

**TRAINER MIKROKONTROLER AT MEGA 40 PIN
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA DIKLAT
PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER DI SMK**

SKRIPSI

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



Oleh:

Taufik Adi Sanjaya

NIM. 06501241028

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
JUNI 2013**

PERSETUJUAN

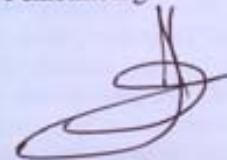
Jurnal skripsi yang berjudul "*Trainer Mikrokontroler AT Mega 40 Pin sebagai Media Pembelajaran Mata Diklat Pemrograman Mikrokontroler di SMK*".

Disusun oleh:
Taufik Adi Sanjaya
NIM. 06501241028

Ini telah disetujui oleh pembimbing sebagai syarat nilai Tugas Akhir Skripsi.

Yogyakarta, Juni 2013

Pembimbing



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

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul "*Trainer Mikrokontroler AT Mega 40 Pin sebagai Media Pembelajaran Mata Diklat Pemrograman Mikrokontroler di SMK*" ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 13 Juni 2013 dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Moh. Khairudin, Ph.D.	Ketua Penguji		18/06 - 2013
Hartoyo, M.Pd.,M.T.	Sekretaris Penguji		18/06 - 2013
Totok Heru Tri M, M.Pd.	Penguji		18/06 - 2013



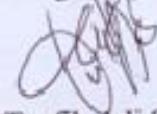
Dr. Much. Bruri Trivono
NIP. 19560216 198603 1 003

SURAT PERNYATAAN

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

Yogyakarta, Juni 2013

Yang menyatakan,



Taufik Adi Sanjaya
NIM.06501241028

MOTTO DAN PERSEMPAHAN

MOTTO

“Lets change Impossible to I’m Possible”

(taufik)

PERSEMPAHAN

Skripsi ini ku persembahkan kepada :

Ayah (Tak banyak kata untukmu ayah)

Ibu (Aku tak kan menyelesaikan skripsi jika tanpa doa darimu)

Segenap keluarga

Trainer Mikrokontroler AT Mega 40 Pin sebagai Media Pembelajaran Mata Diklat Pemrograman Mikrokontroler di SMK

Oleh : Taufik Adi Sanjaya
NIM. 06501241028

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan produk berupa media pembelajaran mata diklat pemrograman mikrokontroler berupa *trainer* AT Mega 40 Pin sebagai pendukung proses pembelajaran serta mengetahui unjuk kerja serta kelayakan media yang telah dibuat.

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development*. Objek penelitian adalah Modul Pemrograman dan *trainer* AT Mega 40 Pin. Proses pembuatan dan uji coba unjuk kerja *trainer* dilakukan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan selama enam bulan antara bulan Januari 2013 sampai dengan bulan Juni 2013. Tahap pengembangan produk meliputi 1).Analisis, 2).Desain, 3).Implementasi, 4).Pengujian, 5).Validasi, dan 6).Ujicoba pemakaian. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data meliputi 1). Pengujian dan pengamatan unjuk kerja *trainer* dalam mengeksekusi contoh *source code* yang disampaikan pada modul pendamping *trainer* 2). Angket penelitian. Adapun uji kelayakan media pembelajaran melibatkan dua ahli materi pembelajaran dan satu ahli media pembelajaran. Ujicoba pemakaian dilakukan oleh 2 orang guru pengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler di SMK Negeri 2 Depok dan SMK Piri Yogyakarta. Metode analisis data adalah dengan teknik analisis deskriptif kuantitatif yang diungkapkan dalam distribusi skor dan dipersentase terhadap kategori skala penilaian yang telah ditentukan.

Dari hasil penilaian ahli materi terhadap materi pembelajaran dalam bentuk Modul Pemrograman didasarkan pada (1) aspek kualitas materi dan (2) aspek kemanfaatan mendapat persentase kelayakan sebesar 78,04% dengan kategori sangat layak. Penilaian ahli media terhadap kualitas media pembelajaran dalam bentuk *trainer* ATMega 40 Pin didasarkan pada (1) aspek keefektifan desain tampilan, (2) aspek teknis dan (3) aspek kemanfaatan mendapat persentase kelayakan sebesar 77,08% dengan kategori sangat layak. Hasil penilaian uji coba produk yang dibagi menjadi dua aspek yaitu aspek materi dan media secara keseluruhan hasil penilaian oleh guru pengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler memperoleh persentase kelayakan sebesar 73,71% dengan kategori layak.

Kata kunci: AT Mega, AVR , Bascom AVR, Modul pemrograman, Trainer mikrokontroler.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan hanya kepada Allah SWT yang telah melimpahkan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **“Trainer Mikrokontroler AT Mega 40 Pin sebagai Media Pembelajaran Mata Diklat Pemrograman Mikrokontroler di SMK”**.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas bantuan dan bimbingan dalam pembuatan skripsi ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Dengan kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesarnya kepada :

1. Moh. Khairudin, MT, Ph.D. selaku Pembimbing Skripsi.
2. Dr. Edy Supriyadi, selaku Penasehat Akademik.
3. Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Bapak Ibu atas bimbingannya selama ini.
6. Kakak, adik atas dukungannya kepada penulis.
7. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir skripsi ini masih jauh dari sempurna karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis.

Yogyakarta, Juni 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I . PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	7
G. Spesifikasi Produk.....	7
BAB II . KAJIAN TEORI	9
A. Deskripsi Teoritis	9
1. Pembelajaran.....	9
2. Media Pembelajaran	11
3. Pengembangan Media Pembelajaran.....	19
4. <i>Trainer</i> Mikrokontroler AT Mega 40 Pin.....	24
B. Hasil Penelitian yang relevan	27
C. Kerangka Berpikir	29
D. Pertanyaan Penelitian	31
BAB III . METODE PENELITIAN	32
A. Metode Penelitian	32
1. Desain Penelitian	33
2. Obyek Penelitian.....	33
3. Tempat dan Waktu Penelitian	33
B. Perencanaan Desain <i>Trainer</i> Mikrokontroler AT Mega 40 Pin ..	33
1. Analisis Kebutuhan.....	34
2. Desain	37
3. Pembuatan <i>Trainer</i> Mikrokontroler AT Mega 40 Pin.....	42
4. Pengujian Kelayakan Media	43
C. Teknik Pengumpulan Data	44
1. Pengujian dan Pengamatan	44
2. Kuisioner (Angket)	45
D. Instrumen Penelitian	45
1. Instrumen Kelayakan Validasi Isi.....	46
2. Instrumen Kelayakan Validasi Konstrak	46

E. Teknik Analisis Data	47
BAB IV . HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	50
A. Hasil Penelitian	50
1. Desain <i>Trainer</i> Mikrokontroler AT Mega 40 Pin.....	50
2. Produk <i>Trainer</i> Mikrokontroler AT Mega 40 Pin	62
3. Pengujian <i>Trainer</i> Mikrokontroler AT Mega 40Pin.....	65
4. Pengujian Kelayakan (Validasi Isi dan Validasi Konstrak) <i>Trainer</i> Mikrokontroler AT Mega 40 Pin.....	72
B. Pembahasan	89
1. Bagaimana unjuk kerja <i>Trainer</i> Mikrokontroler AT Mega 40 Pin	90
2. Bagaimana tingkat kelayakan <i>Trainer</i> Mikrokontroler ATMega 40 Pin Sebagai Media Pembelajaran di SMK ?	90
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	92
A. Kesimpulan	92
B. Keterbatasan	93
C. Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN.....	97

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kerucut Pengalaman Edgar Dale	14
Gambar 2. (a)Bentuk fisik Mikrokontroler AT Mega 40 pin dan (b)Konfigurasi Pin	27
Gambar 3. Tahapan Penelitian Pengembangan.....	32
Gambar 4. Skematik Bagian Sistem Minimum Mikrokontroler.....	38
Gambar 5. Skematik Bagian <i>Input</i> dan <i>Output</i>	39
Gambar 6. Skematik Bagian Interupsi.....	39
Gambar 7. Skematik ADC dan LCD.....	40
Gambar 8. Skematik Bagian Komunikasi Serial.....	41
Gambar 9. Skematik Bagian <i>Real Time Clock</i>	41
Gambar 10. Desain Tata Letak bagian <i>Trainer</i>	42
Gambar 11. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler.....	55
Gambar 12. Rangkaian <i>Input</i> dan <i>Output</i>	56
Gambar 13. Rangkaian Interupsi.....	58
Gambar 14. Rangkaian LCD dan ADC.....	59
Gambar 15. Rangkaian Komunikasi Serial.....	60
Gambar 16. Rangkaian <i>Real Time Clock</i>	61
Gambar 17. Modul Pemrograman Mikrokontroler	63
Gambar 18. Layout PCB tampilan <i>Realworld</i> dengan menggunakan <i>software PCB Wizard</i>	64
Gambar 19. Trainer Mikrokontroller ATMega40 Pin	64
Gambar 20. Pengujian Bagian Tombol masukan (<i>Input</i>)	68
Gambar 21. Pengujian Bagian keluaran LED (<i>Ouput</i>).....	68
Gambar 22. Pengujian Bagian LCD.....	69
Gambar 23. Pengujian Bagian ADC.....	70
Gambar 24. Pengujian Bagian Komunikasi Serial ditampilkan pada <i>Hyperteminal</i>	70
Gambar 25. Pengujian Bagian RTC.....	71
Gambar 26. Grafik Persentase Kualitas Materi oleh Ahli Materi.....	77
Gambar 27. Grafik Persentase Kemanfaatan oleh Ahli Materi	77
Gambar 28. Grafik Persentase Kualitas Materi oleh guru	81
Gambar 29. Grafik Persentase Kemanfaatan oleh guru.....	81
Gambar 30. Grafik Persentase Keefektifan Desain Tampilan oleh Ahli Media	83
Gambar 31. Grafik Persentase Teknis oleh Ahli Media	84
Gambar 32. Grafik Persentase Kemanfaatan oleh Ahli Media.....	84
Gambar 33. Grafik Persentase Keefektifan Desain Tampilan oleh Guru	88
Gambar 34. Grafik Persentase Teknis oleh Guru.....	88
Gambar 35. Grafik Persentase Kemanfaatan oleh Guru.....	89

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi media menurut Anderson R.H.....	15
Tabel 2. Kriteria Evaluasi Media Menurut Walker D.F. dan Hess R.D.	17
Tabel 3. Kompetensi Dasar Mikrokontroler di SMK	34
Tabel 4. Kisi-Kisi Instrumen untuk Validator Ahli Materi Pembelajaran.....	46
Tabel 5. Kisi-Kisi Instrumen untuk Validator Ahli Media Pembelajaran.....	47
Tabel 6. Skala Penilaian Kelayakan Media Pembelajaran.....	49
Tabel 7. Spesifikasi Trainer Mikrokontroler ATMega 40 Pin.....	65
Tabel 8. Pengukuran Tegangan LM7805 dan LM7812.....	67
Tabel 9. Data Penilaian Uji Validasi Ahli Materi.....	74
Tabel 10. Hasil Perhitungan Uji Validasi Ahli Materi	76
Tabel 11. Data Penilaian Uji Validasi Materi oleh Guru.....	78
Tabel 12. Hasil Perhitungan Uji Validasi Materi Guru	80
Tabel 13. Data Penilaian Uji Validasi Ahli Media	82
Tabel 14. Hasil Perhitungan Uji Validasi Ahli Media	83
Tabel 15. Data Penilaian Uji Validasi oleh Guru.. ..	86
Tabel 16. Hasil Perhitungan Uji Validasi oleh Guru..... ..	87

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Pengantar Uji Validitas Instrumen Penelitian	98
Lampiran 2. Surat Pernyataan <i>Expert Judgement</i> Instrumen Penelitian.....	100
Lampiran 3. Angket Expert Judgement Ahli Materi dan Ahli Media.....	101
Lampiran 4. Angket Penggunaan Media Pembelajaran oleh Guru	111
Lampiran 5. Silabus Mata pelajaran kompetensi kejuruan Kompetensi Keahlian Teknik Otomasi Industri SMK Negeri 2 Depok.....	121
Lampiran 6. Silabus Mata pelajaran kompetensi kejuruan Kompetensi Keahlian Teknik Otomasi Industri SMK Piri.....	125
Lampiran 7. Rekapitulasi dan Olah Data Penelitian.....	129

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 70 Tahun 2013 (2013:2-3) menyatakan bahwa Kurikulum 2013 dirancang dengan karakteristik sebagai berikut.

1. mengembangkan keseimbangan antara pengembangan sikap spiritual dan sosial, rasa ingin tahu, kreativitas, kerja sama dengan kemampuan intelektual dan psikomotorik;
2. sekolah merupakan bagian dari masyarakat yang memberikan pengalaman belajar terencana dimana peserta didik menerapkan apa yang dipelajari di sekolah ke masyarakat dan memanfaatkan masyarakat sebagai sumber belajar;
3. mengembangkan sikap, pengetahuan, dan keterampilan serta menerapkannya dalam berbagai situasi di sekolah dan masyarakat;
4. memberi waktu yang cukup leluasa untuk mengembangkan berbagai sikap, pengetahuan, dan keterampilan;
5. kompetensi dinyatakan dalam bentuk kompetensi inti kelas yang dirinci lebih lanjut dalam kompetensi dasar Mata pelajaran;
6. kompetensi inti kelas menjadi unsur pengorganisasi (*organizing elements*) kompetensi dasar, dimana semua kompetensi dasar dan proses pembelajaran dikembangkan untuk mencapai kompetensi yang dinyatakan dalam kompetensi inti;
7. kompetensi dasar dikembangkan didasarkan pada prinsip akumulatif, saling memperkuat (*reinforced*) dan memperkaya (*enriched*) antar mata pelajaran dan jenjang pendidikan (organisasi horizontal dan vertikal).

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan tersebut salah satu indikator keberhasilan SMK adalah menghasilkan lulusan yang memiliki sikap, pengetahuan, dan keterampilan serta dapat menerapkannya dalam berbagai situasi di sekolah dan masyarakat. Salah satu upaya yang dapat dilakukan agar lulusan SMK memiliki pengetahuan dan keterampilan yang baik serta dapat menerapkannya dalam berbagai situasi di sekolah dan masyarakat, adalah penggunaan media pembelajaran yang dapat dipergunakan untuk

mempermudah pemahaman dalam kegiatan praktikum. Melalui penelitian ini, harapannya dapat terwujud sebuah media pembelajaran yang dapat memenuhi kebutuhan dalam proses belajar mengajar di SMK.

Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar, baik di kelas, laboratorium, maupun bengkel. Guru mengajar serta membimbing proses belajar agar peserta didik dapat belajar dan menguasai isi pelajaran sehingga mencapai suatu objektif yang ditentukan (aspek kognitif), mempengaruhi perubahan sikap (aspek afektif), serta keterampilan (aspek psikomotorik) seorang peserta didik.

E. Mulyasa (2003:101-102), menjelaskan bahwa kualitas pembelajaran dapat dilihat dari segi proses dan dari segi hasil. Keberhasilan pembelajaran dari segi proses dikatakan berhasil dan berkualitas apabila seluruhnya atau sebagian besar (75%) peserta didik terlibat secara aktif, baik fisik, mental maupun sosial dalam proses pembelajaran, di samping menunjukkan kegairahan belajar yang tinggi, semangat belajar yang besar, dan rasa percaya diri pada diri sendiri. Keberhasilan pembelajaran dari segi hasil proses pembelajaran dikatakan berhasil apabila terjadi perubahan perilaku yang positif dari peserta didik seluruhnya atau setidaknya sebagian besar (75%).

Lebih lanjut proses pembelajaran dikatakan berhasil dan berkualitas apabila masukkan merata menghasilkan *output* yang banyak dan bermutu tinggi, serta sesuai dengan kebutuhan, perkembangan masyarakat dan pembangunan. Berdasarkan hal tersebut di atas, upaya guru dalam mengembangkan keaktifan belajar peserta didik sangatlah penting, sebab

keaktifan belajar peserta didik menjadi penentu bagi keberhasilan pembelajaran yang dilaksanakan. Salah satu cara untuk pengembangan keberhasilan tersebut adalah dengan penggunaan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan proses pembelajaran.

Media adalah sebuah alat yang mempunyai fungsi untuk menyampaikan pesan. Istilah media dapat diartikan sebagai sesuatu yang menjadi perantara atau menyampai informasi dari pengirim pesan (guru) kepada penerima pesan (peserta didik). Azhar Arsyad (2011:3), menyatakan bahwa Kata *media* berasal dari bahasa Latin *medius* yang secara harfiah berarti tengah, perantara atau pengantar. Gerlach & Ely (1971) mengatakan bahwa media apabila dipahami secara garis besar adalah manusia, materi atau kejadian yang membangun kondisi yang membuat peserta didik mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap. Guru, buku teks, dan lingkungan sekolah merupakan media. Secara lebih khusus, pengertian media dalam proses belajar mengajar cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis, photographis, atau elektronis untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi *visual* atau *verbal*.

Penggunaan media dalam pembelajaran dapat membantu seorang peserta didik dalam memberikan pengalaman yang bermakna dan dapat mempermudah peserta didik dalam memahami sesuatu yang abstrak menjadi lebih konkret atau sesuatu yang pada awalnya sulit untuk difahami menjadi lebih mudah difahami. Media diperlukan dalam proses pembelajaran, sehingga diperlukan suatu usaha untuk pengembangan media. Pengembangan media perlu memperhatikan beberapa faktor yaitu; faktor kualitas isi dan tujuan, kualitas

media dan kualitas teknis. Apabila faktor tersebut telah terpenuhi, maka pengembangan media tersebut dapat dikatakan layak untuk dipergunakan. Pengembangan media tersebut dapat berupa foto, *trainer*, modul, benda nyata dan video. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *Trainer* mikrokontroler AT Mega 40 Pin untuk membantu proses pembelajaran pemrograman mikrokontroler di SMK.

Sebuah proses pembelajaran yang kurang efektif yang disebabkan oleh kurangnya media pembelajaran dapat menyebabkan kurangnya pengalaman seorang peserta didik dalam melaksanakan dan mencoba materi yang diperoleh dalam mata diklat yang bersifat praktikum secara langsung sehingga peserta didik kurang memahami pembelajaran tersebut. Pembelajaran yang bersifat mata diklat praktik di SMK, sebaiknya menggunakan metode pembelajaran dengan memperbanyak kegiatan praktikum dibandingkan dengan materi teoritis supaya peserta didik dapat mempratikkan dan mencoba secara langsung (*learning by doing*) untuk memahami dan menangkap materi pembelajaran. Peran seorang guru sebaiknya lebih berfokus dalam mengarahkan dan mengamati hal-hal yang dilakukan oleh peserta didik. Kegiatan belajar yang sifatnya *learning by doing* diharapkan lebih menyenangkan dan memudahkan peserta didik dalam menerima materi pembelajaran.

Media pembelajaran berupa *Trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai media pembelajaran di SMK yang dikembangkan oleh peneliti, diharapkan mampu meningkatkan kemampuan peserta didik dalam melakukan pemrograman mikrokontroler. Pengalaman praktik secara langsung

(*learning by doing*) diharapkan akan lebih memudahkan seorang peserta didik dalam memahami materi pemrograman mikrokontroler yang disampaikan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, ditemukan identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Guru di SMK dituntut untuk mampu memberikan lebih banyak memberikan materi praktik dibandingkan materi teoritis, supaya peserta didik mampu menguasai materi pembelajaran pemrograman mikrokontroler dengan baik.
2. Media pembelajaran disertai modul pendukung praktikum mikrokontroler diperlukan dalam proses pembelajaran di SMK.
3. Peserta didik membutuhkan media pembelajaran dan kesempatan yang lebih banyak dalam mempelajari materi pemrograman mikrokontroler, untuk itu diperlukan media pembelajaran yang dapat mendukung proses pembelajaran dengan pengalaman praktik secara langsung (*learning by doing*).

C. Batasan Masalah

Berdasarkan beberapa identifikasi masalah tersebut, tidak mungkin peneliti membahas semua hal yang disampaikan dalam identifikasi masalah, untuk itu peneliti membatasi pembahasan penelitian untuk mengetahui unjuk kerja dan tingkat kelayakan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai

media pembelajaran di SMK. Penilaian unjuk kerja *trainer* tersebut dilakukan dengan melakukan uji coba dan pengamatan terhadap eksekusi contoh-contoh program yang disampaikan pada modul pendamping *trainer*. Aspek untuk mengukur tingkat kelayakan *trainer* tersebut dilihat dari aspek kualitas materi, tampilan dan teknis pengoperasian serta kemanfaatannya dalam pembelajaran pemrograman mikrokontroler. Batasan masalah lain yang perlu disampaikan adalah bahwa Mikrokontroler AT Mega 8515 meskipun memiliki jumlah pin sebanyak 40 buah, mikrokontroler tersebut memiliki konfigurasi yang berbeda dengan AT Mega 40 Pin lainnya, sehingga materi pemrograman untuk Mikrokontroler AT Mega 8515 tidak dibahas pada *trainer* yang dikembangkan.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah di atas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana unjuk kerja *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai media pembelajaran di SMK ?
2. Bagaimana tingkat kelayakan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai media pembelajaran di SMK ?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini mengacu pada masalah yang telah disebutkan di atas yaitu untuk:

1. Mengetahui unjuk kerja *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai media pembelajaran di SMK.
2. Mengetahui tingkat kelayakan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai media pembelajaran di SMK.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahapeserta didik

Dapat menambah wawasan dan pengalaman dalam menerapkan ilmu pengetahuan yang diperoleh di bangku kuliah pada lingkungan pendidikan.

2. Bagi peserta didik di SMK

Dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar bagi peserta didik sehingga dapat memudahkan dalam memahami dan memperdalam proses pemrograman mikrokontroler dalam hal ini dengan menggunakan *Bascom AVR* sebagai *compiler*.

3. Bagi Sekolah

Dapat dikembangkan sebagai media pembelajaran yang dapat menunjang kegiatan belajar pada mata pelajaran yang berhubungan dengan mata diklat pemrograman mikrokontroler.

G. Spesifikasi Produk

Penelitian ini, sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, bertujuan untuk menghasilkan sebuah produk media pembelajaran berupa modul pemrograman

serta *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin. Produk yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan memiliki spesifikasi sebagai berikut.

1. Modul pemrograman berupa *hardcopy* yang berisi materi pemrograman mikrokontroler yang bersesuaian dengan *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin yang dirancang.
2. *Hardware trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin dengan spesifikasi tegangan kerja *trainer* 12 Volt, *input* berupa *pushbutton* dan *output* berupa LED, *buzzer* dan *relay*, interupsi eksternal, *Analog to Digital Converter* (ADC) berupa pembacaan sensor suhu, sensor cahaya dan variabel resistor, pengaksesan *Liquid Crystal Display* (LCD), komunikasi serial asinkron pada level RS232 antara mikrokontroler dengan komputer yaitu dengan *hyperteminal* dan Delphi 7 serta materi pembahasan *Real Time Clock* (RTC).

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Pembelajaran

UU No. 20 tentang Sistem Pendidikan Nasional Depdiknas 2003 menyatakan bahwa pembelajaran diartikan sebagai proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran adalah suatu usaha yang sengaja melibatkan dan menggunakan pengetahuan profesional yang dimiliki guru untuk mencapai tujuan kurikulum. Pembelajaran merupakan suatu aktivitas yang dengan sengaja untuk memodifikasi berbagai kondisi yang diarahkan untuk tercapainya suatu tujuan yaitu tercapainya tujuan kurikulum.

Slameto (2010:2) menyatakan bahwa belajar adalah proses usaha seseorang untuk memperoleh perubahan tingkah laku secara keseluruhan, sebagai hasil pengalamannya sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya. Tidak jauh berbeda dengan pengertian sebelumnya, belajar adalah setiap perubahan yang relatif menetap dalam tingkah laku yang terjadi sebagai suatu hasil dari latihan atau pengalaman.

Arif S. Sadiman (2010:2) menyatakan bahwa salah satu pertanda bahwa seseorang telah belajar adalah adanya perubahan tingkah laku dalam dirinya baik menyangkut perubahan yang bersifat pengetahuan (kognitif), keterampilan (psikomotorik) maupun nilai dan sikap (afektif). Perubahan tingkah laku yang timbul akibat proses kematangan, keadaan gila, mabuk, lelah dan jemu tidak dapat dipandang sebagai proses belajar. Sedangkan Nana S. Sukmadinata

(2005:156) menyatakan perubahan tersebut dapat berkenaan dengan penguasaan dan penambahan pengetahuan, kecakapan, sikap, nilai, motivasi, kebiasaan, minat, apresiasi dan sebagainya.

