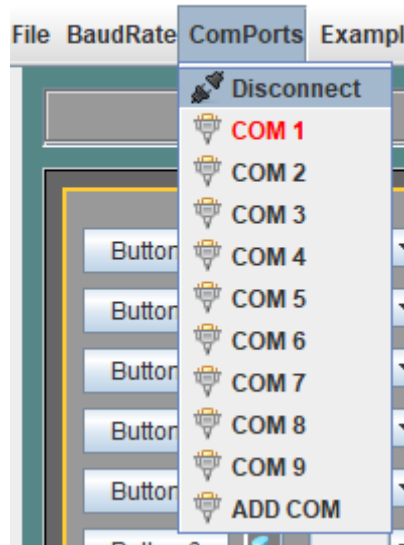
Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana
Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa
oleh :



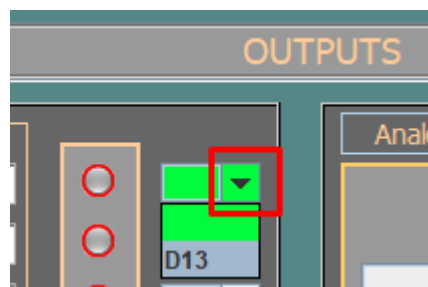
3. Lakukan langkah-langkah konfigurasi simulator seperti berikut:

a. Arduino UNO Simulator V1.5



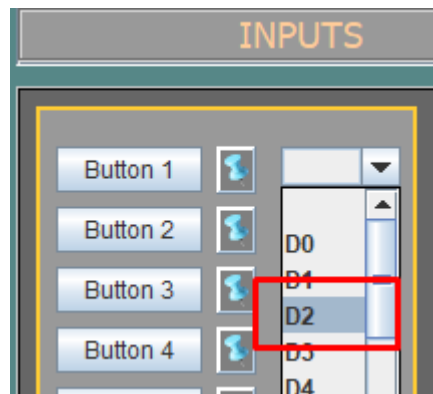
Set pengaturan ComPort sesuai dengan comport boar Arduino Uno

b.



Pada bagian OUTPUT, set tombol dengan konfigurasi pin D13

c.

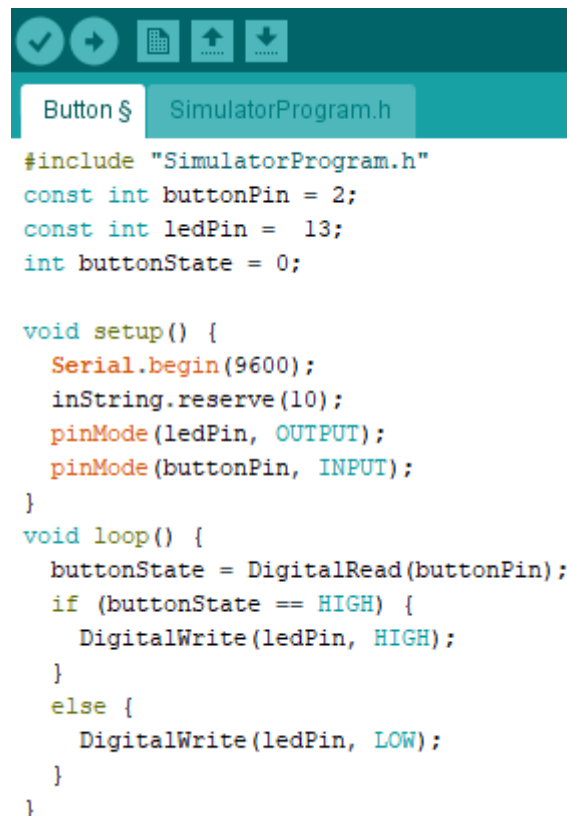


Pada bagian INPUT, pilih tombol Button 1 dan arahkan pada pilihan pin D2 (digital pin 2)

	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER		2018
	LABSHEET	Revisi : 00	Tgl :
	-		Hal 4 dari 6



sehingga tampilan program secara keseluruhan untuk versi simulator sebagai berikut:



```

Button § SimulatorProgram.h
#include "SimulatorProgram.h"
const int buttonPin = 2;
const int ledPin = 13;
int buttonState = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  inString.reserve(10);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin, INPUT);
}

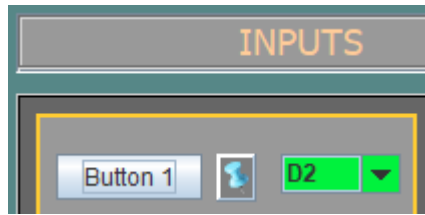
void loop() {
  buttonState = DigitalRead(buttonPin);
  if (buttonState == HIGH) {
    DigitalWrite(ledPin, HIGH);
  }
  else {
    DigitalWrite(ledPin, LOW);
  }
}