Pembelajaran merupakan kegiatan melaksanakan kurikulum suatu lembaga pendidikan, agar dapat mempengaruhi peserta didik mencapai tujuan pendidikan yang pada dasarnya mengantarkan para peserta didik menuju pada perubahan-perubahan tingkah laku baik intelektual, moral maupun sosial agar dapat hidup mandiri sebagai individu dan makhluk sosial. Pencapaian tujuan pendidikan tersebut, mengharuskan peserta didik berinteraksi dengan lingkungan belajar mencakup tujuan pembelajaran, bahan ajar, metodologi pembelajaran dan penilaian pembelajaran yang diatur guru melalui pembelajaran.

Tujuan pembelajaran adalah rumusan kemampuan yang diharapkan dimiliki peserta didik setelah belajar. Bahan ajar adalah seperangkat materi keilmuan yang terdiri atas fakta, konsep, prinsip, generalisasi suatu ilmu pengetahuan yang bersumber dari kurikulum dan dapat menunjang tercapainya tujuan pembelajaran. Metodologi pembelajaran merupakan metode dan teknik yang digunakan guru dalam melakukan interaksinya dengan peserta didik agar bahan ajar sampai kepada peserta didik sehingga peserta didik menguasai tujuan pembelajaran. Dua aspek menonjol pada metodologi ini yaitu metode mengajar dan media pembelajaran. Penilaian adalah alat untuk mengukur atau menentukan taraf tercapai tidaknya tujuan pembelajaran (Sudjana N. dan Rivai A. 1990:1).

Uraian tersebut menuju pada suatu kesimpulan bahwa pembelajaran adalah kegiatan dengan sengaja untuk memperoleh perubahan mencakup aspek kognitif, psikomotorik dan afektif sebagai hasil pengalaman dan interaksi dengan lingkungan antara guru dan peserta didik sesuai kurikulum lembaga pendidikan, dengan metode mengajar dan media pembelajaran tertentu menggunakan bahan ajar yang sesuai agar tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dapat tercapai.

2. Media Pembelajaran

Azhar Arsyad (2011:3) menyatakan bahwa media berasal dari bahasa latin *medius* yang secara harfiah berarti tengah, perantara atau pengantar. Media dalam bahasa Arab berarti perantara atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan. Media adalah komponen sumber belajar atau wahana fisik yang mengandung materi instruksional di lingkungan peserta didik yang dapat merangsang peserta didik untuk belajar. Azhar Arsyad (2011:5) juga menyatakan bahwa istilah media bahkan sering dikaitkan atau dipergantikan dengan kata teknologi yang berasal dari kata latin *tekne* (Bahasa Inggris *art*) dan *logos* yang dalam bahasa Indonesia berarti ilmu.

Kata media berasal dari bahasa latin dan merupakan bentuk jamak dari *Medium* yang berarti Perantara atau Pengantar. Arif S. Sadiman (2010:11) menyatakan bahwa proses belajar mengajar pada hakikatnya adalah proses komunikasi, yaitu proses penyampaian pesan dari sumber pesan melalui media tertentu ke penerima pesan.

Sudjana N. dan Rivai A. (1990:1) menyatakan bahwa pengertian media pendidikan, yaitu metode dan teknik yang digunakan dalam rangka lebih mengefektifkan komunikasi dan interaksi antara guru dan peserta didik dalam proses pendidikan dan pengajaran di sekolah. Kedudukan media sebagai alat bantu mengajar sebagai salah satu lingkungan belajar yang diatur oleh guru.

Gerlach dan Ely dalam Cecep dan Bambang 2011:7 menyatakan bahwa, apabila dipahami secara garis besar, maka media adalah manusia, materi atau kejadian yang membangun suatu kondisi atau membuat peserta didik mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap. Guru, buku teks dan lingkungan sekolah merupakan media. Secara lebih khusus, pengertian media dalam proses belajar mengajar cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis, fotografis atau elektronis untuk menangkap, memproses dan menyusun kembali informasi *visual* atau *verbal*.

a. Manfaat Media

Media pembelajaran dapat mempertinggi proses belajar peserta didik dalam pembelajaran sehingga dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Sudjana N. dan Rivai A. (1990:2), mengemukakan manfaat media pembelajaran dalam proses belajar peserta didik, yaitu :

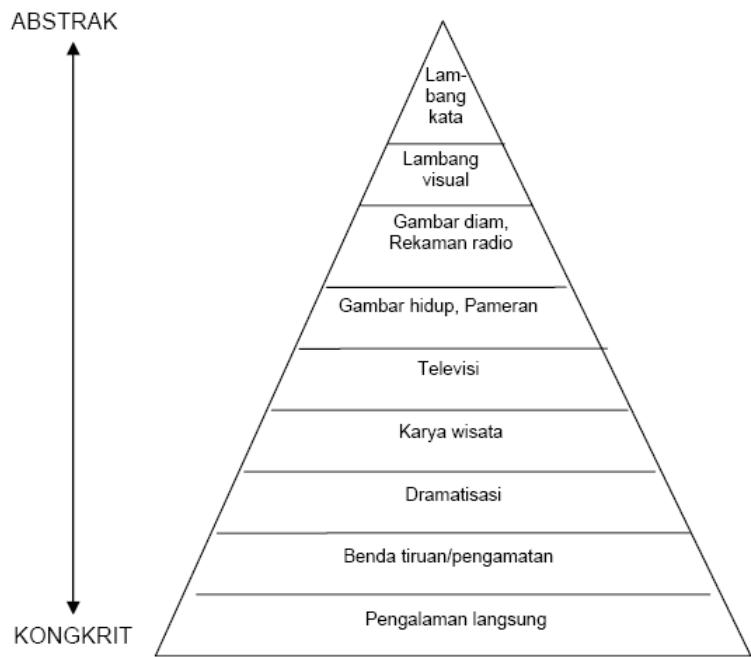
- 1) Pembelajaran akan lebih menarik perhatian peserta didik sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar.
- 2) Bahan pembelajaran akan lebih jelas maknanya sehingga akan lebih dipahami oleh para peserta didik dan memungkinkan peserta didik menguasai tujuan pengajaran lebih baik.
- 3) Metode mengajar akan lebih bervariasi, tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata oleh guru, sehingga peserta didik tidak bosan dan guru tidak kehabisan tenaga, apalagi bila guru mengajar untuk setiap jam pelajaran.

- 4) Peserta didik lebih banyak melakukan kegiatan belajar, sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru, tetapi aktivitas lain seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan dan lain-lain.

Sudjana N. dan Rivai A. (1990:6-7) menyatakan bahwa meskipun media memiliki peranan yang cukup banyak, guru tetap berkewajiban memberikan bantuan kepada peserta didik tentang apa yang harus dipelajari, bagaimana peserta didik mempelajari serta hasil-hasil apa yang diharapkan diperoleh dari media yang digunakan. Guru tetap berkewajiban mendampingi peserta didik dalam penggunaan media pembelajaran, agar dapat meningkatkan motivasi belajar dan memperjelas penyajian informasi, yang akhirnya dapat meningkatkan prestasi belajar, memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret dan meningkatkan keaktifan peserta didik. Manfaat ini dapat terjadi pada penggunaan Media Pembelajaran Pemrograman Mikrokontroler di SMK.

b. Klasifikasi media

Azhar Arsyad (2011:10) menyatakan bahwa salah satu gambaran yang paling banyak dijadikan acuan sebagai landasan teori penggunaan media dalam proses belajar mengajar adalah *Dale's Cone of Experience*. Gambar 1 yakni Kerucut Pengalaman Edgar Dale menunjukkan pengaruh media dalam pembelajaran dapat dilihat dari jenjang pengalaman belajar yang akan diterima oleh peserta didik. Hasil belajar seseorang diperoleh mulai dari pengalaman langsung (kongkrit), kenyataan yang ada di lingkungan kehidupan seseorang kemudian melalui benda tiruan, sampai pada lambang verbal (abstrak). Kerucut Pengalaman Edgar Dale digambarkan sebagaimana gamabar 1 berikut.



Gambar 1. Kerucut Pengalaman Edgar Dale
 (Sumber : Azhar Arsyad, 2011)

Anderson R.H (1987:38) menunjukkan bahwa media yang tepat untuk mendukung pembelajaran praktikum bagi peserta didik di SMK adalah penggunaan media yang termasuk dalam golongan media obyek fisik dan bahan cetak. Penggunaan media tersebut sebagai kesatuan yang mendukung kegiatan praktikum dan dalam penelitian ini adalah berupa media pembelajaran pemrograman mikrokontroler berupa modul yang berisi materi, dan langkah kerja praktikum. Media obyek berupa media yang dapat mensimulasikan hasil praktikum secara langsung dan mandiri yang akan dilakukan dengan sebuah media untuk latihan praktikum oleh peserta didik, dalam penelitian ini media yang dimaksud adalah *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin. Klasifikasi media menurut Anderson R.H dapat dilihat pada Tabel .

Tabel 1. Klasifikasi media menurut Anderson R.H (1987:38)

	Golongan Media	Media Instruksional
1	Audio	Pita audio, Piringan audio, Radio
2	Bahan Cetak	Modul, Manual
3	Audio-Cetak	Buku pegangan dan kaset; Blanko, diagram, bahan acuan yang digunakan bersama kaset
4	Visual, Proyeksi Diam	Film bingkai
5	Audio-Visual, Proyeksi Diam	Film bingkai suara
6	Visual-Gerak	Film gerak tanpa suara
7	Audio-Visual-Gerak	Video
8	Obyek fisik	Benda nyata; Benda tiruan
9	Manusia dan lingkungan	
10	Komputer	CAI

c. Evaluasi media

Tingkat keefektifan penggunaan media tidak dilihat atau dinilai dari segi kecanggihan medianya, tetapi yang lebih penting adalah fungsi dan peranannya dalam membantu mempertinggi proses pembelajaran. Sehingga media pembelajaran memiliki beberapa kriteria untuk mencapai fungsi dan peranannya tersebut.

Sudjana N. dan Rivai A. (1990:4-5) menyatakan bahwa kriteria-kriteria pemilihan media adalah sebagai berikut.

- 1) Ketepatannya dengan tujuan pengajaran; artinya media dipilih atas dasar tujuan instruksional yang telah ditetapkan.
- 2) Dukungan terhadap isi bahan pelajaran; artinya bahan pelajaran yang sifatnya fakta, prinsip, konsep dan generalisasi memerlukan media agar lebih mudah dipahami.
- 3) Keterampilan guru dalam menggunakannya; apapun jenis media yang diperlukan syarat utama adalah guru dapat menggunakannya dalam proses pengajaran.
- 4) Sesuai dengan taraf berfikir peserta didik; memilih media untuk pendidikan dan pengajaran harus sesuai dengan taraf berfikir peserta didik, sehingga makna yang terkandung didalamnya dapat dipahami oleh para peserta didik.

Setelah media dipilih dan dibuat, maka selanjutnya melakukan evaluasi media. Evaluasi media pembelajaran diartikan sebagai kegiatan untuk menilai efektivitas dan efisiensi sebuah bahan ajar. Azhar Arsyad (2011:174) mengemukakan bahwa tujuan evaluasi media pembelajaran, yaitu:

- 1) Menentukan apakah media pembelajaran itu efektif.
- 2) Menentukan apakah media itu dapat diperbaiki atau ditingkatkan.
- 3) Memilih media pembelajaran yang sesuai untuk dipergunakan dalam proses belajar mengajar di kelas.
- 4) Menentukan apakah isi pelajaran sudah tepat disajikan
- 5) Mengetahui apakah media pembelajaran itu benar-benar memberi sumbangan terhadap hasil belajar seperti yang dinyatakan.
- 6) Mengetahui sikap peserta didik terhadap media pembelajaran.

Evaluasi dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti diskusi kelas dan kelompok *interview* perorangan, observasi mengenai perilaku peserta didik, dan evaluasi media yang telah tersedia. Kegagalan mencapai tujuan belajar yang telah ditetapkan, tentu saja merupakan indikasi adanya ketidakberesan dalam proses pembelajaran, khususnya penggunaan media pembelajaran. Evaluasi bukanlah akhir dari siklus pembelajaran, tetapi justru merupakan awal dari suatu siklus pembelajaran berikutnya.

Arif S. Sadiman (2010:182-187) menyatakan bahwa model tiga tahapan evaluasi formatif adalah sebagai berikut:

- 1) Evaluasi satu-satu, pada tahap ini media dicobakan kepada dua peserta didik dengan kemampuan berbeda (di bawah dan di atas rata-rata).
- 2) Evaluasi kelompok kecil, pada tahap ini media dicobakan kepada 10-20 orang peserta didik yang dapat mewakili populasi target.
- 3) Evaluasi lapangan, pada tahap ini jumlah peserta didik yang dipilih sekitar 15 – 30 orang dengan berbagai karakteristik (tingkat kepandaian, jenis kelamin, usia dan lain sebagainya).

Data-data evaluasi selanjutnya menjadi dasar perbaikan media, sehingga dapat dipastikan kebenaran efektivitas dan efisiensi media yang dikembangkan. Penilaian media pembelajaran harus memperhatikan beberapa kriteria-kriteria yang ada. Walker dan Hess dalam Cecep dan Bambang (2011:143) memberikan kriteria dalam menilai media pembelajaran yang berdasarkan pada kualitas. Kriteria Evaluasi Media menurut Walker dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Evaluasi Media Menurut Walker D.F. dan Hess R.D. dalam Cecep dan Bambang (2011:143)

No.	Kriteria	Aspek	Indikator
1	Kualitas Isi dan Tujuan	<ul style="list-style-type: none"> - Ketepatan - Kepentingan - Kelengkapan - Keseimbangan - Minat atau perhatian - Kesesuaian 	<ul style="list-style-type: none"> -Kesesuaian isi materi (RPP) -Kejelasan tujuan atau kompetensi - Keruntutan materi -Relevansi PTK dengan bahan ajar -Kemudahan aplikasi dan evaluasi -Kesesuaian materi dengan situasi peserta didik SMK
2	Kualitas Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> - Memberikan kesempatan belajar -Memberikan bantuan untuk belajar -Kualitas memotivasi - Dapat memberi dampak bagi peserta didik - Dapat membawa dampak bagi guru dan pembelajarannya 	<ul style="list-style-type: none"> -Membantu kemandirian belajar peserta didik -Bantuan dalam pembelajaran kelengkapan bahan ajar -Dapat memotivasi belajar peserta didik -Meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta didik -Mempermudah proses belajar Mengajar
3	Kualitas Teknis	<ul style="list-style-type: none"> - Keterbacaan -Mudah digunakan -Kualitas tampilan atau tayangan -Kualitas pengelolaan programnya 	<ul style="list-style-type: none"> -Kejelasan penggunaan modul -Kemudahan pengoperasian -Tampilan fisik modul, penempatan komponen -Kemudahan pengoperasian unjuk kerja dengan contoh latihan program

Berdasarkan jenis media dan dengan mengadaptasi kriteria pemilihan media dan komponen bahan ajar pada uraian di atas maka kriteria yang tepat untuk mengevaluasi media pembelajaran pemrograman mikrokontroler dapat dilihat dari aspek (1) kualitas isi dan tujuan, (2) kualitas pembelajaran, dan (3) kualitas teknis. Berikut ini adalah pengelompokannya.

1) Kualitas isi dan tujuan

Aspek kualitas isi dan tujuan secara umum berkaitan dengan ketepatan isi media dengan tujuan pengajaran, penyajian yang jelas mengenai isi pelajaran, cakupan materi, pemahaman materi, relevansi, penerapan melalui contoh dan latihan, kesesuaian dengan taraf berfikir peserta didik.

2) Kualitas pembelajaran

Aspek kualitas pembelajaran secara umum berkaitan dengan kemanfaatan media pembelajaran tersebut, artinya media pembelajaran harus bernali atau berguna, mengandung manfaat bagi pemahaman materi pembelajaran sehingga dapat mengetahui apakah media pembelajaran itu benar-benar memberi sumbangan terhadap hasil belajar, mengetahui sikap peserta didik terhadap media pembelajaran, mengetahui apakah media mampu memotivasi, dan mengenai keterampilan guru dalam menggunakannya sehingga dapat membantu guru dalam penyampaian materi.

3) Kualitas Teknis

Aspek kualitas teknis secara umum berkaitan dengan tampilan dan kinerja media pembelajaran, artinya media pembelajaran tersebut dapat digunakan

dengan mudah oleh pengguna dan dapat digunakan untuk membantu dalam memahami teori yang dipelajari.

Evaluasi yang akan digunakan dalam pengembangan media pembelajaran pemrograman mikrokontroler ini menggunakan evaluasi formatif. Tahapan yang digunakan menggunakan 2 tahapan yaitu *review* dan evaluasi lapangan. Proses evaluasi dilakukan oleh para ahli media dan para ahli materi sedang evaluasi lapangan dilakukan oleh guru pengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler. Hasil evaluasi dari para evaluator menjadi dasar dilakukan perbaikan produk.

3. Pengembangan Media Pembelajaran

a. Media obyek (*Trainer*)

Anderson R.H. (1987:183) menyatakan bahwa obyek yang sesungguhnya atau benda model yang mirip sekali dengan benda nyatanya, akan memberikan rangsangan yang amat penting bagi peserta didik dalam mempelajari tugas yang menyangkut keterampilan psikomotorik. Penggunaan media obyek dalam proses belajar secara kognitif untuk mengajarkan pengenalan kembali 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. Tiga teknik latihan menggunakan media obyek menurut Anderson R.H. (1987:185) yaitu:

- 1) Latihan simulasi, dalam latihan ini peserta didik bekerja dengan model tiruan dari alat, mesin atau bahan lain yang sebenarnya dalam lingkungan yang meniru situasi kerja nyata.
- 2) Latihan menggunakan alat, dalam latihan ini peserta didik dapat bekerja dengan alat dan benda yang sebenarnya, tetapi tidak dalam lingkungan kerja yang nyata
- 3) Latihan kerja, dalam latihan ini peserta didik dapat bekerja dengan obyek-obyek kerja yang sebelumnya dalam lingkungan kerja yang nyata

Kamus Besar Bahasa Indonesia (1989:842) menyatakan bahwa arti simulasi adalah metode pelatihan yang memeragakan sesuatu dalam bentuk tiruan yang mirip dengan keadaan sesungguhnya. Latihan menggunakan alat atau latihan kerja bisa disamakan dengan praktikum. Praktikum dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (1989:698) adalah bagian dari pengajaran, yang bertujuan agar peserta didik mendapat kesempatan untuk menguji dan melaksanakan dalam keadaan nyata apa yang diperoleh dalam teori.

Model pengembangan media pembelajaran ini, mengacu pada model pengembangan yang disampaikan oleh ahli. Nana S. Sukmadinata (1990:57) menyatakan bahwa penelitian pengembangan terdiri dari tiga langkah, yaitu studi pendahuluan (mengkaji teori dan mengamati produk atau kegiatan yang ada), melakukan pengembangan produk atau program kegiatan baru dan terakhir menguji atau memvalidasi produk atau program kegiatan yang baru.

Terdapat tiga model pengembangan, yaitu model prosedural, konseptual, dan teoritik. Penelitian ini menggunakan model prosedural, yaitu model yang bersifat deskriptif, menunjukkan langkah-langkah yang harus diikuti untuk menghasilkan produk. Prosedur pengembangan yang digunakan dalam pengembangan media adalah sebagai berikut:

- 1) Perencanaan, yang meliputi:
 - a) Perumusan tujuan yang ingin dicapai (*need analysis*)
 - b) Penetapan kriteria keberhasilan dan jenis-jenis instrument yang akan digunakan untuk menilai ketercapaian hasil.
 - c) Merancang pengembangan produk awal dan uji lapangan yang akan dilakukan, penentuan subjek, rancangan uji coba (*quasiexperiment*), waktu dan lama pelaksanaan, personalia, fasilitas yang diperlukan, jadwal kegiatan, dan estimasi biaya.
- 2) Studi eksplorasi, meliputi 2 bagian:
 - a) Kajian literatur tentang produk yang akan dikembangkan dan kajian terhadap penelitian-penelitian yang telah dilakukan berkenaan dengan pengembangan produk.
 - b) Kajian tentang situasi lapangan, berkenaan dengan kondisi lembaga, jumlah dan keadaan mahapeserta didik, sarana, serta praktik pembelajaran yang berlaku sekarang.
- 3) Pengembangan bentuk awal produk yang dilakukan oleh orang-orang yang memiliki keahlian tentang produk yang akan dikembangkan dan mampu mengembangkan produk tersebut sampai dengan dihasilkannya bentuk awal yang diinginkan dan memerlukan *review* serta perbaikan yang berlangsung berkali-kali.
- 4) Validasi, terdapat dua aspek yang diperhatikan, yaitu: aspek produk (kejelasan petunjuk penggunaan, keterbacaan, sistematika materi, kualitas tampilan gambar dan animasi, komposisi warna, kualitas narasi, dan

sebagainya) dan aspek instruksional (misalnya kejelasan kompetensi yang akan dicapai, kejelasan petunjuk belajar, kemudahan memahami materi, keluasan dan kedalaman materi, ketepatan urutan penyajian, interaktifitas, ketepatan evaluasi, kejelasan umpan balik, dan sebagainya). Validasi produk dapat dilakukan melalui:

- a) Validasi Ahli (*expert judgement*), responden para ahli bidang terkait dengan produk yang dikembangkan, untuk *me-review* produk awal, sehingga diperoleh masukan untuk perbaikan awal.
 - b) Uji lapangan ialah uji penggunaan produk yang dikembangkan terhadap subjek yang menjadi sasaran. Subjek hendaknya representatif dan sesuai dengan ruang lingkup penelitian.
- 5) Instrumen pengumpulan dan analisis data.
 - 6) Revisi model dan perangkat pembelajaran berdasarkan validasi.

b. Media cetak (Modul Pemrograman)

Modul merupakan contoh media media pengajaran cetak terprogram yang berbentuk buku. Modul Pemrograman mikrokontroler yang dimaksud pada penelitian ini merupakan media pembelajaran berisi prosedur pengoperasian *trainer* serta cara pemrograman mikrokontroler yang memuat materi, tugas, tes dan cara mengevaluasi serta kunci jawaban tes yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya dan termasuk ke dalam jenis media cetak berwujud buku.

Pedoman penulisan modul yang dikeluarkan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional tahun 2003 menyatakan bahwa 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 satu modul yang utuh dan *user friendly* yaitu setiap instruksi 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.

Pedoman penyusunan kurikulum dan penyusunan modul pelatihan berorientasi pembelajaran (Pusdiklat, 2003:78) menyatakan bahwa modul merupakan uraian pokok bahasan yang sesuai dengan tujuan pembelajaran yang dilengkapi dengan langkah-langkah, proses, bahan bacaan atau uraian materi, petunjuk penugasan, diskusi, studi kasus, latihan-latihan dan evaluasi. Format menyusun modul adalah : judul modul, peta kedudukan modul, deskripsi singkat, petunjuk penggunaan modul, tujuan pembelajaran, standar kompetensi, penguasaan standar kompetensi, pokok bahasan dan atau sub pokok bahasan, bahan ajar, langkah-langkah kegiatan belajar, uraian materi, referensi, lampiran.

Azhar Arsyad (2011:87-90) menyatakan bahwa modul pembelajaran memiliki beberapa hal yang perlu diperhatikan pada saat merancang, misalnya

konsistensi dalam penggunaan format dari halaman ke halaman mengenai jenis dan ukuran huruf serta jarak spasi, teks yang disusun sedemikian rupa sehingga informasi mudah diperoleh dan memiliki daya tarik agar memotivasi peserta didik untuk terus membaca modul pembelajaran.

E. Mulyasa (2003:43) menyatakan bahwa tujuan utama modul pembelajaran adalah untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran di sekolah, baik waktu, dana, fasilitas, maupun tenaga guna mencapai tujuan pembelajaran secara optimal. Sebuah modul mencakup seluruh kegiatan belajar yang harus ditempuh oleh peserta didik, sehingga guru tidak lagi menjadi unsur pokok di dalam mempelajari kompetensi. E. Mulyasa (2003:46) menyatakan bahwa beberapa keunggulan pembelajaran dengan sistem modul antara lain :

- 1) Berfokus pada kemampuan individual peserta didik, karena pada hakekatnya mereka memiliki kemampuan untuk bekerja sendiri dan bertanggung jawab atas tindakan-tindakannya.
- 2) Adanya kontrol terhadap hasil belajar melalui penggunaan standar kompetensi dalam setiap modul yang harus dicapai oleh peserta didik.
- 3) Relevansi kurikulum ditunjukkan dengan adanya tujuan dan cara pencapaiannya, sehingga peserta didik dapat mengetahui keterkaitan antara pembelajaran dan hasil yang akan diperolehnya.

4. *Trainer Mikrokontroler AT Mega 40 Pin*

Trainer mikrokontroler AT Mega 40 pin dilengkapi *USBAsp Downloader* yang terintegrasi dengan *trainer* sehingga seorang pengguna *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin dapat memprogram mikrokontroler yang terpasang pada *trainer* secara langsung melalui *port* USB setelah melalukan proses instalasi *driver* untuk *USBAsp Downloader*. *Trainer* mikrokontroler

tersebut terdiri dari beberapa materi pemrograman yang terbagi dalam beberapa bagian, diantaranya *input* dan *output*, interupsi, *Analog to Digital Converter* (ADC), *Liquid Crystal Display* (LCD), Komunikasi Serial RS232 dan *Real Time Clock* (RTC) yang terhubung dengan sebuah mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai unit pemroses data.

Widodo Budiharto dan *Gamayel Rizal* (2007:27) menyatakan bahwa mikrokontroler adalah suatu chip yang dapat digunakan sebagai pengontrol utama sistem elektronika, misalnya sistem pengukur suhu *digital (thermometer digital)*, sistem keamanan rumah (*Home Remote System*), sistem kendali mesin industri, robot penjinak bom, dan lain-lain

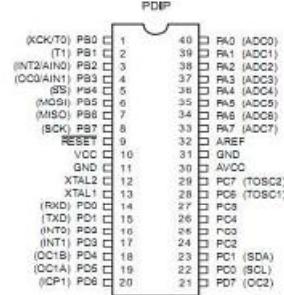
Mikrokontroler *memiliki* berbagai jenis dan kemampuan masing-masing. Keluarga mikrokontroler terdiri dari keluarga MCS, AVR serta PIC. Untuk saat ini AVR lebih banyak digunakan karena memiliki berbagai keunggulan terutama dalam segi fasilitas dan pemrograman serta harganya yang relatif terjangkau serta banyaknya referensi permograman dalam bentuk buku maupun artikel di *internet*. Banyak tipe mikrokontroler AVR yang dapat digunakan untuk membuat *Trainer* Mikrokontroler diantaranya AT Mega 8 (28 pin), AT Mega 8535 (40 pin), AT Mega 8515 (40 pin), AT Mega 16 (40 pin) , AT Mega 32 (28 pin), AT Mega 64 (64 pin) dan AT Mega 128 (64 pin). Setiap jenis AVR memiliki fasilitas yang berbeda-beda. Perancangan *trainer* Mikrokontroler ini digunakan mikrokontroler AT Mega 40 Pin (AT Mega 8535, AT Mega 8515, AT Mega 16, AT Mega 32). Mikrokontroler AT Mega 8515 memiliki konfigurasi yang berbeda dengan AT Mega 40 Pin lainnya,

sehingga untuk AT Mega 8515 tidak dibahas pada Modul Pemrograman yang dibuat, namun jika tetap akan dipergunakan maka diperlukan sebuah rangkaian *adapter* yang dapat dibeli secara online di alamat website www.digi-ware.com. Pemilihan mikrokontroler ini berdasarkan fasilitas yang dimiliki dan kapasitas memori yang cukup untuk menampung contoh-contoh program yang disediakan pada Modul Pemrograman *Trainer* Mikrokontroler tersebut.

Mikrokontroler AT Mega 40 Pin yang diproduksi oleh Pabrik ATMEL terdiri dalam paket *Dual In Line* (DIL) dan dalam paket *Surface Mount Device* (SMD). Paket *Surface Mount Device* (SMD) ini tidak dipilih karena bentuknya yang terlalu kecil dan sulit dipergunakan dalam proses pembelajaran. Selain itu ukuran mikrokontroler AT Mega 40 Pin ada yang dikeluarkan oleh Pabrik dalam kemasan *Surface Mount Device* (SMD) sangat kecil sehingga akan menyulitkan dalam proses penyolderan serta rawan terhadap kerusakan oleh proses penyolderan yang kurang profesional. Sebagai catatan penting bahwa dari tata cara pemrograman serta fungsi baik AT Mega 40 Pin dalam kemasan *Dual In Line* (DIL) maupun kemasan *Surface Mount Device* (SMD) adalah sama persis. Gambar 2 (a) menunjukkan bentuk fisik mikrokontroler AT Mega 40 Pin dalam kemasan *Dual In Line* (DIL). Gambar 2 (b) menunjukkan konfigurasi pin mikrokontroler AT Mega 40 Pin dalam kemasan *Dual In Line* (DIL).



(a) Bentuk Fisik



(b) Konfigurasi Pin

Gambar 2. (a)Bentuk fisik Mikrokontroler AT Mega 40 pin dan (b)Konfigurasi Pin

B. Hasil Penelitian yang relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini dapat disampaikan sebagai beberapa judul penelitian sebagai berikut.

1. Penelitian berjudul *Trainer* Mikrokontroler AT Mega 32 sebagai Media Pembelajaran pada Kelas XI Program Keahlian Audio Video di SMK Negeri 3 Yogyakarta oleh Ahwadz Fauzi Madhawirawan, penelitian dilaksanakan pada Peserta didik kelas XI AV1 di SMKN 3 Yogyakarta pada tahun 2012. Jenis studi deskriptif kuantitatif. Jumlah responden oleh 32 peserta didik SMK. Hasil penelitian ini adalah produk dan tingkat kelayakan *trainer* mikrokontroler AT Mega 32. Kelayakan *trainer* mikrokontroler AT Mega 32 berdasarkan hasil uji kelayakan yaitu, 1) evaluasi validasi ahli media dinyatakan sangat layak dengan persentase bernilai 81,9%; 2) validasi ahli materi dinyatakan sangat layak dengan persentase bernilai 89,1%; 3) uji kelayakan dengan pemakai skala besar dinyatakan layak dengan persentase sebesar 70%. Pada tiap tahap evaluasi dilakukan perbaikan berdasarkan tanggapan dan saran serta komentar

umum yang diberikan oleh para evaluator, sehingga didapatkan produk akhir *trainer* mikrokontroler AT Mega 32.

2. Penelitian berjudul Pengembangan dan Implementasi Media Pembelajaran *Trainer Kit* Sensor Ultrasonik pada Mata Diklat Praktik Sensor dan Transduser di SMK N 2 Depok Sleman oleh Aditya Prabhandita. Penelitian dilaksanakan di Jurusan Otomasi Industri SMK N 2 Depok Sleman pada tahun 2012. Jenis studi deskriptif kuantitatif. Jumlah responden adalah 30 peserta didik kelas XI. Penilaian tingkat kelayakan *trainer* kit sensor ultrasonik dibagi dalam beberapa aspek. Aspek desain dan unjuk kerja memperoleh hasil skor 1868 dari total 2340. Aspek kemudahan pengoperasian mendapatkan hasil skor 704 daritotal 900. Aspek manfaat mendapatkan hasil skor 1471 dari total 1800. Aspek kandungan materi mendapatkan hasil skor 862 dari total 1080. Pada peningkatan kompetensi, dari hasil pre test didapat hasil bahwa peserta didik yang mampu lulus standar KKM sebesar 20%. Setelah mendapatkan *treatment* berupa praktik menggunakan *trainer kit* sensor ultrasonik, hasil post test menunjukkan hasil 70% peserta didik mampu lulus dari standar KKM. Maka hasil peningkatan kompetensi yang terjadi adalah sebesar 50%.
3. Penelitian berjudul Media Pembelajaran *Trainer* Elektronika Dasar untuk Mata Pelajaran Elektronika Dasar oleh Dwi Budi Rahayu. Penelitian dilaksanakan di Teknik Elektronika di SMK Negeri 3 Wonosari pada tahun 2012. Jenis studi deskriptif kuantitatif. Responden berjumlah 30 orang peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa unjuk kerja Media

Pembelajaran Modul dan *Trainer* Elektronika Dasar sudah sesuai dengan tujuannya sebagai media pembelajaran Elektronika Dasar. Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui unjuk kerja dari Modul dan *Trainer* elektronika dasar yang secara keseluruhan, kinerja alat telah menunjukkan hasil sesuai dengan rancangan, yaitu berbagai macam komponen elektronika sebagai pengenalan komponen elektronika sudah sesuai dengan kebutuhan di mata pelajaran elektronika dasar, dan untuk blok rangkaian juga sudah sesuai dengan kebutuhan dalam pembelajaran khususnya di mata pelajaran elektronika dasar. Skor uji kelayakan isi oleh ahli materi pembelajaran memperoleh tingkat kelayakan dengan persentase 89,58% dengan kategori sangat layak. Sedangkan Uji konstrak oleh ahli media pembelajaran memperoleh tingkat kelayakan dengan persentase 87,08% dengan kategori sangat layak. Sedangkan dalam uji pemakaian oleh peserta didik di SMK N 3 Wonosari mendapatkan skor kelayakan sebesar 83,04% dengan kategori sangat layak.

C. Kerangka Berfikir

Sebelum penelitian dilakukan langkah awal yang harus dilakukan adalah mendata atau menganalisis bagian-bagian pendukung sebuah *trainer* mikrokontroler, dimana proses tersebut telah diuraikan dan dijelaskan seperti pada kajian teori. Hasil dari perumusan berbagai kajian teori digunakan untuk menciptakan sebuah media pembelajaran *trainer* mikrokontroler. Kerangka berfikir yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tujuan penggunaan sebuah media pembelajaran adalah sebagai alat untuk mempermudah pembelajaran di SMK. Untuk dapat membuat sebuah *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 Pin diperlukan komponen *output* berupa LED, *Relay*, *Buzzer*, komponen *input* berupa *push button*, Sensor cahaya berupa LDR, sensor suhu berupa sensor LM35, *Multiturn*, LCD, IC MAX 232, *USBasp Downloader*, Mikrokontroler AT Mega 40 pin, kabel *USB to Serial Conveter* dan beberapa komponen pasif lainnya. Berdasarkan komponen penyusun *trainer* mikrokontroler dapat dijabarkan fungsi dari masing-masing bagian yaitu:

1. Sensor cahaya berupa LDR, sensor suhu berupa sensor LM35, serta *variable resistor* dengan bentuk fisik berupa *Multiturn* merupakan komponen pendukung yang digunakan untuk pembelajaran *Analog to Digital Converter* (ADC).
2. *Light Emitting Diode* (LED), *Buzzer*, *Relay* dan *Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan bagian keluaran atau disebut *output* data dari mikrokontroler.
3. Rangkaian *RS232 Converter* merupakan *interface* dari *trainer* mikrokontroler. Rangkaian *RS232 Converter* dimanfaatkan untuk komunikasi data serial antara mikrokontroler dengan komputer.
4. IC DS1307 sebagai IC *Real Time Clock* yang dipergunakan dalam rangkaian jam digital.
5. Mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai pengolah *input* atau *output* data.

6. *USBAsp downloader* dipergunakan untuk men-*download* program dari komputer ke mikrokontroler

Penggabungan berbagai komponen tersebut di atas akan menjadi sebuah *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin. Setiap bagian *trainer* dibuat secara terpisah berdasarkan blok-blok tertentu sehingga terbentuk dalam beberapa paket bagian *trainer*. Penggabungan setiap paket bagian *trainer* digunakan *dipswitch* sebagai *selector* kondisi masing-masing paket bagian *trainer* tersebut apakah akan dibuat terhubung atau terpisah terhadap pin-pin mikrokontroler. Modul pemrograman berisi pemaparan teori yang terdapat dalam sebuah *trainer* mikrokontroler beserta alur pembuatan programnya.

Proses untuk mengetahui unjuk kerja serta tingkat kelayakan media pembelajaran yang telah dibuat dilakukan dengan uji validasi. Uji validasi materi *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin dilakukan oleh ahli materi maupun ahli media serta uji pemakaian oleh Guru SMK. Proses uji validasi tersebut diharapkan dapat menghasilkan kesimpulan mengenai unjuk kerja serta tingkat kelayakan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin yang dibuat.

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian pada bagian kerangka berfikir, maka dapat diajukan pertanyaan - pertanyaan pada penelitian ini sebagai berikut:

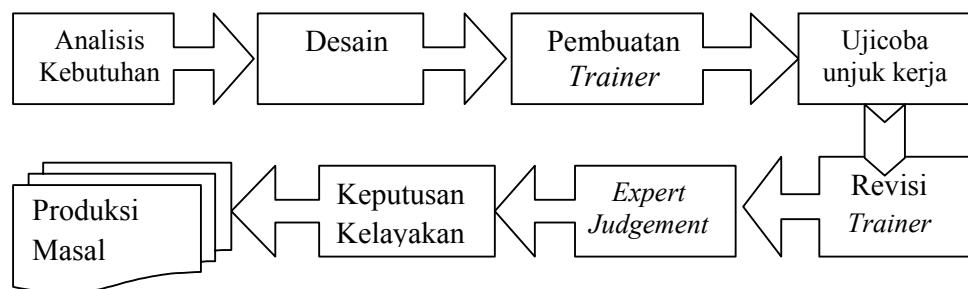
1. Bagaimana unjuk kerja *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin dalam mengeksekusi contoh-contoh program dalam modul pendamping *trainer*?
2. Bagaimana tingkat kelayakan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai media pembelajaran di SMK?

BAB III **METODE PENELITIAN**

A. Metode Penelitian

1. Desain Penelitian

Penelitian skripsi ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Metode penelitian dan pengembangan atau dalam Bahasa Inggrisnya *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2012:407). Langkah-langkah penelitian pengembangan yang dilakukan berdasarkan pada langkah-langkah penelitian penelitian dan pengembangan yang disampaikan oleh Sugiyono dengan beberapa penyesuaian dimana uji coba skala besar tidak dilakukan dikarenakan keterbatasan waktu penelitian. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Penelitian Pengembangan

Beberapa metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian pengembangan ini, yaitu metode deskriptif dan evaluatif. Sifat deskriptif ini yang digunakan dalam penelitian awal untuk menghimpun data tentang kondisi yang ada, sedangkan metode evaluatif digunakan untuk mengevaluasi proses

uji coba pengembangan suatu produk. Penelitian deskriptif dan evaluatif ini bertujuan untuk mendapatkan informasi atau gambaran mengenai tingkat kelayakan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai media pembelajaran di SMK yang berupa benda objek (*trainer*) dan modul pembelajaran sebagai media pembelajaran.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, karena dalam menganalisis data menggunakan data-data *numerical* atau angka yang diolah dengan metode statistik. Setelah diperoleh hasilnya, kemudian dideskripsikan dengan menguraikan kesimpulan yang didasari oleh angka yang diolah dengan metode statistik tersebut.

2. Obyek Penelitian

Obyek penelitian ini adalah *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai media pembelajaran.

3. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian untuk mengetahui tingkat kelayakan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin dilaksanakan di SMK Negeri 2 Depok dan SMK 1 Piri Yogyakarta. Waktu pelaksanaan penelitian adalah bulan Agustus 2013.

B. Perencanaan Desain Modul Pembelajaran dan *Trainer*

Produk yang akan dihasilkan berupa modul dan *hardware* yang didesain berdasarkan identifikasi kompetensi dasar yang terdapat pada pembuatan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin.

Proses perencanaan desain dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan baik dalam pembuatan modul pemrograman maupun *trainer* berdasarkan pada

kompetensi dasar pemrograman mikrokontroler di SMK. Hasil identifikasi diimplementasikan menjadi *trainer* dan modul pemrograman Mikrokontroler AT Mega 40 pin. Kompetensi dasar pemrograman Mikrokontroler di SMK ditunjukkan sebagaimana data pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kompetensi Dasar Mikrokontroler di SMK

Kompetensi Dasar	Indikator
Menerapkan Sistem Mikrokontroler	<ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan sistem Mikrokontroler• Menjelaskan perkembangan teknologi Mikrokontroler• Membuat program sistem Mikrokontroler sederhana

1. Analisis Kebutuhan

Pengembangan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

a. Analisis Kebutuhan *Trainer*

Sesuai dengan pengumpulan data pada kajian teori, didapatkan kebutuhan dalam perancangan produk ini adalah:

- 1) Menggunakan 3 buah *input* atau masukan ADC berupa sensor cahaya berupa LDR, sensor suhu berupa LM35 dan sebuah *variable resistor* berupa *multiturn* untuk pembahasan materi pemrograman ADC.
- 2) Menggunakan LED, *relay* dan *buzzer* sebagai keluaran (*output*) untuk pembahasan materi pemrograman *output* dan *pushbutton* untuk pembahasan materi pemrograman input logika.
- 3) Menggunakan LCD 2 baris 16 kolom sebagai penampil data dari mikrokontroler untuk pembahasan materi pemrograman pengaksesan LCD.

- 4) Menggunakan Rangkaian *RS232Conveter* sebagai media komunikasi serial asinkron sebagai media antarmuka mikrokontroler dengan komputer untuk pembahasan materi pemrograman komunikasi serial.
- 5) Menggunakan baterai CMOS dengan tegangan kerja 3,3 Volt DC untuk catu daya IC DS1307 yang difungsikan sebagai back up catu daya Real Time Clock, sehingga ketika catu daya sistem dimatikan, data waktu akan tetap berjalan. Bagian tersebut untuk pembahasan materi pemrograman RTC.
- 6) Menggunakan mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai unit pengolahan data.
- 7) Menggunakan *dipswitch* untuk menghubungkan atau memisahkan mikrokontroler dengan perangkat paket bagian *trainer*.
- 8) Menggunakan *USBasp on-board* untuk memudahkan pemrograman ke *hardware*.
- 9) Menggunakan catu daya 12Volt DC memanfaatkan adaptor yang umum dijual di pasaran.

b. Analisis Kebutuhan Materi Modul

Penyusunan materi pada modul pemrograman mikrokontroler dibuat berdasarkan kebutuhan yang terdapat pada materi yang akan disampaikan terkait kelengkapan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin. Modul pemrograman berisi uraian teori yang berhubungan dengan proses pembuatan, pen-setting-an dan cara eksekusi program secara simulasi *software* maupun

hardware. Fungsi bagian – bagian *trainer* dijelaskan untuk memberikan pemahaman kepada peserta didik tentang prinsip kerja dari setiap sistem.

Modul pemrograman tersebut menjelaskan secara runut proses pembuatan program mulai dari proses pengetikan program, penyimpanan, proses *compile* sampai proses *download* program ke mikrokontroler. Proses pembuatan setiap bagian dijelaskan mulai dari perancangan rangkaian sampai spesifikasi komponen yang digunakan. Isi materi terbagi menjadi dua yaitu perancangan simulasi *hardware* dengan men-*download*-kan secara langsung program yang telah dibuat dan di-*compile* ke *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin, dan simulasi *software* menggunakan *Software Proteus*. Program dibuat dengan bahasa yang mudah dipahami oleh peserta didik yaitu menggunakan bahasa pemrograman *basic* memanfaatkan *software Bascom AVR* sebagai *compiler*-nya

Berdasarkan kompetensi yang terdapat pada pembuatan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin, maka materi yang dibutuhkan dalam penyusunan modul adalah (1) modul penjelasan komponen dasar penyusun *trainer* mikrokontroler, (2) modul pembahasan materi *input* dan *output*, (3) modul pembahasan materi interupsi, (4) modul pembahasan materi akses LCD, (5) modul pembahasan materi ADC, (6) modul pembahasan materi komunikasi serial asinkron antara mikrokontroler dengan komputer melalui *hyperterminal* dan Delphi 7, (7) modul pembahasan materi RTC, (8) pembahasan materi pembuatan algoritma program.

2. Desain

Proses awal pembuatan produk adalah perencanaan desain produk berupa *trainer*. Mikrokontroler AT Mega 40 pin merupakan bagian utama dari pembuatan produk media pembelajaran yang akan digunakan peserta didik dalam kegiatan belajar materi pemrograman mikrokontroler AT Mega 40 pin. Sebagai pedoman praktikum dikembangkan modul yang berisi materi dan langkah – langkah pembuatan program.

Trainer mikrokontroler didesain dengan menggabungkan paket bagian *trainer* sebagai mana telah dibahas pada bab ii, yaitu bagian masukkan ADC berupa sensor suhu, sensor cahaya, *multiturn*, bagian *input* dan *output*, bagian interupsi, bagian LCD, bagian komunikasi serial dengan *RS232 Converter*, bagian RTC, bagian *Downloader* dan bagian catu daya dengan sistem minimum mikrokontroler AT Mega 40 pin.

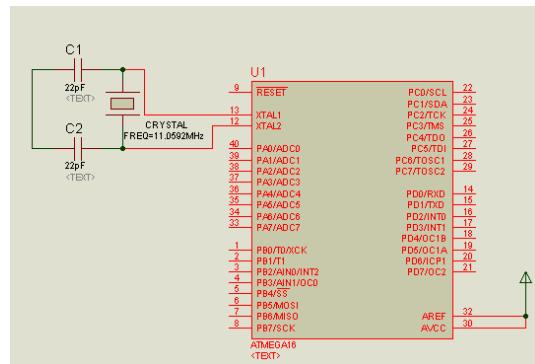
Pembuatan bagian-bagian *trainer* disusun secara terpisah per bagian, sehingga peserta didik mudah memahami fungsi dan posisi bagian *trainer*. Proses penggabungan bagian yang dimaksud terhadap sistem minimum AT dilakukan dengan menghubungkan *pin* mikrokontroler AT Mega 40 pin menggunakan *dipswitch*.

. Berikut ini adalah rancangan rangkaian pada setiap paket bagian *trainer* sebagaimana penjelasan sebelumnya:

a. Skematik Bagian Sistem Minimum Mikrokontroler

Sistem minimum mikrokontroler tersusun atas sebuah *pushbutton*, sebuah resistor $10\text{K}\Omega$, serta sebuah kapasitor $10\mu\text{F}/16\text{Volt}$ sebagai rangkaian *reset* yang dilengkapi dengan anti *bouncing*. *Crystal* 12 MHz serta dua buah kapasitor keramik dengan nilai 22pF dipergunakan sebagai rangkaian osilator eksternal yang sifatnya opsional. Bagian paling penting dari sebuah sistem minimum mikrokontroler adalah AT Mega 40 pin sebagai unit pemroses data. Skematik bagian sistem minimum mikrokontroler ditunjukkan sebagaimana

Gambar 4.

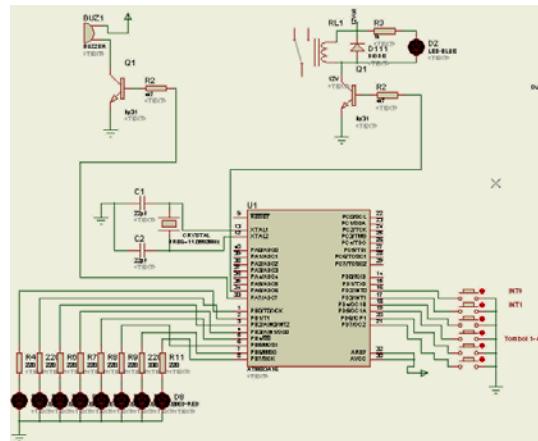


Gambar 4. Skematik bagian Sistem Minimum Mikrokontroler

b. Skematik Bagian *Input* dan *Output* (Masukan dan Keluaran)

Rangkaian *input* dan *output* ini menggunakan 4 buah *pushbutton* sebagai masukkan (*input*), 8 buah LED yang terhubung secara seri dengan resistor pembatas arus sebagai keluaran (*output*), transistor BC547 yang terkoneksi dengan resistor $4\text{K7}\Omega$ sebagai Rbasis pada rangkaian transistor sebagai saklar sebagai driver bagi *relay* dan *buzzer*. Dioda yang dipasang anti paralel dengan *relay* dipergunakan sebagai pengaman arus balik dari *relay* ketika

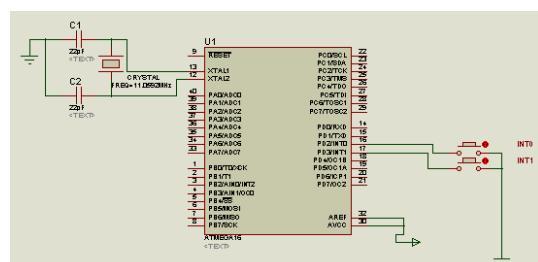
proses perubahan dari *on* menjadi *off*. Skematik bagian *input* dan *output* ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Skematik bagian *Input* dan *Output*

c. Skematik Bagian Interupsi (Int0 dan Int1)

Rangkaian interupsi terdiri atas 2 buah *pushbutton* yang terpasang dan diatur *low active* untuk mengaktifkan Int0 dan Int1. Pin Int0 terdapat pada pin D.2 dan Int1 di pin D.3. Skematik bagian interupsi ditunjukkan pada Gambar 6.