```

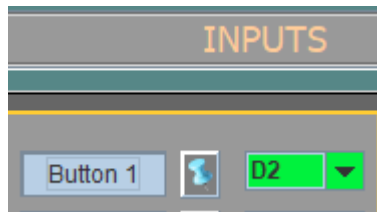
4. Lakukan proses Upload dan cek pada menu OUTPUT SIMULATOR, hasil program akan ditunjukkan pada simulator dengan led yang menyala pada konfigurasi pin D13 saat tombol button ditekan

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------

	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER		2018
	LABSHEET	-	Revisi : 00
	-	-	Tgl : Hal 5 dari 6



Kondisi saat tombol (Button 1) tidak dalam kondisi ditekan Outputs LedD13 belum menyala



Kondisi saat tombol (Button 1) dalam kondisi ditekan Outputs Led D13 menyala

H. Penjelasan Program

Perbedaan program simulator dengan program arduino uno secara langsung ditunjukkan pada gambar x.

```
// Menyertakan library Simulator
#include "SimulatorProgram.h"
// Inisialisasi tombol berada
// pada pin digital 2
const int buttonPin = 2;
// Inisialisasi led berada
// pada pin digital 13
const int ledPin = 13;
// Inisialisasi nilai kondisi tombol
int buttonState = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  inString.reserve(10);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin, INPUT);
}
```

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



LABSHEET

**PRAKTIK
PEMROGRAMAN
MIKROKONTROLER**

2018

-

Revisi : 00

Tgl :

Hal 6 dari 6

```
void loop() {  
  // Membaca logika pada buttonPin  
  // dan menyimpan hasilnya didalam  
  // variabel buttonState  
  buttonState = DigitalRead(buttonPin);  
  // Jika buttonState bernilai  
  // sama dengan logika HIGH(saas ditekan)  
  if (buttonState == HIGH) {  
    // maka digital LedPin (13),  
    // diset/write dalam kondisi 'HIGH'  
    DigitalWrite(ledPin, HIGH);  
  }  
  else { // selain kondisi sebelumnya, maka  
    // digital ledPin (13), diset/write dalam  
    // kondisi LOW  
    DigitalWrite(ledPin, LOW);  
  }  
}
```

Baris kode program untuk menyalakan led dengan tombol melalui simulator menggunakan perintah *DigitalWrite (ledPin, HIGH);* dan untuk menyalakan led secara langsung di papan Arduino Uno menggunakan perintah *digitalWrite (ledPin, HIGH);*

I. TUGAS

1. Buatlah variasi program kendali 2 led dengan tombol
2. Berikanlah kesimpulan anda dari kegiatan belajar contoh kasus program kendali led dengan tombol

Dibuat oleh :

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen
tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana
Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta

Diperiksa
oleh :

				
	LABSHEET	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER		2018
	-	Revisi : 00	Tgl :	Hal 1 dari 6

A. Topik : Aplikasi Mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno untuk penampil display LCD 16x2

B. Kompetensi

Setelah praktikum peserta memahami pemrograman aplikasi mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno untuk menampilkan data melalui penampil display lcd 16x2

C. Sub Kompetensi

Setelah praktikum peserta menguasai sub kompetensi:

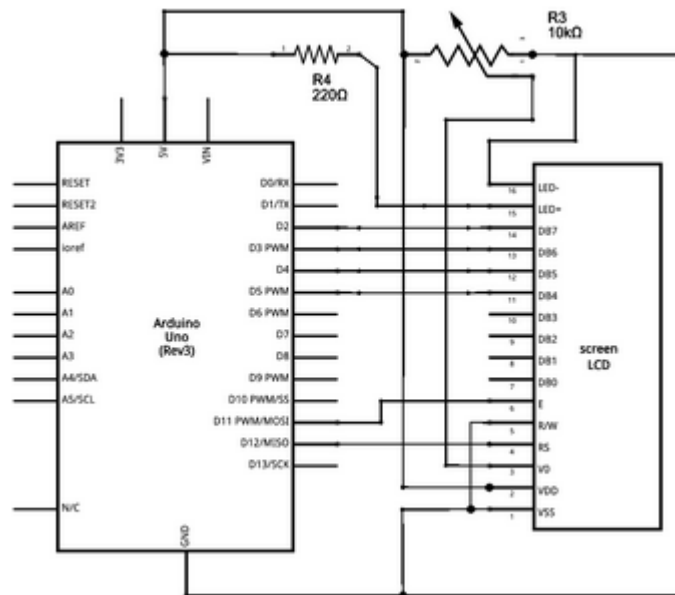
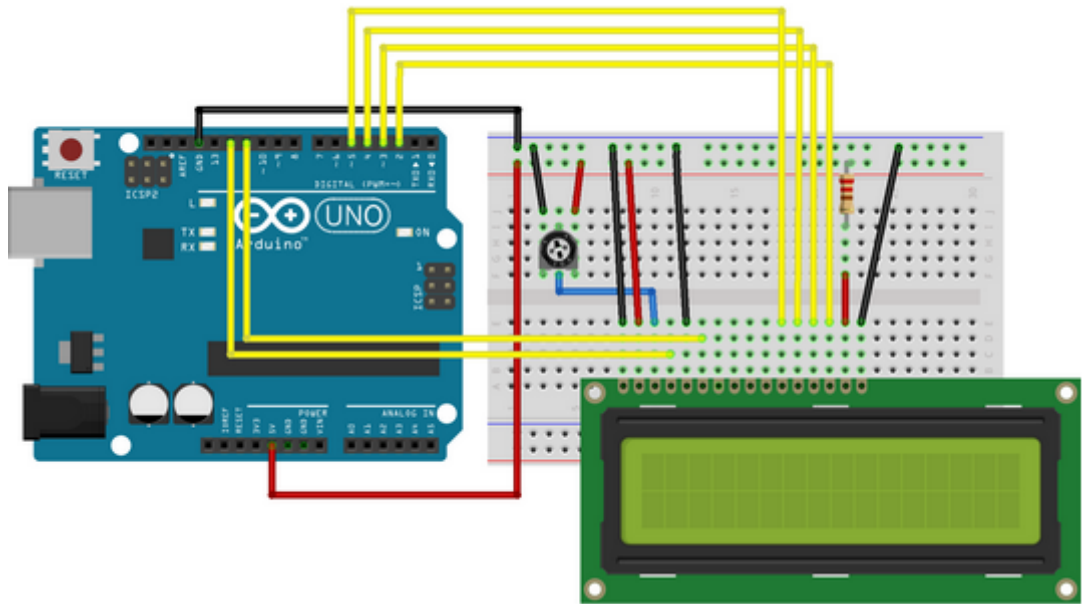
1. Memahami logika pemrograman penampil display lcd 16x2 pada mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno
2. Memahami cara pemrograman penampil display lcd 16x2 pada mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno
3. Memodifikasi program penampil display lcd 16x2 pada mikrokontroler AVR ATmega328 Arduino Uno

D. Teori Dasar

Mikrokontroler mempunyai sejumlah port yang bisa dipilih untuk difungsikan sebagai terminal pengendalian peralatan luar yang disebut port I/O. port I/O pada mikrokontroler ATmega328 Arduino Uno dapat difungsikan sebagai input maupun output dengan keluaran tinggi (high) ataupun rendah (low). Pengaturan inisialisasi penggunaan lcd pada papan Arduino Uno berada pada pin (12, 11, 5, 4, 3, 2);

Gambar Rangkaian

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



Gambar x. Rangkaian aplikasi penampil display

Rangkaian diatas digunakan untuk menggunakan penampil display lcd 16x2.

E . Alat dan Bahan

- 1. Komputer dengan program Arduino IDE

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------

	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER			2018
	LABSHEET	-	Revisi : 00	Tgl :
				Hal 3 dari 6

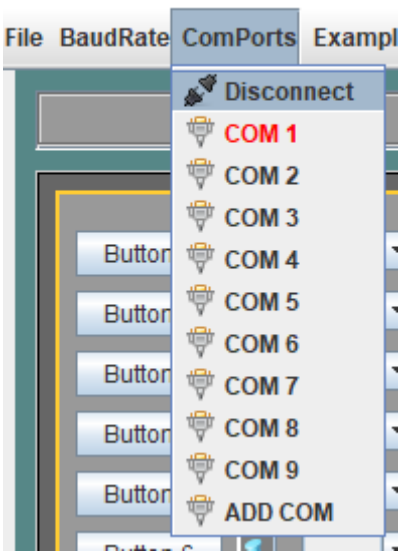
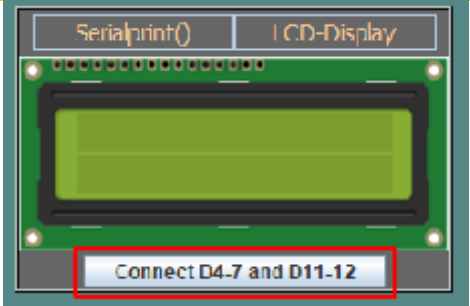
2. Simulator Arduino Uno