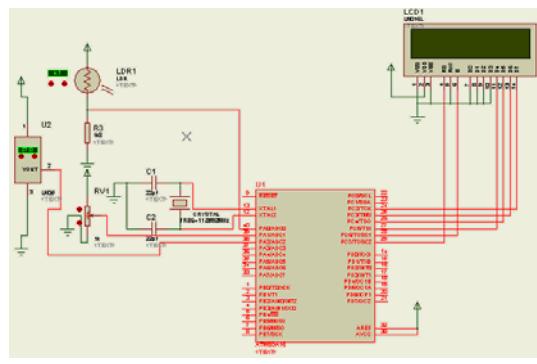


Gambar 6. Skematik bagian Interupsi

d. Skematik Bagian ADC dan LCD

Tiga buah masukkan dipergunakan sebagai masukan data ADC pada bagian Rangkaian ADC yaitu sensor cahaya berupa LDR, sensor suhu berupa LM35 dan sebuah *variable resistor* berupa *multiturn (potensiometer)* dengan nilai $10\text{K}\Omega$. Pemasangan masing – masing *input* ADC tersebut pada *Port A.0* –

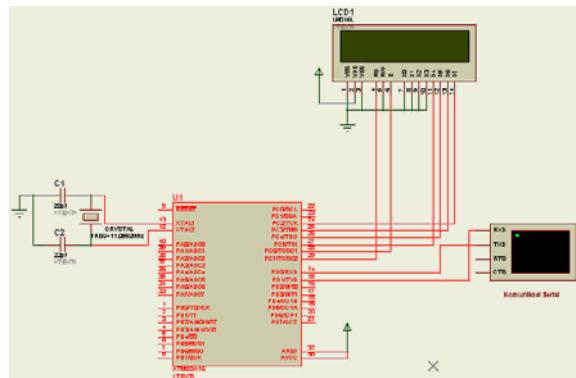
2. Untuk menampilkan nilai ADC maka membutuhkan bagian LCD 2x16 yang dipasang pada *Port C*. *Port C* dipilih sebagai *port* pemasangan bagian LCD dikarenakan *Port C* tidak memiliki fungsi alternatif sebagai mana *Port A* yang dapat dimanfaatkan sebagai *Port ADC*, *Port D* terdapat fungsi alternatif sebagai media komunikasi serial dan interupsi. Skematik bagian ADC dan LCD ditunjukkan sebagaimana Gambar 7.



Gambar 7. Skematik bagian ADC dan LCD

e. Skematik Bagian Komunikasi Serial

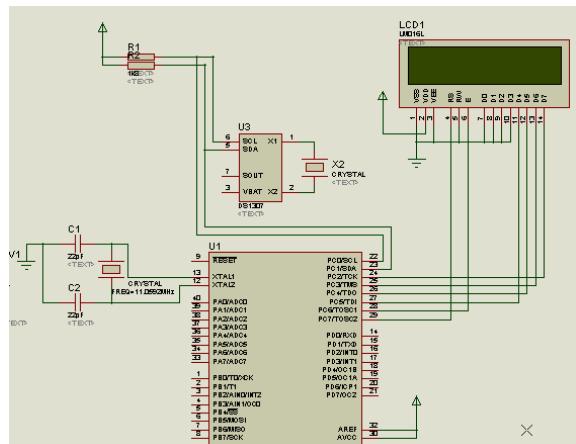
Desain skematik bagian komunikasi serial tidak nampak menggunakan IC IC MAX 232 sebagai *converter* dari komunikasi serial TTL menjadi *standard RS 232*. Simulasi komunikasi serial pada proteus, data menggunakan komponen skematik dengan nama Compim. Rangkaian komunikasi serial pada *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin menggunakan rangkaian RS232 Converter dengan memanfaatkan IC MAX 232. Skematik bagian komunikasi serial ditunjukkan sebagaimana Gambar 8.



Gambar 8. Skematik bagian Komunikasi Serial

f. Skematik Bagian RTC

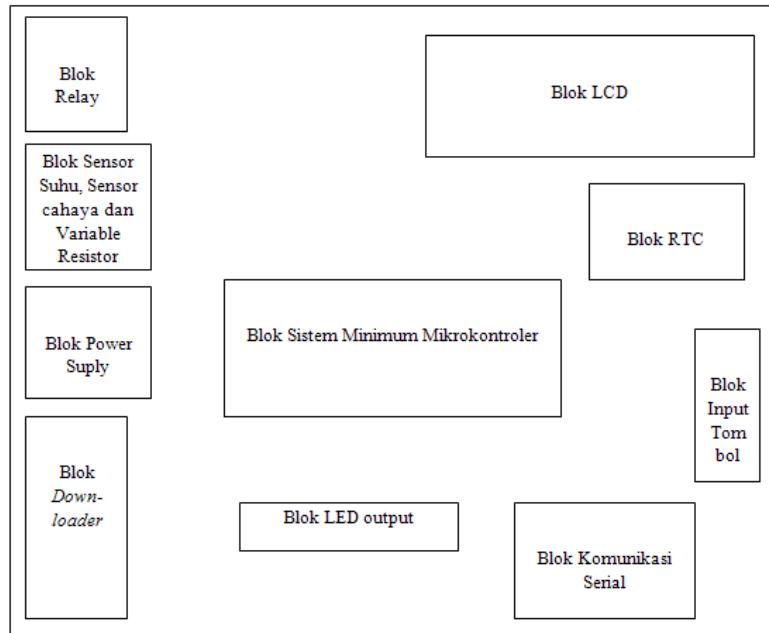
Desain skematik bagian RTC menggunakan IC DS1307 sebagai IC RTC, crystal 32.756 KHz, resistor 1,8 K Ω dan baterai CMOS dengan tegangan kerja 3,3 Volt yang berfungsi untuk mem-*back-up* data waktu yang tersimpan pada IC DS1307 ketika catu daya utama dimatikan. Skematik bagian *Real Time Clock* ditunjukkan sebagaimana Gambar 9.



Gambar 9. Skematik bagian *Real Time Clock*

g. **Tata Letak bagian – bagian *trainer***

Setelah desain kelengkapan *trainer* telah terdata, selanjutnya dilakukan proses desain penempatan bagian-bagian *trainer*. Gambar 10 adalah desain tata letak bagian *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin yang dibuat.



Gambar 10. Desain Tata Letak bagian *Trainer*

3. Pembuatan *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin

a. **Alat dan Bahan pembuatan *trainer***

Peralatan dan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan *trainer* Mikrokontroler berdasarkan analisis kebutuhan adalah sebagai berikut :

- 1) Komputer.
- 2) AVO Meter.
- 3) Komponen yang dibutuhkan.
- 4) Solder.

- 5) Timah Solder.
- 6) *Soldering Attractor.*

b. Proses pembuatan *trainer*

- 1) Merancang skematik dengan *software* Proteus.
- 2) Membuat *layout* PCB dengan *software* PCB *Wizard*.
- 3) Meminta tolong orang lain untuk melakukan proses pencetakan dan pengeboran PCB.
- 4) Memasang komponen pada PCB.
- 5) Melakukan pengujian alat.

4. Pengujian Kelayakan *Trainer* Mikrokontroler sebagai Media Pembelajaran

Setelah proses Pembuatan *trainer* selesai dilakukan, selanjutnya hasil produk media pembelajaran perlu dilakukan uji validasi. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa media yang digunakan benar-benar sesuai dengan desain atau rancangan pembuatannya. Uji validasi yang digunakan meliputi uji validasi isi (*content validity*) dan validasi konstrak (*construct validity*). Pengujian validasi dilakukan dengan membandingkan isi instrumen dengan materi yang ada pada *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin. Uji validasi isi dilakukan dengan cara melakukan konsultasi pada dosen ahli materi. Pengambilan data dilakukan dengan pemberian angket penelitian yang berisi pertanyaan penelitian yang diajukan untuk menilai kelayakan modul pemrograman AT Mega 40 pin. Angket tersebut diberikan kepada dosen ahli materi di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas

Negeri Yogyakarta. Angket dipergunakan untuk mendapatkan skor kelayakan modul pemrograman mikrokontroler, penentuan skor angket menggunakan skala *Likert* dengan empat buah pilihan jawaban dengan kriteria skor Sangat setuju bernilai 4, Setuju bernilai 3, Cukup Setuju bernilai 2 dan Tidak Setuju bernilai 1.

Proses pengujian validitas konstruksi, setelah instrumen dikonstruksi tentang aspek-aspek yang akan diukur dengan berlandaskan teori tertentu, maka selanjutnya dikonsultasikan dengan ahli (Sugiyono, 2010 :125). Para ahli diminta pendapatnya tentang instrumen yang disusun, kemudian akan memberi keputusan tentang layak atau tidaknya apabila instrumen digunakan sebagai media pembelajaran. Data penelitian diambil dengan memberikan angket kepada dosen ahli media pembelajaran bidang Mikrokontroler di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Angket dipergunakan untuk mendapatkan skor kelayakan *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin, penentuan skor angket menggunakan skala *Likert* dengan empat buah pilihan jawaban sebagaimana angket pada pengujian validitas isi dengan kriteria skor Sangat setuju bernilai 4, Setuju bernilai 3, Cukup Setuju bernilai 2 dan Tidak Setuju bernilai 1.

C. Teknik Pengumpulan Data

1. Pengujian dan Pengamatan

Tujuan dari pengujian dan pengamatan adalah untuk mengetahui unjuk kerja dari *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin yang akan dijadikan sebagai

media pembelajaran pemrograman mikrokontroler. Hasil pengujian dipaparkan dengan data berupa uji coba dan hasil-hasil pengamatan.

2. Kuisisioner (Angket)

Kuisisioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya (Sugiyono, 2012:142). Angket digunakan untuk menentukan kelayakan media yang dibuat berupa *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin. Responden yang dilibatkan dalam pengambilan data adalah dosen ahli materi dan ahli media pembelajaran, serta guru pengajar mata diklat pemrograman mikrokontroler di SMK yang dilibatkan sebagai responden untuk mendapatkan data kelayakan media oleh pengguna.

D. Instrumen Penelitian

Suharsimi Arikunto (2010:134) menyatakan bahwa instrumen penelitian merupakan alat bantu penelitian dalam mengumpulkan data. Kualitas instrumen akan menentukan kualitas data yang terkumpul. Penyusunan instrumen dilakukan dengan memahami variabel yang akan diteliti. Variabel dijadikan sebagai obyek yang menjadi fokus perhatian dalam penelitian.

Data tegangan dan panjang sebuah benda diperoleh dengan instrumen alat ukur berupa multimeter dan penggaris. Sedangkan untuk mengetahui kelayakan media yang telah dibuat untuk pembelajaran mikrokontroler, maka digunakan instrumen berupa angket yang diberikan kepada ahli pemrograman mikrokontroler, ahli media pembelajaran dan dua orang guru yang mengajar

mata pelajaran pemrograman mikrokontroler di SMK untuk mendapatkan data tingkat kelayakan media oleh pengguna.

Instrumen yang diberikan kepada ahli materi digunakan untuk mengetahui tingkat kelayakan media dilihat dari validasi isi (*content validity*), sedangkan instrumen yang diberikan kepada ahli media pembelajaran untuk mengetahui tingkat kelayakan media dilihat dari validasi konstrak (*construct validity*).

1. Instrumen Kelayakan Validasi Isi

Instrumen penelitian untuk ahli materi berisikan kesesuaian modul pemrograman dilihat dari relevansi materi. Pengujian validitas isi dapat dilakukan dengan menggunakan kisi-kisi instrumen. Kisi - kisi berisi variabel yang diteliti, indikator sebagai tolak ukur dan nomor butir (*item*) sebagai pertanyaan atau pernyataan yang telah dijabarkan dari indikator (Sugiyono, 2012:129). Kisi-kisi instrumen untuk ahli materi bidang mikrokontroler sebagai sumber mendapatkan data validasi isi oleh ahli materi ditunjukkan sebagaimana Tabel 4.

Tabel 4. Kisi-Kisi Instrumen untuk Validator Ahli Materi Pembelajaran

No	Kriteria Penilaian	No. Item
1	Aspek kualitas materi	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
2	Aspek kemanfaatan	13,14,15,16,17,18

2. Instrumen Kelayakan Validasi Konstrak

Pengujian validitas konstruksi dilakukan konsultasi dengan para ahli media pembelajaran. Instrumen dikonstruksi untuk menilai aspek-aspek yang akan diukur dengan berlandaskan teori tertentu. Pengujian validasi konstruksi dilakukan dengan meminta pendapat dari ahli bidang mikrokontroler dengan

menggunakan angket. Aspek media pembelajaran, instrumen yang digunakan dilihat dari segi tampilan, teknis dan kemanfaatan. Kisi-kisi instrumen penelitian yang akan dipergunakan dalam pengambilan data validasi konstrak oleh dosen ahli media ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kisi-Kisi Instrumen untuk Validator Ahli Media Pembelajaran

No	Kriteria Penilaian	No. Item
1	Keefektifan desain tampilan	1,2,3,4,5
2	Teknis	6,7,8,9,10,11,12
3	Kemanfaatan	13,14,15,16,17,18,19,20

E. Teknik Analisis Data

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bersifat *developmental* sehingga dalam penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menguji hipotesis tertentu, tetapi hanya menggambarkan apa adanya tentang suatu keadaan (Suharsimi Arikunto, 2010:309). Teknis analisis data yang akan dilakukan pada tahap pertama adalah menggunakan deskriptif kualitatif yaitu memaparkan produk media hasil rancangan media pembelajaran setelah diimplementasikan dalam bentuk produk jadi dan menguji tingkat kelayakan produk.

Tahap kedua menggunakan deskriptif kuantitatif, yaitu memaparkan mengenai kelayakan produk untuk diimplementasikan pada standar kompetensi Menerapkan Sistem Mikrokontroler pada Program Keahlian Teknik Elektro Jurusan Otomatisasi Industri di SMK. Data kualitatif yang diperoleh kemudian diubah menjadi data kuantitatif dengan menggunakan *Skala Likert*. *Skala Likert* memiliki gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif yang dapat

diwujudkan dalam beragam kata-kata. Tingkatan bobot nilai yang digunakan sebagai skala pengukuran adalah 4, 3, 2, dan 1.

Data instrumen dari proses penelitian kemudian dijumlahkan sesuai dengan bobot tiap tanggapan atas tiap pernyataan, kemudian menghitung skor rata-rata hasil penilaian tiap komponen media pembelajaran pemrograman mikrokontroler, Rumus perhitungan rerata skor menurut Suharsimi Arikunto (2000:371):

$$X = \frac{\sum X}{n} \quad \dots \dots \dots \text{Persamaan 1}$$

Keterangan:

X= skor rata-rata

n = jumlah penilai

$\sum X$ = skor total masing-masing penilai

Rumus perhitungan persentase skor ditulis dengan rumus berikut :

$$Persentase Kelayakan (\%) = \frac{Skor observasi}{Skor maksimal} \times 100 \% \quad \dots \text{Persamaan 2}$$

Setelah persentase didapatkan maka nilai tersebut diubah dalam pernyataan predikat yang menunjuk pada pernyataan keadaaan yang menunjukkan ukuran kualitas. Data yang terkumpul dianalisis dengan analisis deskriptif kuantitatif yang diungkapkan dalam distribusi skor dan persentase terhadap kategori skala penilaian yang telah ditentukan. Pencarian persentase dimaksudkan untuk mengetahui status sesuatu yang dipersentasekan dan disajikan tetap berupa persentase, tetapi dapat juga persentase kemudian ditafsirkan dengan kalimat yang bersifat kualitatif, misalnya sangat layak

(>75% - 100%), layak (>50% - 75%), kurang layak (>25% - 50%), tidak layak (0% – 25%). Skala penilaian kelayakan media pembelajaran tersebut dapat dilihat sebagaimana Tabel 6.

Tabel 6. Skala Penilaian Kelayakan Media Pembelajaran

No.	Skor dalam Persen (%)	Skala Nilai	Interprestasi
1	0% - 25%	1	Tidak Layak
2	>25% -50%	2	Cukup Layak
3	>50% - 75%	3	Layak
4	>75% - 100%	4	Sangat Layak

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Desain *Trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin

Desain yang dimaksud bertujuan untuk membuat sebuah modul pemrograman mikrokontroler dengan menggunakan bahasa *basic* dengan *software Bascom AVR* sebagai *compiler*-nya serta *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 Pin yang akan dipergunakan sebagai media pembelajaran.

a. Desain Modul Pemrograman Mikrokontroler AT Mega 40 Pin

Modul pemrograman mikrokontroler disusun sesuai dengan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin yang dibuat. Isi modul pemrograman mikrokontroler menjelaskan teori pendukung untuk *trainer* beserta latihan pembuatan kode program. Penggunaan modul dimaksudkan untuk mempermudah pengguna dalam melakukan pembelajaran.

Desain isi modul pemrograman mikrokontroler yang buat adalah sebagai berikut:

- 1) Bagian awal berisi pendahuluan terdiri atas materi deskripsi judul, petunjuk penggunaan modul, tujuan akhir, standar kompetensi, serta cek penguasaan standar kompetensi.
- 2) Bagian inti berisi materi mengenai pengenalan komponen penyusun *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin, mengenal mikrokontroler, materi pemrograman *input* dan *output*, materi pemrograman interupsi, materi pemrograman pengaksesan LCD dan ADC, materi pemrograman komunikasi serial asinkron, materi pemrograman *real time clock*, serta

soal-soal latihan terkait isi modul pemrograman mikrokontroler AT Mega 40 pin. Penjelasan masing – masing materi yang disampaikan pada bagian isi adalah sebagai berikut:

- a) Materi mengenai mengenal komponen-komponen penyusun *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin
- b) Materi mengenai mengenal mikrokontroler terdiri atas materi Apa sih itu mikrokontroler?, AVR mikrokontroler, fitur dasar AT Mega 40 pin, konfigurasi *hardware*, struktur *memory*, *Port input* dan *output*, pemrograman mikrokontroler, pengenalan bahasa pemrograman *basic*, cara meng-*compile* dengan *Bascom-AVR*, cara men-*download* program ke IC AT Mega 40 pin, cara mensimulasikan program di *Software* Proteus serta cara *setting fuses and lock bits* dengan menggunakan *USB Asp Downloader* dibantu *software Khazama*.
- c) Materi pemrograman *input* dan *output* terdiri atas materi rangkaian LED, program menyalakan LED, program menyalakan dan memadamkan LED, program menyalakan LED berjalan dari tepi, program menyalakan LED bergeser dari tepi, program menyalakan LED dengan menekan tombol, program mengubah penyalakan LED dengan *push button*, bagian ini diakhiri dengan soal latihan.
- d) Materi pemrograman interupsi berisi materi interupsi eksternal, Pemrograman interupsi eksternal, program interupsi eksternal 0 dan 1, sebagaimana bagian materi pemrograman *input* dan *output* bagian ini diakhiri dengan soal latihan.

- e) Materi pemrograman LCD dan ADC berisi materi rangkaian antarmuka LCD 2x16, pemrograman LCD, rangkaian antarmuka LCD dan ADC, program menampilkan tulisan pada LCD, program menampilkan tulisan berkedip pada LCD, menggeser tulisan pada LCD, *Analog to Digital Converter* (ADC), program penggunaan ADC untuk membaca sensor cahaya (LDR), program penggunaan ADC untuk membaca potensiometer, program penggunaan ADC untuk membaca sensor suhu (LM35), sebagaimana materi bagian pemrograman interupsi bagian ini diakhiri dengan soal latihan.
 - f) Materi pemrograman komunikasi serial berisi materi mengenai komunikasi serial asinkron, pemrograman *port serial*, program komunikasi serial searah dengan PC, program komunikasi serial dua arah antara mikrokontroler dengan PC, pemrograman komunikasi serial antara mikrokontroler dengan *software development tools*. sebagaimana materi bagian pemrograman LCD dan ADC bagian ini diakhiri dengan soal latihan.
 - g) Materi pemrograman *real time clock* berisi materi *Real Time Clock* serta contoh program pengaksesan jam dan tanggal dengan RTC.
- 3) Bagian akhir berisi penutup modul pemrograman berisi soal latihan dan kata penutup serta daftar pustaka.

b. Desain *Hardware Trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin

Langkah awal dalam pembuatan desain *Trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin dibuat dengan mendesain skematik bagian-bagian *trainer*. *Trainer* terdiri atas beberapa bagian rangkaian yang diberi identitas untuk mengetahui nama bagian rangkaian. Identitas diberikan dengan kode *Trainer* bagian 1 sampai dengan *Trainer* bagian 7 yang berarti bagian 1 sampai dengan bagian 7. Identitas yang diberikan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

- 1) *Trainer* bagian 1 untuk rangkaian sistem minimum mikrokontroler AT Mega 40 Pin berupa rangkaian osilator dan dilengkapi tombol *reset*.
- 2) *Trainer* bagian 2 rangkaian *input* dan *output* berupa 4 buah *push button* yang terhubung ke PIND.4-7 dan *Light Emitting Doide* (LED) yang terhubung ke *PORT* B dengan resistor pembatas arus, serta rangkaian *buzzer* dan *relay*.
- 3) *Trainer* bagian 3 rangkaian Interupsi berupa 2 buah *push button* yang terhubung ke pin INT0 dan INT1 atau PIND.2 dan PIND.3,
- 4) *Trainer* bagian 4 rangkaian LCD dan ADC berupa LCD yang terhubung pada *Port* C, dan sensor suhu berupa LM 35 , sensor cahaya berupa LDR dan *Variabel Resistor* berupa *multiturn* yang terhubung secara berurutan pada pin ADC *Channel* 0 sampai *Channel* 2,
- 5) *Trainer* bagian 5 rangkaian komunikasi serial asinkron berupa rangkaian komunikasi serial yang terhubung pada pin Tx dan Rx pada mikrokontroler dilengkapi dengan rangkaian *RS232 Converter* supaya

hardware dapat di-interface-kan ke komputer melalui kabel *USB to RS232 Conveter*,

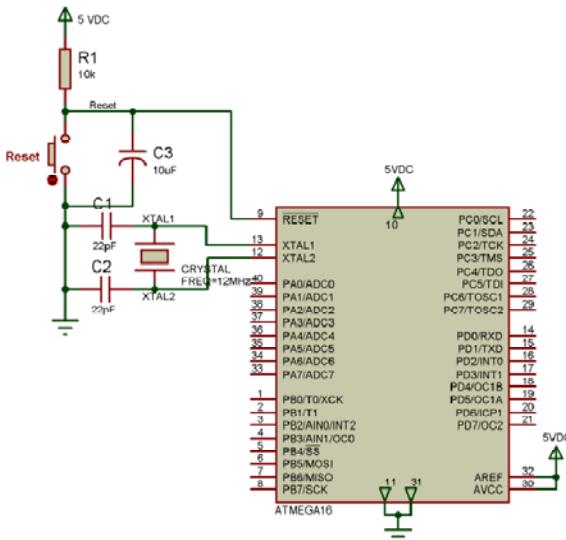
- 6) *Trainer* bagian 6 rangkaian RTC berupa rangkaian IC DS 1307 yang terhubung dengan kristal sebagai pembangkit pulsa *clock*,
- 7) *Trainer* bagian 7 rangkaian *Downloader USBAsp* yang *support* dengan *software Khazama Dowloader*.

Berikut ini penjabaran masing-masing rangkaian yang terbagi dalam bagian-bagian sebagaimana penjelasan sebelumnya.

1) *Trainer* bagian 1 rangkaian sistem minimum mikrokontroler

Rangkaian sistem minimum mikrokontroler merupakan sebuah rangkaian yang terdiri atas mikrokontroler AT Mega 40 pin, rangkaian osilator dan rangkaian *reset*. AT Mega 40 Pin berfungsi sebagai unit pemroses data yang dapat diprogram sesuai keinginan pengguna. *Crystal* dengan nilai 12 MHz merupakan sebuah rangkaian yang dipadukan dengan dua buah kapasitor keramik dengan nilai kapasitansi sebesar 22pF yang berfungsi sebagai *clock eksternal* pada rangkaian sistem minimum mikrokontroler, sedangkan *reset* merupakan sebuah rangkaian yang difungsikan untuk me-*reset* program atau dalam bahasa yang lebih mudah dipahami *reset* dapat diartikan memulai program sejak awal. Rangkaian *reset* terdiri atas sebuah resistor dengan nilai 1KΩ dan kapasitor elektrolit dengan nilai 10μF/16V yang dirangkai secara seri untuk mencegah adanya efek *bouncing* serta sebuah tombol *push button* yang akan menghubungkan pin *reset* ke jalur *ground* ketika tombol *push button* tersebut ditekan. Sebagai catatan bahwa pin *reset* pada AT Mega 40 pin

bersifat *low active*. Gambar rangkaian sistem minimum mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 11 berikut.

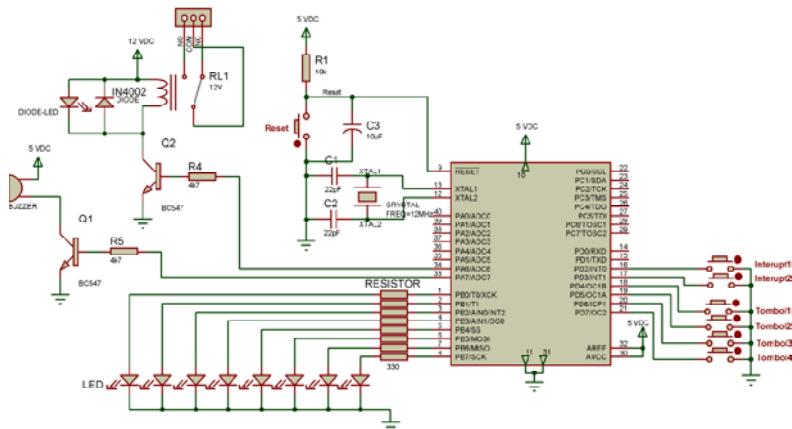


Gambar 11. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler.

2) *Trainer bagian 2 rangkaian input dan output*

Rangkaian *Input* dan *Output* merupakan rangkaian yang tersusun atas 8 buah *Light Emitting Doide* (LED) sebagai keluaran (*output*) dan 4 buah *push button* sebagai masukan (*input*). Pemasangan LED menggunakan sistem *common cathoda* yaitu LED akan menyala apabila mendapatkan logika *high* atau logika “1”. Resistor yang terhubung secara seri dengan LED bertujuan untuk membatasi arus yang mengalir pada LED ketika dinyalakan, harapannya dengan pembatasan arus tersebut usia pemakaiannya dapat diperpanjang. Pemasangan *push button* sebagai masukan menggunakan sistem *common ground* yaitu *push button* dianggap sebagai masukkan apabila mendapatkan tegangan *low* atau logika “0”, secara praktis dapat dijelaskan bahwa ketika tombol *push button* sebagai *input* ditekan maka akan menghubungkan pin yang

dimaksud menuju jalur *ground* alias mendapatkan logika *low* atau “0”. Gambar rangkaian *input* dan *output* ditunjukkan pada Gambar 12 berikut.



Gambar 12. Rangkaian *input* dan *output*

3) Trainer bagian 3 rangkaian Interupsi

Rangkaian interupsi merupakan rangkaian yang berungsi sebagai Interupsi dalam hal ini adalah Interupsi eksternal, karena pada kenyataannya AT Mega 40 pin pada dasarnya memiliki 21 buah sistem interupsi baik eksternal maupun internal. Interupsi internal diantaranya adalah interupsi atas *timer*, *brownout detector* dan sebagainya, sedangkan interupsi eksternal dapat berasal dari *input* tombol maupun dari komunikasi serial yang di-set sebagai perintah interupsi.

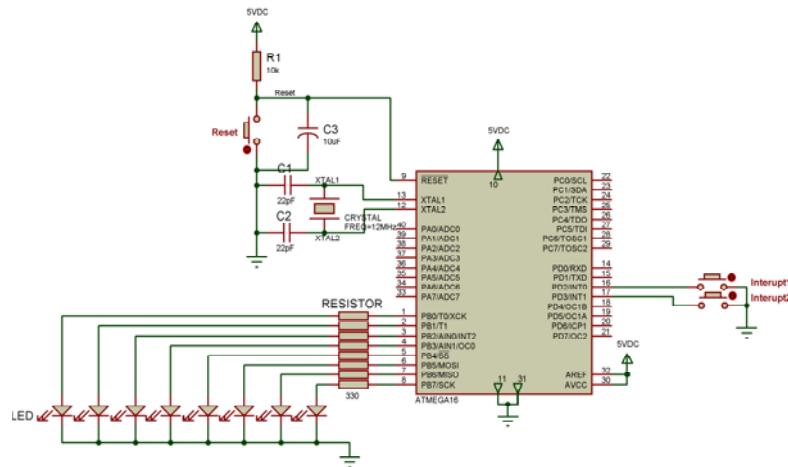
Konsep interupsi dapat dijelaskan dengan contoh ketika sebuah program dijalankan untuk menyalakan LED secara berurutan semisal dari kiri ke kanan, ketika ada sebuah sinyal masukan berupa interupsi maka program lain yang disisipkan sebagai interupsi akan dijalankan terlebih dahulu, semisal program interupsi dibuat untuk menyalakan LED berkedip 4 kali, lalu kemudian setelah program interupsi selesai dijalankan kembali ke program

awal yaitu menyalakan LED secara berurutan semisal dari kiri ke kanan.

Rangkaian interupsi berfungsi untuk meng-interupsi program utama untuk menjalankan perintah interupsi terlebih dahulu.

Selama program interupsi berjalan maka program utama berhenti sejenak untuk melaksanakan proses interupsi setelah program interupsi selesai maka akan melanjutkan program utama. Pin interupsi *eksternal* pada mikrokontroler AT Mega 40 pin yang digunakan adalah Interupsi *eksternal* 0 dan 1 dan 2, namun dalam *Trainer* ini hanya dipergunakan 2 buah pin Interupsi saja yaitu INT0 dan INT1 dengan alasan kemudahan dalam desain dan tata letak serta keterwakilan fungsi Interupsi telah dapat dijelaskan dengan menggunakan 2 buah *push button* interupsi yang dimaksud.

Interupsi *eksternal* 0, berada pada pin 16 (Pin D.2). Interupsi *eksternal* 1 berada pada pin 17 (Pin D.3) serta interupsi *eksternal* 2 pada pin 3 (Pin B.2). Interupsi *eksternal* 0 dan 1 dapat dipicu oleh 4 kondisi sinyal, yaitu : *low level* (logika “0”), *falling edge* (perubahan dari logika “1” menjadi logika “0”), *rising edge* (perubahan dari logika “0” menjadi logika “1”), dan *any logical change* (setiap perubahan logika baik dari logika “1” ke logika “0” dan sebaliknya dari logika “0” ke logika “1”). Gambar rangkaian interupsi ditunjukkan oleh Gambar 13 berikut.

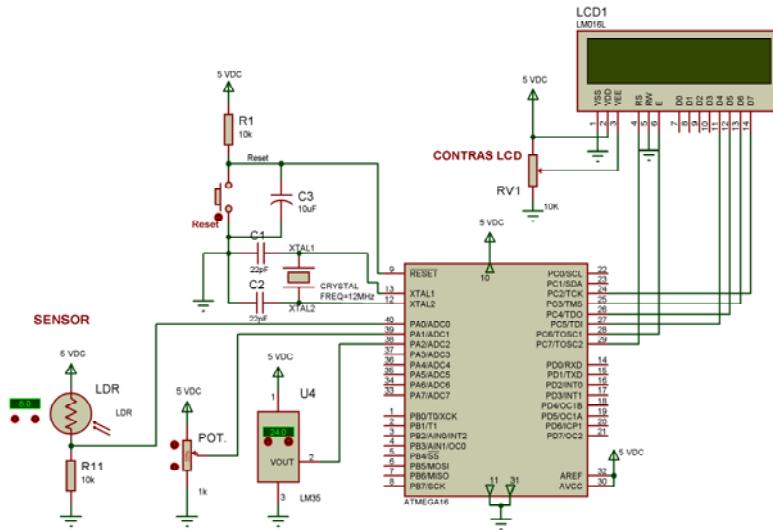


Gambar 13. Rangkaian Interupsi

4) *Trainer* bagian 4 rangkaian LCD dan ADC

Rangkaian LCD merupakan rangkaian yang berfungsi untuk menampilkan data dari mikrokontroler, LCD yang digunakan adalah 2x16 yaitu 2 baris dan 16 kolom. Penyalaan LCD menggunakan jalur 4 *bit*. Sedangkan *Analog to Digital Converter* (ADC) merupakan salah satu fitur yang dimiliki oleh AT Mega 40 pin yang secara fungsionalitas merupakan fungsi alternatif *PORT A.0-7* yang berfungsi untuk mengubah data analog semisal tegangan menjadi data *digital*. Data *analog* tersebut diproses oleh ADC *internal* pada AT Mega 40 pin dengan data mode pengubahan yang dapat dipilih dalam mode 8 *bit* atau 10 *bit*, hasil pembacaan mode 10 *bit* adalah lebih presisi dibandingkan dengan pembacaan mode 8 *bit*. Perangkat untuk materi pemrograman pembacaan ADC pada *trainer* ini menggunakan 3 buah sensor yaitu sensor suhu LM35, sensor cahaya berupa LDR dan *multiurn* dengan nilai 10K Ω yang dipergunakan untuk mengubah nilai tegangan masukan ke ADC dimana nilai tegangan

berbanding lurus dengan nilai resistansi *variable resistor*. Gambar rangkaian LCD dan ADC ditunjukkan oleh Gambar 14.

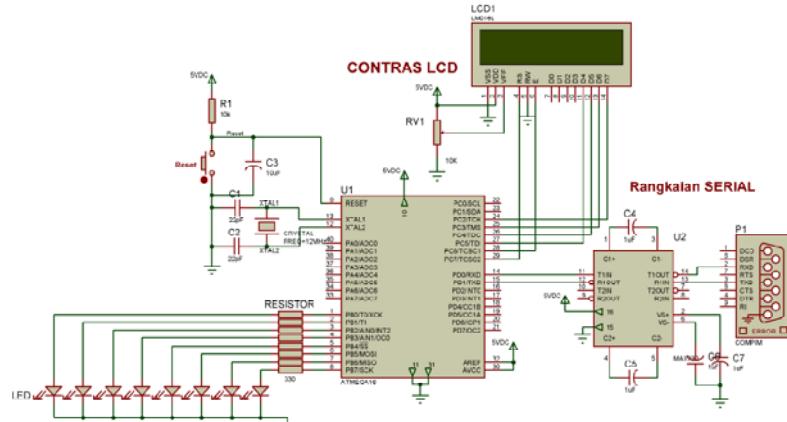


Gambar 14. Rangkaian LCD dan ADC

5) Trainer bagian 5 rangkaian komunikasi serial

Rangkaian komunikasi serial merupakan rangkaian yang berfungsi sebagai antarmuka (*interfacing*) antara mikrokontroler dengan *personal computer*. Rangkaian tersebut terdiri atas IC MAX232, kapasitor $1\mu\text{F}/16\text{V}$ dan Port DB9 siku. Komunikasi serial memiliki kemampuan pengiriman data secara searah (*half duplex*) dan atau dua arah (*full duplex*), sehingga dapat melakukan kendali menggunakan dengan komputer dengan cara mengirimkan karakter tertentu ke *trainer* mikrokontroler melalui komunikasi serial atau sebaliknya mikrokontroler mengirim data ke komputer melalui komunikasi serial, selanjutnya komputer dapat menerima dan menampilkan data yang dikirim dari mikrokontroler pada monitor dengan menggunakan *software* bawaan *Operating System Windows XP* yaitu *Hyperterminal*. Materi antarmuka

dilakukan dengan *software development tools* yaitu Delphi 7. Gambar rangkaian komunikasi serial ditunjukkan oleh Gambar 15 sebagai berikut.

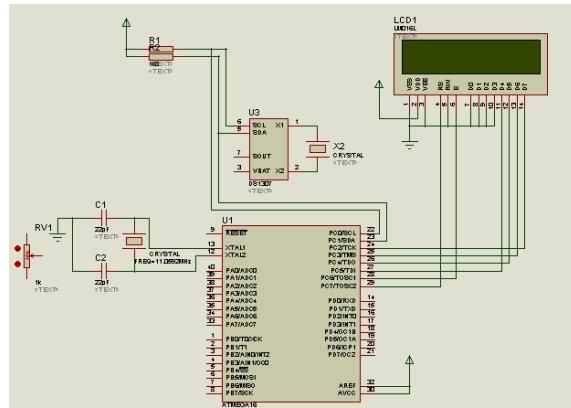


Gambar 15. Rangkaian Komunikasi Serial

6) *Trainer bagian 6 rangkaian RTC*

Rangkaian RTC merupakan rangkaian jam digital *realtime* atau lebih tepat merupakan kependekan istilah *Real Time Clock* yaitu rangkaian jam digital, data jam dan tanggal didapatkan dari IC DS1307 yang merupakan sebuah IC yang menyimpan data jam digital, termasuk data tanggal, bulan dan tahun yang dapat diakses dengan komunikasi *I2C*. Baterai CMOS dengan tegangan 3,3 volt diperlukan untuk men-*supply* tegangan pada IC DS1307 supaya data waktu tetap berjalan ketika catu daya sistem mikrokontroler dimatikan. Sebuah *crystal eksternal* dengan nilai 32MHz, dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan *clock* yang diperlukan oleh IC DS1307 supaya bekerja dengan baik.

Gambar rangkaian *Real Time Clock* ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Rangkaian Real Time Clock

7) Trainer bagian 7 rangkaian Downloader

Rangkaian *Downloader* merupakan rangkaian yang berfungsi sebagai media atau alat untuk memprogram IC mikrokontroler AT Mega 40 pin. Secara sederhana dapat dijelaskan bahwa mula-mula program ditulis pada *software compiler* dalam hal ini *bascom AVR*, setelah disimpan dalam berkas dengan ekstensi **.bas* selanjutnya proses *compile* dilakukan sehingga akan menghasilkan berkas file dengan ekstensi **.hex*. Berkas dengan ekstensi **.hex* ini lah yang nantinya akan di-*download* ke AT Mega 40 Pin dengan menggunakan rangkaian *Downloader*.

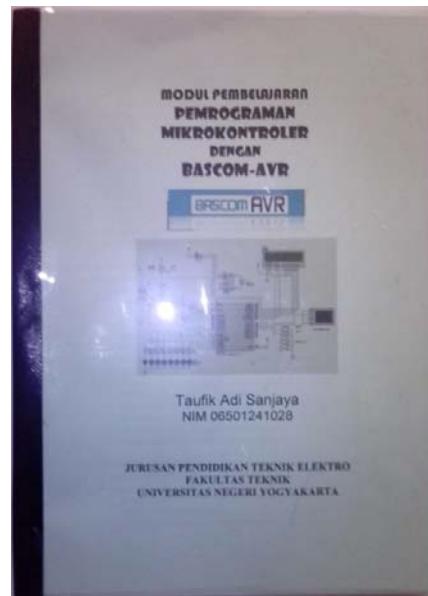
Setelah proses desain *trainer* berupa skematik dibuat, selanjutnya dibuat gambar PCB *Trainer* yang dimaksud. dicetak dan dirangkai menjadi sebuah *hardware trainer*. *Hardware trainer* diwujudkan dalam beberapa rangkaian elektronik yang merupakan komponen penyusun sebuah *hardware* sebagai sebuah *board* terpadu berupa *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin.

2. Produk *Trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin

Produk Modul Pemrogramandan *Trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin merupakan realisasi proses desain yang telah dilakukan, hasil pengembangan terdiri atas modul pembelajaran pemrograman mikrokontroler AT Mega 40 pin berupa *hardcopy* modul dan produk *trainer* berupa *hardware trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin.

a. Modul Pemrograman Mikrokontroler AT Mega 40 Pin

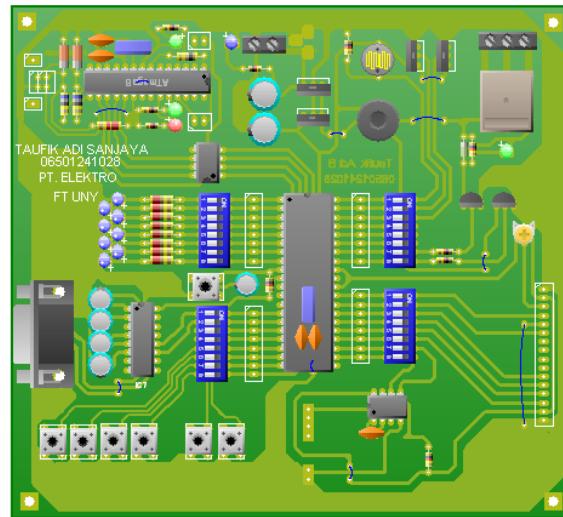
Modul pemrograman Mikrokontroler AT Mega 40 pin berisi materi yang menjelaskan materi sebagaimana yang telah dijelaskan pada proses desain yang telah dilakukan, materi yang disampaikan di dalam Modul pemrograman Mikrokontroler AT Mega 40 pin meliputi pengenalan komponen penyusun *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin, pengenalan mikrokontroler, cara *compile* program dengan *Bascom-AVR*, cara *setting fuses and lock bits*, konsep *input* dan *output*, interupsi, LCD, ADC, komunikasi serial antara mikrokontroler dengan melalui *hyperteminal* dan Delphi 7, RTC beserta contoh program dan penjelasan program. Realisasi Modul pemrograman Mikrokontroler AT Mega 40 pin dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Modul Pemrograman Mikrokontroler

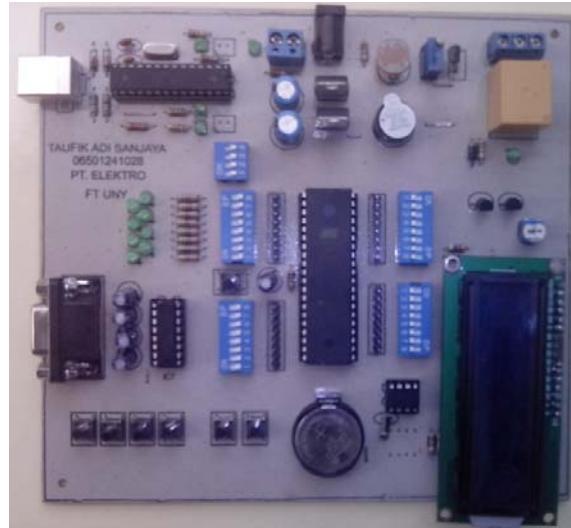
b. *Hardware Trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin

Setelah melalui proses desain kelengkapan *trainer* disertai desain skematis dilakukan dengan *software Proteus* selanjutnya desain PCB *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin dilakukan dengan menggunakan *software PCB Wizard*. Pemilihan *software PCB Wizard* untuk proses desain PCB adalah dikarenakan kemudahan penggunaan *software* dalam proses desain PCB yang dilakukan. Gambar 18 merupakan hasil desain PCB dengan tampilan *realworld* dengan menggunakan *software PCB Wizard*.



Gambar 18. Layout PCB tampilan *realworld* menggunakan *software PCB Wizard*.

Sedangkan Gambar 19 merupakan gambar hasil realisasi desain *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin yang telah dibuat.



Gambar 19 Trainer Mikrokontroler AT Mega 40 Pin

Spesifikasi yang dimiliki *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin dapat dilihat sebagai mana data spesifikasi pada Tabel 7.

Tabel 7. Spesifikasi *Trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 Pin

No.	Bagian Trainer	Spesifikasi	Keterangan
1	Downloader	USBAsp	-
2	Power Supply	12 volt DC	Minimal 1000mA
3	Sistem Minimum Mikrokontroler	AT Mega 16/32/8535/64A	Optional (pilih salah satu)
		Cristal 12Mhz	-
		Capasitor 22pF	-
4	Jam Digital	Ds 1307	Cristal 32.768KHz, CMOS 3,3 Volt
5	RS 232 Converter	Maxim 232	
6	LCD	2 x 16	2 baris, 16 kolom
7	Relay	Tegangan kerja 12 Volt DC	5 Pin
8	Buzzer	Tegangan kerja 5 Volt DC	-
9	Push Button	Push On	-
10	Variable Resistor	Multiturn 10KΩ	-
11	Sensor cahaya	LDR	-
12	Sensor Suhu	LM35	-
13	Regulator	7812 dan 7805	Untuk catu daya
14	Dipswitch	8 pin dan 4 pin	Dual In Line

3. Pengujian Unjuk Kerja *Trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin

a. Pengujian Unjuk Kerja Modul Pemrograman Mikrokontroler AT Mega 40 pin

Pengujian unjuk kerja *Trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin dilakukan dengan cara menguji materi yang disampaikan di dalam modul dengan cara disimulasikan pada *software* proteus. Jika ujicoba berjalan lancar selanjutnya diujicoba ke *Trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin. Tujuan pengujian ini

adalah untuk mengetahui kinerja media pembelajaran apakah sudah sesuai dengan desain yang telah direncanakan.

b. Pengujian Unjuk Kerja *Hardware Trainer* Mikrokontroler AT Mega

40 pin

Pengujian unjuk kerja *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin dilakukan dengan cara menguji coba fungsionalitas *trainer* dimulai dari catu daya hingga ujicoba perbagian *trainer* dengan setiap program yang telah disesuaikan dengan contoh dalam modul. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja media pembelajaran apakah sudah sesuai dengan rancangan. *Trainer* diprogram sesuai dengan contoh program pada modul pemrograman, unjuk kerja *trainer* tersebut harus mengeksekusi sesuai program ada penjelasan modul pemrograman.

Materi pemrograman yang dibuat pada *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin terdiri atas 5 bagian yaitu konsep *input* dan *output*, interupsi, LCD, ADC, komunikasi serial dan RTC. Data hasil pengujian *trainer* AT Mega 40 pin dijabarkan sebagai berikut.

1) Pengujian Catu Daya

Pengujian catu daya dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran pada kaki *output* IC *regulator* LM7812 dan *regulator* LM7805 dengan menggunakan AVO meter *digital* yang diatur dalam mode pembacaan tegangan atau dalam mode Volt Meter DC dengan batas ukur 50 Volt DC, hal ini dilakukan mengingat tegangan yang akan diukur maksimal bernilai sekitar

12 volt DC. Hasil pengukuran tegangan pada *output* catu daya ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengukuran Tegangan LM7805 dan LM7812

No.	Pengukuran ke-	V _{Out} LM7812	V _{Out} LM7805	Error LM7812 (%)	Error LM7805 (%)
1	1	12 Volt	5,05 Volt	0	1%
2	2	12 Volt	5,05 Volt	0	1%
3	3	12 Volt	5,05 Volt	0	1%

Berdasarkan Tabel 8 yang menunjukkan hasil pengukuran pada IC *regulator* LM7812 dan *regulator* LM7805 tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa tegangan keluaran yang dihasilkan oleh masing-masing *regulator* cukup stabil.