F. Keselamatan Kerja

1. Penggunaan komputer dengan langkah-langkah yang benar baik pada saat menghidupkan menggunakan dan mematikan
2. Buat pengaturan simulator sesuai dengan rangkaian

G. Langkah Kerja

1. Hubungkan kabel USB dengan board Arduino Uno
2. Jalankan Simulator Arduino
3. Lakukan langkah-langkah konfigurasi simulator seperti berikut:

<p>a.</p> 	<p>Set pengaturan ComPort sesuai dengan comport board Arduino Uno</p>
<p>b.</p> 	<p>Pada bagian OUTPUT, aktifkan tombol 'Connect D4-7 and D11-12'</p>

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------



LABSHEET

**PRAKTIK
PEMROGRAMAN
MIKROKONTROLER**

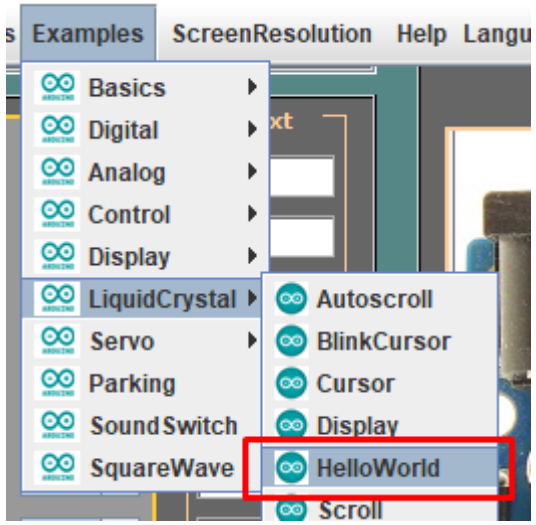
2018

-

Revisi : 00

Tgl :

Hal 4 dari 6

c.		Pada menu Example, jalankan program LiquidCrystal – HelloWorld, dan hubungkan Menu Koneksi
c.		Menu tampilan simulator LCD akan menampilkan data sesuai program

sehingga tampilan program secara keseluruhan untuk versi simulator sebagai berikut:

```
LCD_YSU_Penjelasan $ SimulatorProgram.h
#include "SimulatorProgram.h"
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  inString.reserve(10);
  lcd.begin(16, 2);
  lcdprint("hello, world!");
}

void loop() {
  lcdsetCursor(8, 1);
  lcdLprint(millis() / 1000);
}
```

4. Lakukan proses Upload dan cek pada menu OUTPUT LCD, hasil program akan menampilkan tulisan pada simulator lcd.

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------

				
	LABSHEET	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER		2018
	-	Revisi : 00	Tgl :	Hal 5 dari 6



Simulator lcd menampilkan data sesuai perintah lcdPrint

H. Penjelasan Program

Perbedaan program simulator dengan program arduino uno secara langsung ditunjukkan pada gambar x.

```
#include "SimulatorProgram.h"
// menyertakan library LCD
#include <LiquidCrystal.h>
// inisialisasi pin lcd
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  inString.reserve(10);
  // konfigurasi jumlah kolom
  // dan baris lcd
  lcd.begin(16, 2);
  // cetak tulisan 'hello, world!'
  lcdprint("hello, world!");
}

void loop() {
  // set the cursor to column 0, line 1
  // set cursor pada kolom 0 dan baris 1
  lcdsetCursor(8, 1);
  // cetak angka setelah reset
  lcdLprint(millis() / 1000);
}
```

Baris kode program untuk menampilkan data sesuai dengan perintah didalam program pada kolom simulator lcd 16x2 sesuai dengan konfigurasi pin.

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------

				
	LABSHEET	PRAKTIK PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER		2018
	-	Revisi : 00	Tgl :	Hal 6 dari 6

I. TUGAS

1. Buatlah variasi program menampilkan tulisan pada simulator lcd
2. Berikanlah kesimpulan anda dari kegiatan belajar contoh kasus penampil display pada simulator lcd.

Dibuat oleh :	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Program Magister Pascasarjana Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
---------------	--	------------------