2) Pengujian Bagian Tombol masukan (*input*) dan keluaran (*Output*)

Bagian *input* pada *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin menggunakan 4 buah *push button* yang dipasang pada *Port D.2 – Port D.7*. Sedangkan untuk keluaran berupa *relay* terhubung pada *Port A.7* sedangkan *buzzer* terhubung pada *Port A.6*.

a) Bagian Bagian Tombol masukan (*Input*)

Rancangan yang dibuat pada *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin diatur supaya tombol masukkan alias tombol *input* bersifat *active low*, dimana saat tombol ditekan maka akan terhubung ke *ground* yang menyebabkan pin yang terhubung dengan tombol *push button* yang dimaksud akan berlogika *low*, sehingga pin mikrokontroler yang tersambung pada *push button* akan berlogika *low* yang sebelumnya di-set berlogika *high* akibat pemberian *pull up internal* pada pin tersebut. Cara menguji *trainer* bagian *input*, *trainer*

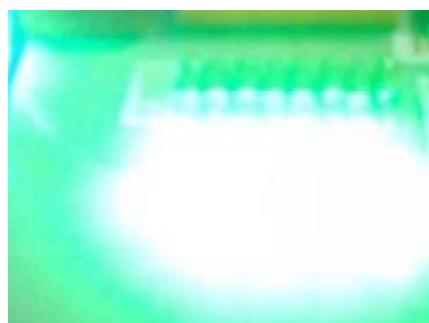
diprogram untuk membaca tombol dan mengeluarkannya pada *output* LED yang terpasang pada *Port B.0 – Port B.7*



Gambar 20. Pengujian Bagian Tombol masukan (*Input*)

b) Bagian Keluaran (*Output*)

Bagian keluaran pada *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin LED sebagai *display* keluaran (*output*) merupakan LED yang disusun secara *common cathode*, sehingga bersifat *high active*. Ketika pin pada mikrokontroler yang terhubung dengan LED berlogika *high* (1), maka LED akan menyala. Resistor yang terhubung secara seri dengan LED dimanfaatkan sebagai pembatas arus untuk memperpanjang usia pemakaian LED. Pengujian *trainer* ini bagian yang digunakan adalah *output* LED yang berjumlah 8 buah yang terpasang pada *Port B. 0-Port B.7*.



Gambar 21. Pengujian Bagian keluaran LED (*Ouput*)

3) Pengujian Bagian Interupsi eksternal

Interupsi merupakan sebuah kondisi dimana program utama yang sedang berjalan dihentikan sementara untuk untuk melayani permintaan interupsi yang terjadi. Untuk AT Mega 40 pin ini memiliki sumber interupsi sebanyak 21 buah, tiga diantaranya merupakan interupsi *eksternal*. Cara menguji *trainer* bagian interupsi, *trainer* diprogram untuk menyalakan LED yang terpasang pada *Portb.0 – Portb.7* disertai interupsi untuk yang nantinya akan menjalankan rutin interupsi yang dibuat.

4) Pengujian Bagian LCD

Pengujian Bagian LCD menunjukkan bahwa rangkaian LCD dapat menampilkan tulisan sesuai dengan program yang di-*download*-kan pada mikrokontroler. Hal tersebut membuktikan bahwa unjuk kerja rangkaian *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin bagian LCD dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 22. Pengujian Bagian LCD

5) Pengujian Bagian ADC

Sensor suhu berupa LM 35, sensor cahaya berupa LDR dan variable resistor berupa multiturn dengan nilai $10K\Omega$ secara berurutan terhubung pada Port A.0 – Port A.2. pada proses percobaan data keluaran sensor suhu, sensor cahaya dan variable resistor akan berubah ubah sesuai dengan intensitas masukkan suhu yang diubah ke bentuk sinyal tegangan, intensitas cahaya yang diubah ke dalam bentuk tegangan maupun perputaran trimmer pada variable

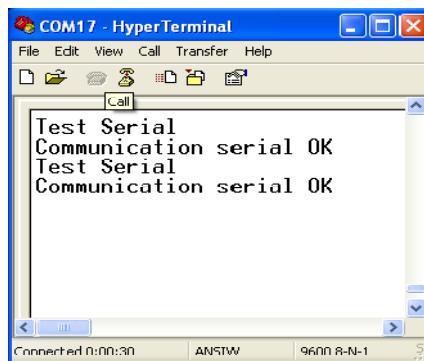
resistor yang akan mengubah besaran nilai hambatan yang secara otomatis juga akan mengubah keluaran tegangan yang dihasilkan.



Gambar 23. Pengujian Bagian ADC

6) Pengujian Bagian Komunikasi Serial

Komunikasi serial antara komputer dengan sistem mikrokontroler dilakukan dengan bantuan rangkaian RS232 Converter, dengan memanfaatkan IC MAXIM 232 sebagai IC pengubah logika komunikasi serial Transistor-Transistor Logic (TTL) pada pin tx dan rx mikrokontroler menjadi standard RS 232 yang memang menjadi standard komunikasi data serial antara komputer dengan peranti serial pada umumnya. Cara menguji *trainer* bagian komunikasi serial adalah dengan memprogram mikrokontroler untuk berkomunikasi data serial dengan komputer secara searah dari mikrokontroler ke komputer. Komunikasi serial secara searah yang dimaksud adalah adanya transmit (pengiriman) data dari mikrokontroler yang kemudian di-receive (terima) oleh komputer melalui *hyperterminal*.



Gambar 24. Pengujian Bagian Komunikasi Serial ditampilkan pada *Hyperteminal*

7) Pengujian Bagian RTC

Penjelasan sederhana untuk bagian RTC ini adalah dapat disebut sebagai bagian jam digital dengan tampilan LCD. Pengujian dilakukan dengan men-download-kan program akses RTC ke mikrokontroler. Setelah program tersebut di-download-kan pada *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin, maka dapat dilihat hasil program tersebut dengan melihat tampilan LCD.



Gambar 25. Pengujian Bagian RTC

Berdasarkan berbagai proses pengujian tersebut, hasil uji coba produk *trainer* berupa *hardware* didapatkan hasil sesuai dengan harapan. Bagian modul pembelajaran dilakukan perbaikan yakni dengan mencetak modul pembelajaran dengan gambar berwarna (bukan hitam putih) serta perbaikan bagian modul yang membahas *output* berupa penyalaan LED dengan menghapus bagian simbol tombol *push button* yang dinilai oleh ahli materi yaitu bapak Herlambang Sigit P, ST, M.Cs akan membingungkan pengguna pemula.

Setelah proses perbaikan modul pembelajaran tersebut, produk dapat diuji cobakan. Proses ujicoba kelayakan modul pembelajaran beserta *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin ini dilakukan terhadap dua orang guru yang mengajar mata diklat pemrograman mikrokontroler di SMK, satu orang guru SMK Negeri 2 Depok dan satu orang guru SMK 1 Piri Yogyakarta. Pemilihan guru yang mengajar Mata Diklat Pemrograman Mikrokontroler tersebut dilakukan berdasarkan teori pemilihan sampel dengan teknik bertujuan

(*purposive sampling*), Sukardi (2008:64) menyatakan untuk menentukan seseorang menjadi sampel atau tidak, didasarkan pada tujuan tertentu, misal dengan pertimbangan profesional yang dimiliki oleh si peneliti dalam usahanya memperoleh informasi yang relevan dengan tujuan penelitian.

4. Pengujian Kelayakan (Validasi Isi dan Validasi Konstrak) *Trainer*

Mikrokontroler AT Mega 40 pin

Tahap pengujian terhadap tingkat validitas penggunaan media pembelajaran dilakukan dengan uji validasi yang meliputi validasi isi (*content validity*) dan validasi konstrak (*construct validity*). Data validasi isi diperoleh atas penilaian ahli materi dan data validasi konstrak diperoleh atas ahli media pembelajaran. ahli materi adalah dosen ahli materi pemrograman mikrokontroler AT Mega 40 pin, sedangkan ahli media pembelajaran adalah dosen ahli dalam bidang media pembelajaran.

Proses mendapatkan data berupa tingkat kelayakan media pembelajaran dilakukan dengan pengumpulan data angket yang diberikan kepada Ahli. Proses validasi dilakukan dengan menemui Ahli dan memaparkan materi serta cara penggunaan produk *Trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin kepada ahli sehingga melalui proses pemaparan tersebut, maka para Ahli dapat menilai tingkat kelayakan media pembelajaran tersebut dan dapat memberikan saran apabila media pembelajaran perlu diperbaiki. Selanjutnya uji validasi isi dan validasi kontrak akan dilakukan oleh pengguna, dalam hal ini guru SMK yang mengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler.

a. Hasil Uji Validasi Isi (*Content Validity*)

Uji validasi isi dilakukan dengan mengambil data ahli materi dan guru SMK yang mengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler sebagai pengguna untuk menilai tingkat kelayakan materi yang disampaikan dalam modul pemrograman *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin. Ahli materi yang ditunjuk sebagai pemberi *expert judgement* supaya mendapatkan hasil uji validasi adalah Bapak Herlambang Sigit P, ST, M.Cs dan Bapak Rustam Asnawi, M.T, Ph.D. Sedangkan guru yang dijadikan responden untuk pengisian angket penilaian kelayakan oleh pengguna dengan tujuan mendapatkan data validasi isi (*content validity*) adalah Bapak Kodrat Sapto Wibowo, S.Pd.T yang merupakan guru pengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler di SMK Negeri 2 Depok, dan Bapak Fanny Hidayat,S.Pd.T yang merupakan guru pengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler SMK 1 Piri Yogyakarta.

1) Hasil Uji Validasi Isi oleh Ahli Materi

Hasil uji validasi ini berupa angket penilaian ahli pemrograman oleh ahli materi, penilaian ditinjau berdasarkan dua aspek yaitu aspek kualitas materi dan kemanfaatan. Data penilaian ahli materi pembelajaran disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Data Penilaian Uji Validasi Ahli Materi

No.	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesesuaian	
		Ahli 1	Ahli 2
A. Aspek Kualitas Materi			
1	Kesesuaian tata cara penggunaan <i>trainer</i>	3	4
2	Kesesuaian materi terhadap kompetensi dasar mikrokontroler	3	4
3	Kesesuaian dengan SK/KD	3	3
4	Kemudahan penyampaian materi untuk difahami	3	3
5	Kesesuaian materi modul dengan <i>trainer</i>	3	3
6	Kemudahan isi materi untuk difahami	3	3
7	Kesesuaian soal latihan dengan materi	3	3
8	Kesesuaian skema dengan materi	3	2
9	Keruntutan materi	3	3
10	Kemudahan dalam proses belajar	4	3
11	Keseimbangan gambar dan tulisan	3	3
12	Keterkaitan dengan materi elektronika pendukung	3	3
13	Kesesuaian contoh program dengan materi	3	4
Jumlah Skor		40	41
B. Aspek Kemanfaatan			
14	Membantu proses belajar peserta didik	4	3
15	Memotivasi peserta didik untuk belajar	3	3
16	Membantu guru dalam pembelajaran	3	3
17	Membangkitkan minat belajar peserta didik	3	3
18	Efekif sebagai media pembelajaran	3	3
Jumlah Skor		17	15

Setelah data penilaian diperoleh berdasarkan penilaian ahli materi, maka selanjutnya dilakukan proses perhitungan untuk mencari nilai persentase kelayakan media berdasarkan hasil uji validasi isi (*content validity*). Langkah dalam proses perhitungan dicontohkan seperti dibawah ini.

a) Mencari Nilai Rerata Skor

Persamaan yang digunakan dalam mencari nilai rerata skor adalah persamaan 1 sebagaimana telah dibahas ada bab iii.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan :

\bar{x} = Rerata Skor

$\sum x$ = Total Skor

n = Jumlah butir Instrumen sesuai aspek yang dinilai

Perhitungan rerata skor dilakukan menggunakan persamaan 1. Hasil perhitungan rerata skor untuk aspek kualitas materi oleh ahli materi 1 adalah sebagai berikut:

Diketahui :

Jumlah butir instrumen untuk aspek kualitas materi = 13

Total skor = 40

Besarnya rerata skor aspek kualitas materi oleh ahli materi 1 adalah :

$$\bar{x} = \frac{40}{13}$$

$$\bar{x} = 3,076$$

Bersadarkan perhitungan rerata skor yang telah dilakukan diperoleh data bahwa rerata skor aspek kualitas materi oleh ahli materi 1 adalah sebesar 3,077.

b) Mencari Persentase (%)

Proses perhitungan nilai persentase kelayakan digunakan persamaan 2 sebagai mana telah dibahas pada bab iii.

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor maksimal}} \times 100 \%$$

Berdasarkan persamaan 2 tersebut, didapatkan nilai persentase untuk aspek kualitas materi melalui perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Persentase kelayakan} = \frac{40}{52} \times 100\%$$

$$\text{Persentase kelayakan} = 76,92 \%$$

Bersadarkan perhitungan persentase kelayakan yang telah dilakukan diperoleh data bahwa persentase kelayakan aspek kualitas materi oleh ahli materi 1 adalah sebesar 76,92 %.

Setelah melalui proses perhitungan melalui persamaan 1 dan persamaan 2, maka data rerata skor dan persentase aspek kualitas materi dan kemanfaatan materi ditampilkan dalam bentuk Tabel supaya lebih mudah difahami, Tabel hasil perhitungan uji validasi ahli materi ditunjukkan sebagaimana Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Uji Validasi Ahli Materi

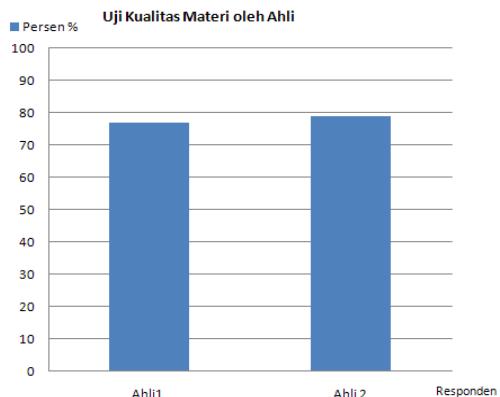
No	Aspek penilaian	Rerata skor	Σ Hasil skor	Σ Skor Maksimum	Persentase (%)
Ahli Materi 1					
1	Kualitas materi	3,077	40	52	76,92
2	Kemanfaatan	3,4	17	20	85
Rata-rata Ahli Materi 1					80,96
Ahli Materi 2					
1	Kualitas materi	3,15	41	52	78,85
2	Kemanfaatan	3	15	20	75
Rata-rata Ahli Materi 2					76,92

Berdasarkan Tabel 10 hasil persentase uji validasi ahli materi yang dinilai berdasarkan aspek kualitas materi dan kemanfaatan diperoleh 80.96% untuk ahli materi 1, 76,92% untuk ahli materi 2.

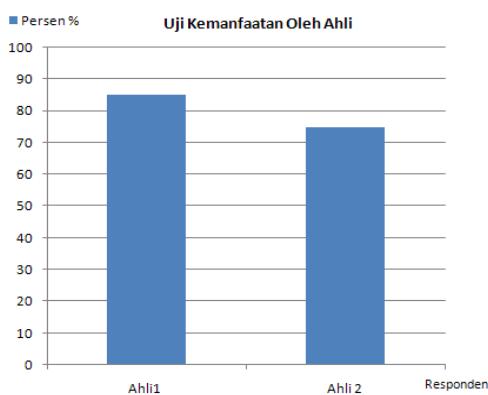
Berdasarkan Gambar 26 dan Gambar 27 diperoleh data bahwa ditinjau berdasarkan aspek kualitas materi yang didapatkan berdasarkan penilaian oleh

2 ahli materi memperoleh persentase 76,92% dan 78,85 % sehingga dapat dihitung persentase rata-rata penilaian kualitas materi adalah 77,88%, sedangkan berdasarkan aspek kemanfaatan diperoleh data penilaian oleh 2 ahli materi memperoleh persentase 85 %, 75% sehingga data dihitung rata-rata kemanfaatan materi adalah 80,00% .

Data persentase kedua aspek tersebut dapat diwujudkan dalam bentuk diagram batang grafik persentase kualitas materi oleh ahli dan diagram batang kemanfaatan oleh ahli sebagaimana Gambar 26 dan Gambar 27.



Gambar 26. Grafik Persentase Kualitas Materi oleh Ahli Materi



Gambar 27. Grafik Persentase Kemanfaatan oleh Ahli Materi

Perolehan dua aspek yang dinilai secara keseluruhan materi pada modul pemrograman mikrokontroler AT Mega 40 pin dengan *Bascom-AVR* adalah 78.94%. Berdasarkan data perolehan persentase total yang didapatkan berdasarkan data penilaian oleh ahli materi diketahui bahwa angka persentase berada di atas 75%, maka tingkat kelayakan materi media pembelajaran ini adalah sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran di SMK.

2) Hasil Uji Validasi Isi oleh guru

Selanjutnya akan dibahas mengenai hasil uji validasi ini berupa angket penilaian ahli pemrograman berdasarkan penilaian guru terkait materi yang disajikan dalam modul pemrograman, penilaian ditinjau berdasarkan dua aspek yaitu aspek kualitas materi dan kemanfaatan. Responden dalam penelitian terhadap guru pengampu mata diklat pemrograman komputer diambil dua orang responden yaitu Bapak Kodrat Sapto Wibowo, S.Pd.T yang merupakan guru pengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler di SMK Negeri 2 Depok, dan Bapak Fanny Hidayat, S.Pd.T yang merupakan guru pengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler di SMK 1 Piri Yogyakarta.

Data penilaian materi pembelajaran oleh guru pengampu mata diklat pemrograman disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Data Penilaian Uji Validasi Materi oleh guru

No.	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesesuaian	
		Guru 1	Guru 2
A. Aspek Kualitas Materi			
1	Kesesuaian tata cara penggunaan <i>trainer</i>	4	4
2	Kesesuaian materi terhadap kompetensi dasar mikrokontroler	3	4
3	Kesesuaian dengan SK/KD	3	3
4	Kemudahan penyampaian materi untuk difahami	3	3
5	Kesesuaian materi modul dengan <i>trainer</i>	3	4
6	Kemudahan isi materi untuk difahami	3	3
7	Kesesuaian soal latihan dengan materi	3	3
8	Kesesuaian skema dengan materi	2	3
9	Keruntutan materi	2	2
10	Kemudahan dalam proses belajar	3	3
11	Keseimbangan gambar dan tulisan	2	3
12	Keterkaitan dengan materi elektronika pendukung	3	3
13	Kesesuaian contoh program dengan materi	3	3
Jumlah Skor		37	41
B. Aspek Kemanfaatan			
14	Membantu proses belajar peserta didik	3	3
15	Memotivasi peserta didik untuk belajar	3	3
16	Membantu guru dalam pembelajaran	3	3
17	Membangkitkan minat belajar peserta didik	3	3
18	Keefekifan sebagai media pembelajaran	2	3
Jumlah Skor		14	15

Setelah data penilaian media diperoleh berdasarkan penilaian oleh guru pengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler, maka selanjutnya akan dilakukan proses perhitungan untuk mencari nilai persentase kelayakan media pembelajaran dilihat berdasarkan hasil uji validasi isi (*content validity*).

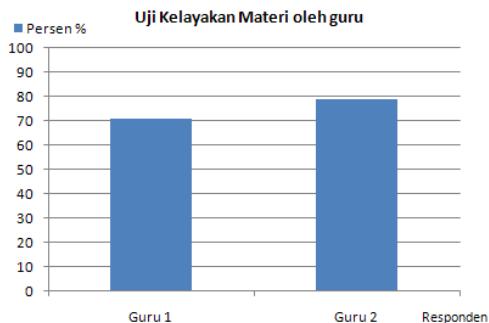
Perhitungan dalam mencari nilai persentase dilakukan dengan persamaan 2, kemudian dimasukkan kedalam Tabel 12 untuk mempermudah penyampaian data. Tabel 12 menunjukkan hasil perhitungan uji validasi isi berdasarkan

materi yang disampaikan pada modul pemrograman mikrokontroler. Berdasarkan Tabel 12 mengenai data hasil perhitungan uji validasi oleh guru terhadap materi dilihat berdasarkan aspek kualitas materi dan kemanfaatan diperoleh persentase sebesar 70,58% berdasarkan penilaian guru pertama, sedangkan penilaian oleh guru kedua diperoleh persentase sebesar 76,92%. Hasil Perhitungan Uji Validasi oleh guru terhadap materi terlihat pada Tabel 12.

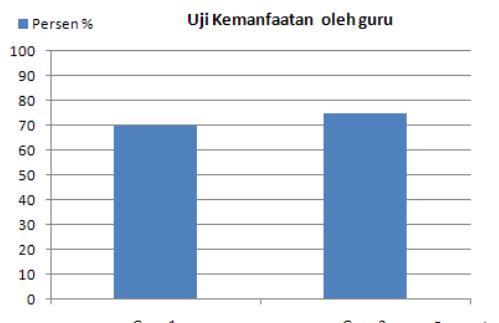
Tabel 12. Hasil Perhitungan Uji Validasi oleh guru terhadap materi

No	Aspek penilaian	Rerata skor	Σ Hasil skor	Σ Skor maksimum	Persentase (%)
Guru 1					
1	Kualitas materi	2,85	37	52	71,15
2	Kemanfaatan	2,8	14	20	70,00
Rata-rata penilaian Guru 1					70,58
Guru 2					
1	Kualitas materi	3,15	41	52	78,84
2	Kemanfaatan	3	15	20	75,00
Rata-rata penilaian Guru 2					76,92

Gambar 28 menunjukkan grafik persentase kualitas materi oleh guru terhadap materi. Gambar 29 menunjukkan grafik persentase kemanfaatan oleh guru. Berdasarkan grafik tersebut diperoleh data bahwa ditinjau berdasarkan aspek materi yang didapatkan atas penilaian 2 guru memperoleh persentase 71,15% dan 78,84 %, maka diperoleh rata-rata persentase kualitas materi adalah 75%, sedangkan berdasarkan aspek kemanfaatan diperoleh data berdasarkan penilaian oleh 2 guru memperoleh persentase 70 % dan 75% sehingga diperoleh rata-rata persentase kemanfaatan materi adalah 72,50% .



Gambar 28. Grafik Persentase Kualitas Materi oleh guru



Gambar 29. Grafik Persentase Kemanfaatan oleh guru

Perolehan dua aspek yang dinilai secara keseluruhan materi pada modul pemrograman mikrokontroler AT Mega 40 pin dengan *Bascom-AVR* adalah 73.75%. Melihat data perolehan persentase total yang didapatkan berdasarkan penilaian ahli materi maka tingkat validasi materi pembelajaran ini adalah layak digunakan sebagai media pembelajaran di SMK.

b. Hasil Uji Validasi Konstrak (*Construct Validity*)

1) Hasil Uji Validasi Konstrak oleh Ahli

Hasil uji validasi konstrak berupa angket penilaian untuk ahli media pembelajaran. Media pembelajaran berupa *trainer* pemrograman mikrokontroler AT Mega 40 pin. Sebelum proses penilaian dilakukan oleh ahli. Peneliti menunjukkan cara penggunaan *trainer* kepada ahli untuk dapat

difahami bagian- bagian serta cara penggunaan *trainer* tersebut. Angket penilaian ahli media pembelajaran ini ditinjau berdasarkan tiga aspek yaitu (1) aspek keefektifan desain tampilan, (2) aspek teknis dan (3) aspek kemanfaatan. Ahli yang ditunjuk untuk memberikan *expert judgement* dalam proses validasi konstrak (*construct validity*) ini adalah Bapak Rustam Asnawi, M.T, Ph.D. Data penilaian oleh ahli media pembelajaran disajikan dalam Tabel 13.

Tabel 13. Data Penilaian Uji Validasi Ahli Media

No	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesesuaian
		Ahli Media
A. Keefektifan Desain Tampilan		
1	Tata letak komponen	3
2	Kerapihan pemasangan	3
3	Pemilihan Komponen	3
4	Kejelasan Indikator	3
5	Desain menarik	3
Jumlah Skor		15
B. Teknis		
6	Kesesuaian dengan kebutuhan	3
7	Kesesuaian dengan teori	3
8	Kestabilan kinerja	3
9	Kemudahan operasi <i>swicthing</i>	3
10	Kemudahan pengoperasian	3
11	Keamanan dari bahaya kelistrikan	3
12	Kesesuaian dengan SK/KD	3
Jumlah Skor		21
C. Kemanfaatan		
13	Mempermudah pembelajaran	3
14	Mewakili kompetensi pemrograman Mikrokontroler	4
15	Memotivasi peserta didik	3
16	Meningkatkan perhatian peserta didik	4
17	Merangsang kemauan peserta didik	3
18	Memudahkan guru	3
19	Mempercepat proses belajar	3
20	Berkaitan dengan elektro lainnya	3
Jumlah Skor		26

Langkah perhitungan dalam mencari nilai rerata skor dan persentase tingkat kelayakan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin dapat dilihat sebagaimana perhitungan pada bagian uji validasi isi. Langkah yang dilakukan dalam perhitungan adalah sama persis. Hasil perhitungan uji validasi ahli media ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Perhitungan Uji Validasi Ahli Media

No	Aspek penilaian	Rerata skor	Σ Hasil skor	Σ Skor maksimum	Persentase (%)
Ahli Media					
1	Keefektifan Desain Tampilan	3,00	15	20	75,00
2	Teknis	3,00	21	28	75,00
3	Kemanfaatan	3,25	26	32	81,25
Rata-rata Ahli Media					77,08

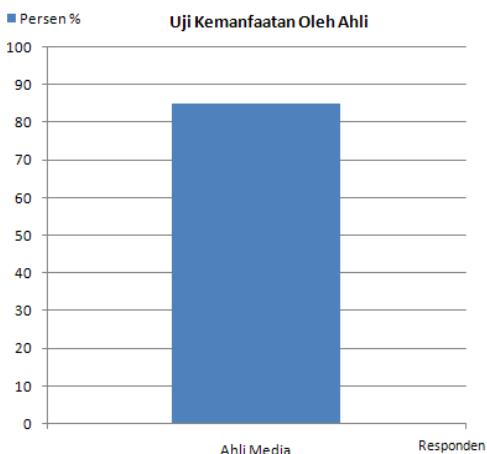
Data pada Tabel 14 tersebut dapat diwujudkan dalam bentuk diagram batang berdasarkan masing – masing aspek penilaian. Berdasarkan grafik diagram batang pada Gambar 30, Gambar 31 dan Gambar 32 dapat diperoleh data penilaian oleh dua orang ahli media berdasarkan aspek keefektifan desain tampilan media pembelajaran memperoleh persentase 75,00 sedangkan aspek teknis memperoleh 75.00% dan aspek kemanfaatan memperoleh 81,25%.



Gambar 30. Grafik Persentase Keefektifan Desain Tampilan oleh Ahli Media



Gambar 31. Grafik Persentase Teknis oleh Ahli Media



Gambar 32. Grafik Persentase Kemanfaatan oleh Ahli Media

Perolehan tiga aspek yang dinilai secara keseluruhan media pembelajaran ini memperoleh persentase 77,08%. Berdasarkan data perolehan persentase total yang didapatkan berdasarkan penilaian ahli media maka tingkat kelayakan melebihi angka 75% sehingga tingkat kelayakan media pembelajaran ini adalah sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran di SMK.

2) Hasil Uji Validasi Konstrak oleh guru

Pengambilan data untuk mendapatkan penilaian validasi konstrak oleh guru dilakukan terhadap responden yang sama dengan responden pada

pengambilan data validasi isi oleh guru. Guru pengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler yang dijadikan responden untuk pengisian angket dengan tujuan mendapatkan data validasi konstrak (*construct validity*) adalah Bapak Kodrat Sapto Wibowo, S.Pd.T yang merupakan guru pengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler di SMK Negeri 2 Depok, dan Bapak Fanny Hidayat, S.Pd.T yang merupakan guru mata diklat pemrograman mikrokontroler di SMK 1 Piri Yogyakarta.

Hasil uji validasi konstrak berupa angket penilaian untuk guru terkait media pembelajaran. Angket penilaian ahli media pembelajaran ini ditinjau atas tiga aspek yaitu (1) aspek keefektifan desain tampilan, (2) aspek teknis dan (3) aspek kemanfaatan. Persentase data penilaian untuk ahli media pembelajaran disajikan dalam Tabel 15.

Tabel 15. Data Penilaian Uji Validasi Ahli Media

No	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesesuaian	
		Guru 1	Guru 2
A. Keefektifan Desain Tampilan			
1	Tata letak komponen	3	4
2	Kerapihan pemasangan	2	3
3	Pemilihan Komponen	3	3
4	Kejelasan Indikator	3	3
5	Desain menarik	3	3
Jumlah Skor		14	16
B. Teknis			
6	Kesesuaian dengan kebutuhan	3	3
7	Kesesuaian dengan teori	3	3
8	Kestabilan kinerja	2	3
9	Kemudahan operasi <i>swicthing</i>	3	3
10	Kemudahan pengoperasian	3	3
11	Keamanan dari bahaya kelistrikan	3	2
12	Kesesuaian dengan SK/KD	3	3
Jumlah Skor		20	20
C. Kemanfaatan			
13	Mempermudah pembelajaran	3	3
14	Mewakili kompetensi pemrograman Mikrokontroler	3	3
15	Memotivasi peserta didik	3	3
16	Meningkatkan perhatian peserta didik	3	3
17	Merangsang kemauan peserta didik	3	3
18	Memudahkan guru	3	3
19	Mempercepat proses belajar	3	3
20	Berkaitan dengan elektro lainnya	3	3
Jumlah Skor		24	24

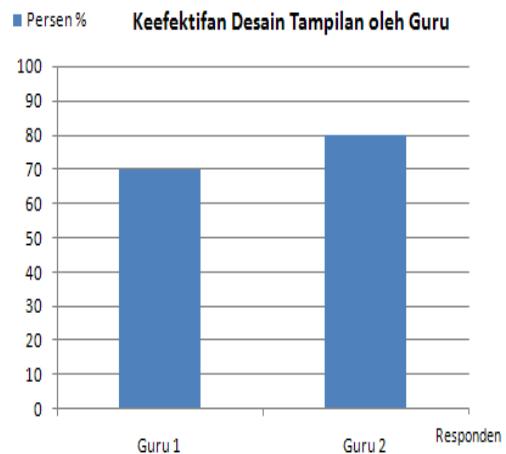
Langkah perhitungan dalam mencari nilai persentase tingkat kelayakan dilihat berdasarkan uji validasi konstrak (*construct validity*) sama dengan langkah uji validasi isi. Pada Tabel 16 ditunjukkan data hasil perhitungan uji validasi konstrak oleh guru pengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler yang dijadikan responden. Berdasarkan Tabel 16 hasil persentase uji validasi media oleh guru yang dinilai berdasarkan keefektifan

desain tampilan, teknis dan kemanfaatan diperoleh 71.81% untuk ahli media 1, dan 75.47% untuk ahli media 2.

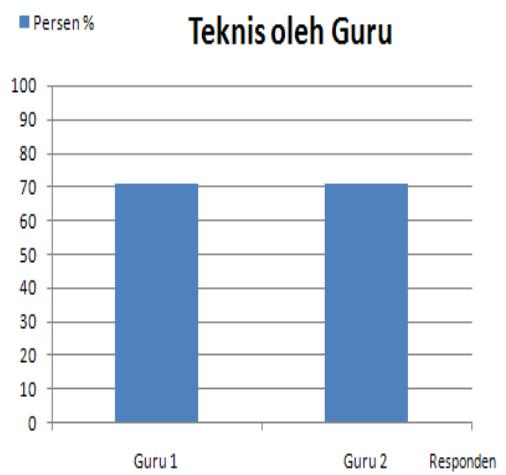
Tabel 16. Hasil Perhitungan Uji Validasi Media oleh Guru

No	Aspek penilaian	Rerata skor	Σ Hasil skor	Σ Skor maksimum	Persentase (%)
Guru 1					
1	Keefektifan Desain Tampilan	2,8	14	20	70,00
2	Teknis	2,9	20	28	71,42
3	Kemanfaatan	3	24	32	75,00
Rata-rata penilaian Guru 1					71,81
Guru 2					
1	Keefektifan Desain Tampilan	3,2	16	20	80,00
2	Teknis	2,9	20	28	71,42
3	Kemanfaatan	3,0	24	32	75,00
Rata-rata penilaian Guru 2					75,47

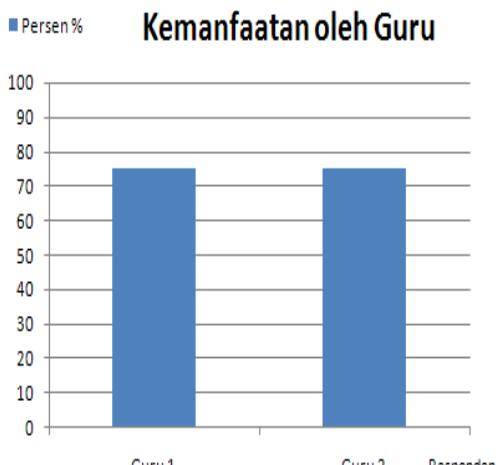
Gambar 33, Gambar 34 dan Gambar 35 merupakan grafik batang berdasarkan data pada Tabel 16. Berdasarkan gambar tersebut, dapat diperoleh data aspek keefektifan desain tampilan media oleh dua orang ahli, media pembelajaran ini memperoleh persentase 70,00% dan 80,00%, untuk rata-ratanya diperoleh 75,00%, aspek teknis memperoleh 70,00% dan 70,00% untuk rata-ratanya diperoleh 70,00% sedangkan aspek kemanfaatan memperoleh 75,00% dan 75,00% untuk rata-ratanya diperoleh 75,00%.



Gambar 33. Grafik Persentase Keefektifan Desain Tampilan oleh Guru



Gambar 34. Grafik Persentase Teknis oleh Guru



Gambar 35. Grafik Persentase Kemanfaatan oleh Guru

Perolehan tiga aspek yang dinilai secara keseluruhan media pembelajaran ini memperoleh persentase 73,63 %. Data perolehan persentase total yang didapatkan berdasarkan data penilaian guru untuk kelayakan media tersebut berada pada rentang antara 51% - 76% maka tingkat kelayakan media pembelajaran ini adalah layak digunakan sebagai media pembelajaran di SMK.

B. Pembahasan

Pembahasan penelitian ini ditujukan pada poin permasalahan yang diangkat dalam rumusan masalah. Permasalahan itu selanjutnya dibahas satu per satu sesuai dengan hasil data yang telah diperoleh selama penelitian. Berikut ini penjelasan pembahasan masing-masing poin yang diangkat dalam rumusan masalah pada penelitian ini.

1. Bagaimana unjuk kerja *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin dalam mengeksekusi contoh-contoh program dalam modul pendamping *trainer* ?

Hasil pengujian yang dilakukan pada *trainer* dilakukan dengan catu daya 12 Volt DC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa secara keseluruhan *trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 pin dapat mengeksekusi contoh-contoh program dalam modul pendamping *trainer* sesuai dengan penjelasan pada modul. Dengan demikian unjuk kerja *trainer* tersebut telah sesuai dengan yang diharapkan sebagai media pembelajaran pemrograman mikrokontroler di SMK.

2. Bagaimana tingkat kelayakan Modul Pembelajaran dan *Trainer* Mikrokontroler AT Mega 40 Pin Sebagai Media Pembelajaran di SMK ?

Berdasarkan data yang diperoleh melalui proses validasi yang dilakukan dengan *expert judgment* dengan para ahli bidang materi dalam pembelajaran pemrograman mikrokontroler serta ahli media dalam pembelajaran pemrograman mikrokontroler serta beberapa masukkan yang diterima yang diberikan para ahli tersebut dijadikan acuan dalam perbaikan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin yang dikembangkan dapat disampaikan beberapa hal sebagai berikut.

a. Validasi Isi (*Content Validity*)

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil validasi isi (*content validity*) dapat disampaikan bahwa hasil penelitian menunjukkan perolehan persentase aspek kualitas materi oleh 2 ahli materi diperoleh rata-rata sebesar 77.88%,

sedangkan aspek kemanfaatan memperoleh 80.00%. Kedua aspek tersebut didapatkan persentase keseluruhan validasi isi materi yaitu sebesar 78.94%. Sedang penilaian guru SMK didapatkan persentase keseluruhan validasi isi materi yaitu sebesar 73.75%. sehingga diperoleh rata-rata 76,35%. Tingkat kelayakan isi modul pemrograman mikrokontroler AT Mega 40 pin dengan *Bascom-AVR* sebagai media pembelajaran dikategorikan layak.

b. Validasi Konstrak (*Construct Validity*)

Hasil pengujian validasi konstrak dibagi menjadi tiga aspek penilaian yaitu keefektifan desain tampilan, teknis dan kemanfaatan dan penelitian oleh ahli media didapatkan perolehan rata-rata persentase penilaian 1 ahli media untuk aspek keefektifan desain tampilan sebesar 75%, sedangkan aspek teknis memperoleh 75% dan aspek kemanfaatan memperoleh 81,25%.

Berdasarkan data penilaian ketiga aspek tersebut oleh ahli media didapatkan persentase keseluruhan validasi konstrak yaitu sebesar 77.08%. Sedangkan penilaian oleh guru SMK didapatkan ketiga aspek tersebut baik oleh ahli media didapatkan persentase keseluruhan validasi konstrak yaitu sebesar 73,63 %. Sehingga diperoleh rata-rata persentase validasi kontrak sebesar 75,36%. Tingkat validasi konstrak *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai media pembelajaran di SMK dikatagorikan sangat layak.

BAB V **KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Unjuk kerja *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin dapat disampaikan bahwa *trainer* mampu mengeksekusi contoh-contoh program yang disampaikan di dalam modul pendamping *trainer*. Contoh-contoh program tersebut ditulis menggunakan bahasa pemrograman *basic* dengan *software compiler* *Bascom-AVR*. Catu daya yang dipergunakan dalam proses pengujian untuk kerja *trainer* tersebut adalah 12 Volt DC dengan *rating* arus 1 Ampere.
2. Tingkat kelayakan *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin dilihat berdasarkan data uji validasi isi (*content validity*) diperoleh persentase 78,04%, uji validasi konstrak (*construct validity*) diperoleh persentase 77,08%, berdasarkan hasil yang diperoleh tersebut, maka *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran. Hasil penilaian kelayakan oleh pengguna yang dibagi menjadi dua aspek yaitu aspek materi dan media, secara keseluruhan hasil penilaian oleh guru pengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler memperoleh persentase kelayakan sebesar 73,71% dengan kategori layak.

B. Keterbatasan

Penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin sebagai media pembelajaran memiliki

keterbatasan dan kekurangan yaitu terbatasnya materi yang dibahas di dalam modul pemrograman pendamping *trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin, belum mendukung untuk AT Mega 8515, serta kurangnya materi antarmuka antara mikrokontroler dengan komputer dengan *Software Development Tools* lain semisal *Microsoft Visual Basic* atau *Microsoft Visual C* dan lain-lain. Uji unjuk kerja *trainer* terbatas pada aspek kemampuan *trainer* dalam mengeksekusi contoh program yang disampaikan pada modul pendamping *trainer* dan tidak membahas unjuk kerja dari aspek lain semisal aspek spesifikasi range catu daya maksimal, kemampuan teknis Analog to Digital Converter dan sebagainya. Ujicoba kelayakan *trainer* hanya dilakukan oleh dua orang guru pengampu mata diklat pemrograman mikrokontroler dan belum diujicoba penggunaannya oleh peserta didik di SMK.

Selain keterbatasan aspek ujicoba unjuk kerja produk hasil penelitian, serta keterbatasan belum dilakukannya ujicoba penggunaan *trainer* oleh peserta didik di SMK, keterbatasan penggunaan angket sebagai instumen untuk mendapatkan data penelitian menjadi tambahan keterbatasan penelitian disebabkan kejujuran responden dalam pengisian angket menjadi faktor penentu kesesuaian data yang diisikan responden dengan kondisi sebenarnya.

C. Saran

Peneliti memberikan beberapa saran untuk penelitian pengembangan media pembelajaran ini. Saran tersebut terperinci sebagai berikut.

1. Penambahan kelengkapan materi *trainer* yaitu semisal berupa *keypad*, *dot matrik*, sensor suhu dan kelembaban, modem GSM, *seven segment*,

external EEPROM sehingga semakin banyak materi yang tersampaikan kepada peserta didik.

2. *Trainer* mikrokontroler AT Mega 40 pin untuk dapat diupayakan supaya mendukung untuk IC AT Mega 8515, dengan tambahan *adapter* untuk IC AT Mega 8515.
3. Materi antarmuka melalui komunikasi serial dengan komputer menggunakan *Delphi* untuk dapat dikembangkan dengan *software development tools* lain semisal *Microsoft Visual Basic*, *Microsoft Visual C*, dan lain-lain.
4. Perlu dikembangkan multimedia pembelajaran berbasis komputer dengan dilengkapi video untuk materi pemrograman yang disampaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, Sudijono.(1998). *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Yogyakarta: Sumbangsih Offset.
- Anderson,R.H.(1987).*Pemilihan dan Pengembangan Media Untuk Pembelajaran*. Jakarta: Universitas Terbuka dan Pusat Antar Universitas di Universitas Terbuka.
- Arief S. Sadiman.(2010). *Media Pendidikan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Azhar, Arsyad.(2011). *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Cecep dan Bambang.(2011). *Media Pembelajaran Manual dan Digital*. Bogor: Ghalia
- Depdiknas.(2003). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta.
- E. Mulyasa.(2003). *Kurikulum Berbasis Kompetensi: konsep, karakteristik dan implementasi*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Kamus Besar Bahasa Indonesia.(1989). *Kamus Lengkap Bahasa Indonesia*. Jakarta.
- Nana S. Sukmadinata.(2005). *Landasan Psikologi Proses Pendidikan*, Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Pengembangan Diklat Pusdiklat.(2003). *Pedoman Penyusunan Kurikulum dan Modul pelatihan Berorientasi Pembelajaran*. Jakarta : Pusdiklat.
- Slameto.(2010). *Belajar dan Faktor-faktor yang Memengaruhinya*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Sudjana, N. dan Rivai, A.(1990). *Media Pengajaran*. Bandung: Sinar Baru Offset.
- Sugiyono.(2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono.(2012). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suharsimi, Arikunto.(2010). *Manajemen Penelitian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

- Sukardi. (2008). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Widodo & Gamayel Rizal.(2007). *Belajar sendiri 12 Proyek. Mikrokontroler Untuk Pemula*. Jakarta: PT.Elex media komputindo.

**SURAT PENGANTAR UJI VALIDITAS
INSTRUMEN PENELITIAN SKRIPSI**

Yang bertandatangan di bawah ini:

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

Selaku dosen pembimbing skripsi dari:

Nama : Taufik Adi Sanjaya
NIM : 06501241028
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

Judul Skripsi : **“Kelayakan Modul Pembelajaran dan *Trainer* Mikrokontroler
ATMega 40 Pin Sebagai Media Pembelajaran”**

Mohon kesediaan Bapak:

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

Untuk melakukan *judgment* instrumen penelitian dengan judul diatas. Atas bantuan dan
kesediaan Bapak, kami haturkan banyak terima kasih.

Yogyakarta, Agustus 2013

Dosen Pembimbing,



Moh. Khairudin, Ph.D.

NIP. 19790412 200212 1 002

Hai : Permohonan *Judgment* Instrumen

Kepada Yth. : Sigit Yatmono, M.T.

Dengan Hormat,

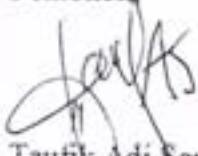
Dalam rangka memperoleh bukti validitas instrumen penelitian skripsi dengan judul "**Kelayakan Modul Pembelajaran dan Trainer Mikrokontroler ATMega 40 Pin Sebagai Media Pembelajaran**", maka dengan ini saya:

Nama : Taufik Adi Sanjaya
NIM : 06501241028
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro
Dosen Pembimbing : Moh. Khairudin, Ph.D.

Memohon kepada Bapak untuk bersedia memberikan penilaian validitas angket penelitian ini. Atas bantuan dan kesediaan Bapak, saya ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, Agustus 2013

Pemohon



Taufik Adi Sanjaya
NIM. 06501241028

**SURAT PERNYATAAN JUDGEMENT
INSTRUMEN PENELITIAN**

Setelah membaca, mencermati, memahami instrument dari penelitian yang berjudul **“Kelayakan Modul Pembelajaran dan Trainer Mikrokontroler ATMega 40 Pin Sebagai Media Pembelajaran”** yang disusun oleh:

Nama : Taufik Adi Sanjaya
NIM : 06501241028
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

Dengan ini saya:

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

Menyatakan bahwa instrumen tersebut:

VALID / TIDAK VALID

Adapun masukan dan saran untuk pemberian penilaian bagi peneliti adalah sebagai berikut:

- Butir 4 diperbaiki yg pertanyaan/pernyataan: Materi dalam modul ini sudah disajikan secara rumit.
 - Butir 14 → kew mewantah diganti mempermudah agar tidak sama dg butir 13.
 - Butir 9 → kew rumit diganti dg kew benar agar tidak sama dg butir 9.
-
.....
.....

Yogyakarta, Agustus 2013

Validator

Sigit Yatmono, M.T.

NIP. 19730125 199903 1 001

Instrumen Penelitian

1. Kisi-Kisi Instrumen Ahli Materi "Kelayakan Modul Pembelajaran dan Trainer Mikrokontroller ATMega 40 Pin Sebagai Media Pembelajaran"

No	Aspek	Indikator	No. Butir
1.	Kualitas Materi	Kesesuaian modul pembelajaran untuk <i>trainer</i> mikrokontroller <i>Trainer</i> Mikrokontroller ATMega 40 Pin	1
		Relevansi materi bahan ajar dengan Standar Kompetensi / Kompetensi Dasar	2
		Kelengkapan materi modul pembelajaran	3
		Keruntutan materi modul pembelajaran	4
		Materi pada modul pembelajaran sudah sesuai dengan <i>Trainer</i>	5
		Penggunaan bahasa yang mudah dipahami	6
		Contoh latihan yang sudah memadahi	7
		Penyajian gambar pada modul yang sudah baik	8
		Ketepatan penyajian isi modul	9
		Memberikan kesempatan belajar siswa	10
		Adanya keseimbangan antara tulisan dengan gambar	11
		Berhubungan dengan pembelajaran bidang elektronika lainnya	12
2.	Kemanfaatan	Membantu dalam proses pembelajaran / kelengkapan bahan ajar	13
		Mempermudah proses pembelajaran	14
		Dapat memotivasi siswa	15
		Memudahkan guru dalam proses pembelajaran	16
		Membangkitkan minat dan perhatian	17
		Keefektifan untuk proses pembelajaran	18

No	Kriteria Penilaian	No. Item
1	Aspek kualitas materi	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
2	Aspek kemanfaatan	13,14,15,16,17,18

Instrumen Penelitian

Lembar Observasi Ahli Materi

Berilah tanda (✓) pada kolom yang tersedia sesuai pendapat Bapak/Ibu/Saudara terhadap pernyataan tentang **Kelayakan Modul Pembelajaran dan Trainer Mikrokontroler ATMega 40 Pin Sebagai Media Pembelajaran**. Media pembelajaran ini terdiri dari *Trainer* dan Modul Pembelajaran Mikrokontroler ATMega 40 Pin. Sebelum dan sesudahnya kami mengucapkan terimakasih.

Keterangan :

- 4 : Sangat Setuju**
- 3 : Setuju**
- 2 : Cukup Setuju**
- 1 : Tidak Setuju**

No.	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesesuaian			
		4	3	2	1
A. Aspek Kualitas Materi					
1	Materi yang disajikan dalam modul pembelajaran ini telah sesuai untuk digunakan dalam pemanfaatan <i>Trainer</i> Mikrokontroler ATMega 40 Pin				
2	Materi dalam modul ini mewakili kompetensi dasar bidang mikrokontroler				
3	Materi yang terdapat pada modul ini sudah sesuai dengan SK/KD				

Instrumen Penelitian

4	Penyajian materi pada modul ini mudah difahami <i>Penyajian materi dalam modul ini disajikan secara runut</i>			
5	Materi yang disajikan dalam Modul Pembelajaran Mikrokontroler ATMega 40 Pin sudah sesuai dengan <i>Trainer</i>			
6	Modul pembelajaran ini mudah dipahami oleh siswa			
7	Contoh latihan yang diberikan dalam modul ini telah sesuai dengan materi yang disajikan			
8	Kualitas penyajian skema rangkaian dalam modul ini dapat di baca dan difahami dengan jelas			
9	Modul sudah tertata dengan rapi, teratur, sistematis dan <i>runtut benar</i>			
10	Materi dalam modul ini dapat memotivasi belajar siswa			
11	Modul ini memiliki keseimbangan penyajian antara tulisan dengan gambar			
12	Materi pada modul ini berhubungan dengan pembelajaran bidang elektronika lainnya			
B. Aspek Kemanfaatan				
13	Modul ini dapat membantu proses pembelajaran siswa dalam pembuatan			

Instrumen Penelitian

	program pada Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
14	Modul ini dapat membantu siswa dalam memahami materi pembuatan program pada Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
15	Modul ini dapat memotivasi siswa untuk belajar membuat program pada Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
16	Modul ini dapat membantu guru pengajar/pembimbing dalam mengajarkan proses pembuatan program pada Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
17	Modul ini dapat membangkitkan minat dan perhatian siswa pada pembuatan program pada Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
18	Modul ini efektif apabila digunakan sebagai pembelajaran pemrograman pada Mikrokontroler ATMega 40 Pin			

Aspek Kebenaran Materi

No	Bagian yang perlu diperbaiki	Saran perbaikan

Instrumen Penelitian

Kesimpulan

Modul Pembelajaran dan *Trainer* Mikrokontroler ATMega 40 Pin Sebagai

Media Pembelajaran:

- Layak dan dapat digunakan tanpa perbaikan
- Layak dan dapat digunakan dengan perbaikan
- Tidak dapat digunakan

		Yogyakarta, Juni 2013 Validator, NIP.
--	--	---

Instrumen Penelitian

2. Kisi-Kisi Instrumen Ahli Media ” Kelayakan Modul Pembelajaran Dan Trainer Mikrokontroller ATMega 40 Pin Sebagai Media Pembelajaran”

No	Aspek	Indikator	No. Butir
1.	Keefektifan desain tampilan	Tata letak komponen	1
		Kerapian pemasangan komponen	2
		Ketepatan pemilihan komponen	3
		Keseuaian tampilan indikator (Led)	4
		Daya tarik tampilan keseluruhan	5
2.	Teknis	Kualitas racangan media pembelajaran	6
		Unjuk kerja media pembelajaran	7
		Kestabilan media pembelajaran	8
		Koneksi <i>DipSwitch</i> yang mudah	9
		Pengoperasian media pembelajaran	10
		Keamanan media pembelajaran	11
		Sistematika penyajian media pembelajaran	12
3.	Kemanfaatan	Mempermudah proses pembelajaran	13
		Mewakili kompetensi pembelajaran	14
		Menumbuhkan motivasi siswa	15
		Meningkatkan perhatian	16
		Merangsang kemauan siswa	17
		Memberikan kemudahan kepada guru pengajar	18
		Mempercepat proses pembelajaran	19
		Memiliki keterkaitan dengan materi lain	20

No	Kriteria Penilaian	No. Item
1	Keefektifan desain tampilan	1,2,3,4,5
2	Teknis	6,7,8,9,10,11,12
3	Kemanfaatan	13,14,15,16,17,18,19,20

Instrumen Penelitian

Lembar Observasi Ahli Media

Berilah tanda (✓) pada kolom yang tersedia sesuai pendapat Bapak/Ibu/Saudara terhadap pernyataan tentang **Kelayakan Modul Pembelajaran dan Trainer Mikrokontroler ATMega 40 Pin Sebagai Media Pembelajaran**. Media pembelajaran ini terdiri dari *Trainer* dan Modul Pemrograman Mikrokontroler ATMega 40 Pin . Sebelum dan sesudahnya kami mengucapkan terimakasih.

Keterangan :

- 4 : Sangat Setuju**
- 3 : Setuju**
- 2 : Cukup Setuju**
- 1 : Tidak Setuju**

No.	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesesuaian			
		4	3	2	1
	A. Kefektifan Desain Tampilan				
1	Tata letak komponen sudah sesuai standard perancangan PCB				
2	Kerapian pemasangan komponen				
3	Ketepatan pemilihan komponen				
4	Indicator (led) dapat dilihat dengan jelas				
5	Tata Letak <i>Trainer</i> Mikrokontroler ATMega 40 Pin dapat menarik minat belajar siswa				
	B. Teknis				

Instrumen Penelitian

6	Perancangan media pembelajaran sudah sesuai dengan kebutuhan			
7	Media pembelajaran dapat bekerja sesuai dengan teori			
8	Kestabilan kinerja media pembelajaran sudah sesuai dengan konsep teori pada modul pembelajaran			
9	DipSwitch pada <i>Trainer</i> mudah dikoneksikan			
10	Media pembelajaran ini mudah dioperasikan			
11	Media pembelajaran ini aman digunakan siswa			
12	Sistematika penyajian materi dalam media pembelajaran sudah sesuai dengan SK / KD			
C. Kemanfaatan				
13	<i>Trainer</i> ini mempermudah proses pembelajaran pembuatan program pada mikrokontroler ATMega 40 Pin			
14	<i>Trainer</i> ini mewakili kompetensi pembelajaran pemrograman Mikrokontroler			
15	<i>Trainer</i> ini dapat menumbuhkan motivasi siswa dalam membuat program pada Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
16	<i>Trainer</i> ini meningkatkan perhatian siswa			

Instrumen Penelitian

	dalam mengikuti pembelajaran pemrograman pada Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
17	<i>Trainer</i> ini merangsang kemauan siswa untuk belajar bidang Mikrokontroler			
18	<i>Trainer</i> ini dapat memberikan kemudahan kepada guru/pembimbing dalam mengajarkan proses pembuatan program pada Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
19	<i>Trainer</i> ini dapat mempercepat proses pembelajaran pembuatan program Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
20	Modul ini memiliki keterkaitan dengan materi lain bidang elektronika			

Aspek Kebenaran Materi

No	Bagian yang perlu diperbaiki	Saran perbaikan

Instrumen Penelitian

Kesimpulan

Modul Pembelajaran dan *Trainer* Mikrokontroler ATMega 40 Pin Sebagai

Media Pembelajaran dinyatakan :

- Layak dan dapat digunakan tanpa perbaikan
- Layak dan dapat digunakan dengan perbaikan
- Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, Juni 2013

Validator,

.....
NIP.

Instrumen Penelitian

2. Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Media ” Kelayakan Modul Pembelajaran dan Trainer Mikrokontroller ATMega 40 Pin sebagai Media Pembelajaran” untuk Guru Mata Diklat Pemrograman Mikrokontroler

No	Aspek	Indikator	No. Butir
1.	Keefektifan desain tampilan	Tata letak komponen	1
		Kerapian pemasangan komponen	2
		Ketepatan pemilihan komponen	3
		Keseuaian tampilan indikator (Led)	4
		Daya tarik tampilan keseluruhan	5
2.	Teknis	Kualitas racangan media pembelajaran	6
		Unjuk kerja media pembelajaran	7
		Kestabilan media pembelajaran	8
		Koneksi <i>DipSwitch</i> yang mudah	9
		Pengoperasian media pembelajaran	10
		Keamanan media pembelajaran	11
		Sistematika penyajian media pembelajaran	12
3.	Kemanfaatan	Mempermudah proses pembelajaran	13
		Mewakili kompetensi pembelajaran	14
		Menumbuhkan motivasi siswa	15
		Meningkatkan perhatian	16
		Merangsang kemauan siswa	17
		Memberikan kemudahan kepada guru pengajar	18
		Mempercepat proses pembelajaran	19
		Memiliki keterkaitan dengan materi lain	20

No	Kriteria Penilaian	No. Item
1	Keefektifan desain tampilan	1,2,3,4,5
2	Teknis	6,7,8,9,10,11,12
3	Kemanfaatan	13,14,15,16,17,18,19,20

Instrumen Penelitian

Lembar Observasi Guru Untuk Tampilan Media

Berilah tanda (✓) pada kolom yang tersedia sesuai pendapat Bapak/Ibu/Saudara terhadap pernyataan tentang **Kelayakan Modul Pembelajaran dan Trainer Mikrokontroler ATMega 40 Pin Sebagai Media Pembelajaran**. Media pembelajaran ini terdiri dari *Trainer* dan Modul Pemrograman Mikrokontroler ATMega16 40 Pin. Sebelum dan sesudahnya kami mengucapkan terimakasih.

Keterangan :

- 4 : Sangat Setuju**
- 3 : Setuju**
- 2 : Cukup Setuju**
- 1 : Tidak Setuju**

No.	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesesuaian			
		4	3	2	1
	A. Kefektifan Desain Tampilan				
1	Tata letak komponen sudah sesuai standard perancangan PCB				
2	Kerapian pemasangan komponen				
3	Ketepatan pemilihan komponen				
4	Indicator (led) dapat dilihat dengan jelas				
5	Tata Letak <i>Trainer</i> Mikrokontroler ATMega 40 Pin dapat menarik minat belajar siswa				
	B. Teknis				

Instrumen Penelitian

6	Perancangan media pembelajaran sudah sesuai dengan kebutuhan			
7	Media pembelajaran dapat bekerja sesuai dengan teori			
8	Kestabilan kinerja media pembelajaran sudah sesuai dengan konsep teori pada modul pembelajaran			
9	DipSwitch pada <i>Trainer</i> mudah dikoneksikan			
10	Media pembelajaran ini mudah dioperasikan			
11	Media pembelajaran ini aman digunakan siswa			
12	Sistematika penyajian materi dalam media pembelajaran sudah sesuai dengan SK / KD			
C. Kemanfaatan				
13	<i>Trainer</i> ini mempermudah proses pembelajaran pembuatan program pada mikrokontroler ATMega 40 Pin			
14	<i>Trainer</i> ini mewakili kompetensi pembelajaran pemrograman Mikrokontroler			
15	<i>Trainer</i> ini dapat menumbuhkan motivasi siswa dalam membuat program pada Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
16	<i>Trainer</i> ini meningkatkan perhatian siswa			

Instrumen Penelitian

	dalam mengikuti pembelajaran pemrograman pada Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
17	<i>Trainer</i> ini merangsang kemauan siswa untuk belajar bidang Mikrokontroler			
18	<i>Trainer</i> ini dapat memberikan kemudahan kepada guru/pembimbing dalam mengajarkan proses pembuatan program pada Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
19	<i>Trainer</i> ini dapat mempercepat proses pembelajaran pembuatan program Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
20	Modul ini memiliki keterkaitan dengan materi lain bidang elektronika			

Aspek Kebenaran Materi

No	Bagian yang perlu diperbaiki	Saran perbaikan

Instrumen Penelitian

Kesimpulan

Modul Pembelajaran dan *Trainer* Mikrokontroler ATMega 40 Pin Sebagai

Media Pembelajaran dinyatakan :

- Layak dan dapat digunakan tanpa perbaikan
- Layak dan dapat digunakan dengan perbaikan
- Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, Juni 2013

Validator

NIP.

Instrumen Penelitian

1. Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Materi "Kelayakan Modul Pembelajaran dan Trainer Mikrokontroller ATMega 40 Pin sebagai Media Pembelajaran" untuk Guru Mata Diklat Pemrograman Mikrokontroler

No	Aspek	Indikator	No. Butir
1.	Kualitas Materi	Kesesuaian modul pembelajaran untuk <i>trainer</i> mikrokontroller <i>Trainer</i> Mikrokontroller ATMega 40 Pin	1
		Relevansi materi bahan ajar dengan Standar Kompetensi / Kompetensi Dasar	2
		Kelengkapan materi modul pembelajaran	3
		Keruntutan materi modul pembelajaran	4
		Materi pada modul pembelajaran sudah sesuai dengan <i>Trainer</i>	5
		Penggunaan bahasa yang mudah dipahami	6
		Contoh latihan yang sudah memadahi	7
		Penyajian gambar pada modul yang sudah baik	8
		Ketepatan penyajian isi modul	9
		Memberikan kesempatan belajar siswa	10
		Adanya keseimbangan antara tulisan dengan gambar	11
		Berhubungan dengan pembelajaran bidang elektronika lainnya	12
2.	Kemanfaatan	Membantu dalam proses pembelajaran / kelengkapan bahan ajar	13
		Mempermudah proses pembelajaran	14
		Dapat memotivasi siswa	15
		Memudahkan guru dalam proses pembelajaran	16
		Membangkitkan minat dan perhatian	17
		Keefektifan untuk proses pembelajaran	18

No	Kriteria Penilaian	No. Item
1	Aspek kualitas materi	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
2	Aspek kemanfaatan	13,14,15,16,17,18

Instrumen Penelitian

Lembar Observasi Guru Untuk Isi Materi

Berilah tanda (✓) pada kolom yang tersedia sesuai pendapat Bapak/Ibu/Saudara terhadap pernyataan tentang **Kelayakan Modul Pembelajaran dan Trainer Mikrokontroler ATMega 40 Pin Sebagai Media Pembelajaran**. Media pembelajaran ini terdiri dari *Trainer* dan Modul Pemrograman Mikrokontroler ATMega 40 pin . Sebelum dan sesudahnya kami mengucapkan terimakasih.

Keterangan :

- 4 : Sangat Setuju**
- 3 : Setuju**
- 2 : Cukup Setuju**
- 1 : Tidak Setuju**

No.	Kriteria Penilaian	Tingkat Kesesuaian			
		4	3	2	1
A. Aspek Kualitas Materi					
1	Materi yang disajikan dalam modul pembelajaran ini telah sesuai untuk digunakan dalam pemanfaatan <i>Trainer</i> Mikrokontroler ATMega 40 pin				
2	Materi dalam modul ini mewakili kompetensi dasar bidang mikrokontroler				
3	Materi yang terdapat pada modul ini sudah sesuai dengan SK/KD				

Instrumen Penelitian

4	Penyajian materi pada modul ini mudah difahami			
5	Materi yang disajikan dalam Modul Pembelajaran Mikrokontroler ATMega 40 pin sudah sesuai dengan <i>Trainer</i>			
6	Modul pembelajaran ini mudah dipahami oleh siswa			
7	Contoh latihan yang diberikan dalam modul ini telah sesuai dengan materi yang disajikan			
8	Kualitas penyajian skema rangkaian dalam modul ini dapat di baca dan difahami dengan jelas			
9	Modul sudah tertata dengan rapi, teratur, sistematis dan runtut			
10	Materi dalam modul ini dapat memotivasi belajar siswa			
11	Modul ini memiliki keseimbangan penyajian antara tulisan dengan gambar			
12	Materi pada modul ini berhubungan dengan pembelajaran bidang elektronika lainnya			
B. Aspek Kemanfaatan				
13	Modul ini dapat membantu proses pembelajaran siswa dalam pembuatan			

Instrumen Penelitian

	program pada Mikrokontroler ATMega 40 pin			
14	Modul ini dapat membantu siswa dalam memahami materi pembuatan program pada Mikrokontroler ATMega 40 pin			
15	Modul ini dapat memotivasi siswa untuk belajar membuat program pada Mikrokontroler ATMega 40 Pin			
16	Modul ini dapat membantu guru pengajar/pembimbing dalam mengajarkan proses pembuatan program pada Mikrokontroler ATMega 40 pin			
17	Modul ini dapat membangkitkan minat dan perhatian siswa pada pembuatan program pada Mikrokontroler ATMega 40 pin			
18	Modul ini efektif apabila digunakan sebagai pembelajaran pemrograman pada Mikrokontroler ATMega 40 pin			

Instrumen Penelitian

Aspek Kebenaran Materi

No	Bagian yang perlu diperbaiki	Saran perbaikan

Kesimpulan

Modul Pembelajaran dan *Trainer* Mikrokontroler ATMega 40 Pin Sebagai

Media Pembelajaran:

- Layak dan dapat digunakan tanpa perbaikan
- Layak dan dapat digunakan dengan perbaikan
- Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, Juni 2013

Validator

.....
NIP.

KOMPETENSI KEAHLIAN
TEKNIK OTOMASI INDUSTRI



SILABUS

MATA PELAJARAN **KOMPETENSI KEJURUAN**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
2011

NAMA SEKOLAH : SMK Negeri 2 Depok
MATA PELAJARAN : Kejuruan Otomasi Industri
KELAS/SEMESTER : XI / 3
STANDAR KOMPETENSI : Mengoperasikan Sistem Mikroprosesor dan Sistem Mikrokontroler
KODE KOMPETENSI : 012.KK.05
ALOKASI WAKTU : 152 X 45 Menit

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR	KARAKTER
					TM	PS	PI		
5.1.Memahami prinsip operasi Mikroprosesor dan Mikrokontroler	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Perkembangan kemampuan Mikroprosesor dijelaskan ➤ Dijelaskan fungsi dan cara kerja ketiga bus [Data, Address, dan Control] ➤ Dijelaskan Peta Memori dan Dekoder Alamat 	<ul style="list-style-type: none"> • Dasar-dasar Mikroprosesor dan Mikrokontroler • Prinsip operasi mikroprosesor • Macam-macam dan jenis Mikroprosesor dan Mikrokontroler • Perkembangan Mikroprosesor dan Mikrokontroler 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mengidentifikasi arsitektur mikroprosesor dan mikrokontroler ✓ Menjelaskan : <ul style="list-style-type: none"> • arsitektur mikroprosesor dan mikrokontroler • menjelaskan fungsi dan peran masing-masing unit/blok komponen dalam sistem mikroprosesor dan mikrokontroler 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tertulis ○ Observasi ○ Penugasan 	8	4	0	<ul style="list-style-type: none"> - Buku referensi - Manual book - Instruksi kerja (jobsheet) - Prosedur pelaksanaan pekerjaan 	<ul style="list-style-type: none"> • Bertanggung Jawab • Disiplin • Berpikir logis, kritis, kreatif dan inovatif
5.2.Memahami Arsitektur Mikroprosesor dan Mikrokontroler	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Konfigurasi dasar Mikroprosesor ➤ Digambarkan blok arsitektur Mikroprosesor ➤ Dijelaskan fungsi pin Mikroprosesor ➤ Didenifikasi arsitektur mikroprosesor dan mikrokontroler 	<ul style="list-style-type: none"> • Arsitektur mikroprosesor dan mikrokontroler • Bus data dan alamat • Pembacaan dan penulisan memori • Memori dan perluasan kapasitas memori 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tertulis ○ Observasi ○ Penugasan 	4	8	0		
5.3.Memahami antar muka sistem kendali berbasis Mikroprosesor dan Mikrokontroler.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dipahaminya sistem antar muka/interface mikroprosesor/mikrokontroler dengan device input/output ➤ Dipahaminya syarat berkomunikasi si mikroprosesor/mikrokontroler dengan 	<ul style="list-style-type: none"> • Antar muka sistem kendali berbasis mikroprosesor / Mikrokontroler • System komunikasi Mikro prosessor/ Mikrokontroler • Komponen-komponen yang diperlukan dalam 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menjelaskan fungsi kendali berbagai mikrokontroler dan mikroprosesor pada pengendali otomasi industri ✓ Menjelaskan sistem komunikasi antara mikro kontroler dan komponen-komponen otomasi industri ✓ Menjelaskan cara dan syarat 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tertulis ○ Observasi ○ Penugasan 	4	24	0		

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR	KARAKTER
					TM	PS	PI		
	<ul style="list-style-type: none"> peralatan otomasi industri Digambarkan alamat antar muka dengan menggunakan gerbang logika Dijelaskannya Chip PPI 8255 Interface sebagai antar muka Rangkaian antar muka digambar 	komunikasi antar muka	<ul style="list-style-type: none"> berkomunikasi antara mikrokontroler dan mikroprosesor dengan komponen otomasi industri Menjelaskan komponen-komponen yang diperlukan dalam komunikasi antar muka 						
5.4. Memahami perangkat keras Mikroprosesor/ Mikrokontroler;	<ul style="list-style-type: none"> Digambarkan diagram blok minimal sistem Mikroprosesor/ Mikrokontroler Dijelaskannya masing-masing blok sistem mikroprosesor/ Mikrokontroler Dioperasikannya aplikasi sistem mikroprosesor Rangkaian minimal sistem mikroprosesor/ mikrokontroler digambar Digambar lay out PCB minimal sistem mikrokontroler 	<ul style="list-style-type: none"> • Gambar lay out dari mikrokontroler dan mikroprosesor • Gambar blok diagram dari sistem mikrokontroler dan mikroprosesor 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menggambar lay out dari mikrokontroler dan mikroprosesor ✓ Menjelaskan komponen-komponen dari mikroprosesor dan mikrokontroler serta fungsi masing-masing bagian ✓ Menggambarkan blok diagram dari sistem mikrokontroler dan mikroprosesor 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tertulis ○ Observasi ○ Penugasan 	4	32	16		
5.5 Memahami bahasa pemrograman assembly KODE ASCII dan Mikroprosesor dan perintah gramiran Mikrokontroler.	<ul style="list-style-type: none"> Digambarkan dan dijelaskan tentang KODE ASCII Didentifikasi pemrograman tingkat rendah dan tingkat tinggi Digambarkan konsep dasar pemrograman assembly Dipahaminya set set instruksi assembler Dipahaminya teknik pemrograman 	<ul style="list-style-type: none"> • KODE ASCII • bahasa pemrograman dasar meliputi Mnemonik Assembler • fungsi-fungsi dari perintah dan data struktur pemrograman • Bahasa pemrograman pada mikroprosesor dan mikrokontroler • Implementasi sistem mikrokontroler dalam 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mengidentifikasi KODE ASCII ✓ Melaksanakan identifikasi KODE ASCII ✓ Menjelaskan bahasa-bahasa pemrograman dasar meliputi Mnemonik , Assembler ✓ Menjelaskan fungsi-fungsi dari perintah dan data ✓ Menjelaskan struktur pemrograman ✓ Menjelaskan Bahasa pemrograman pada mikroprosesor • Implementasi sistem mikrokontroler dalam 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tertulis ○ Observasi ○ Penugasan 	4	72	16	<ul style="list-style-type: none"> • Bertanggung Jawab • Disiplin • Berpikir logis, kritis, kreatif dan inovatif 	

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR	KARAKTER
					TM	PS	PI		
	<ul style="list-style-type: none"> ➢ asembler ➢ Dipahaminya teknik pemrograman asembler ➢ Diagram alir untuk aplikasi asembler dibuat ➢ Dibuatnya program asembler untuk aplikasi pengendali otomasi industri 	sistem otomasi industri	<ul style="list-style-type: none"> ✓ mikroprocessor ✓ Merancang suatu program sederhana menggunakan konsep pemrograman pada mikrokontroler dan mikroprocessor ✓ Mengimplementasi kan sistem mikrokontroler dalam sistem otomasi industri ✓ Mengaplikasikan mikrokontroler sebagai komponen utama dalam sistem otomasi industry 						

KOMPETENSI KEAHLIAN
TEKNIK OTOMASI INDUSTRI



SILABUS

MATA PELAJARAN KOMPETENSI KEJURUAN

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN

NAMA SEKOLAH	: SMK 1 Piri
MATA PELAJARAN	: Kejuruan Otomasi Industri
KELAS/SEMESTER	: XI / 3
STANDAR KOMPETENSI	: Mengoperasikan Sistem Mikroprosesor dan Sistem Mikrokontroler
KODE KOMPETENSI	: 012.KK.05
ALOKASI WAKTU	: 152 X 45 Menit

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR	KARAKTER
					TM	PS	PI		
5.1.Memahami prinsip operasi Mikroprosesor dan Mikrokontroler	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Perkembangan kemampuan Mikroprosesor Mikrokontroler ➤ Dijelaskan fungsi dan cara kerja ketiga bus [Data, Address, dan Control] ➤ Dijelaskan Peta Memori dan Dekoder Alamat 	<ul style="list-style-type: none"> • Dasar-dasar Mikroprosesor dan Mikrokontroler • Prinsip operasi mikroprosesor • Macam-macam dan jenis Mikroprosesor dan Mikrokontroler • Perkembangan Mikroprosesor dan Mikrokontroler 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mengidentifikasi arsitektur mikroprosesor dan mikrokontroler ✓ Menjelaskan : arsitektur mikroprosesor dan arsitektur mikrokontroler ✓ Menjelaskan fungsi dan peran masing-masing unit/blok komponen dalam sistem mikroprosesor dan mikrokontroler 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tertulis ○ Observasi ○ Pengugasan 	8	4	0	<ul style="list-style-type: none"> - Buku referensi - Manual book - Instruksi kerja - (Jobsheet) - Prosedur pelaksanaan pekerjaan 	<ul style="list-style-type: none"> • Bertanggung Jawab • Disiplin • Berpikir logis, kritis, kreatif dan inovatif
5.2.Memahami Arsitektur Mikroprosesor dan Mikrokontroler	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dijenitifikasi konfigurasi dasar Mikroprosesor ➤ Dijelaskan blok arsitektur Mikroprosesor ➤ Dijelaskan fungsi pin Mikroprosesor ➤ Dijenitifikasi arsitektur mikroprosesor dan mikrokontroler 	<ul style="list-style-type: none"> • Arsitektur mikroprosesor dan mikrokontroler • Bus data dan alamat • Pembacaan dan penulis • Memori dan periferasi kapasitas memori 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ○ Tertulis ○ Observasi ○ Pengugasan 	<ul style="list-style-type: none"> 4 8 0 					
5.3.Memahami antar muka sistem kendali berbasis Mikroprosesor dan Mikrokontroler.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dipahaminya sistem antar muka [interface mikroprosesor/ mikrokontroler dengan device input/output ➤ Dipahaminya syarat berkomunikasi si mikroprosesor/mikrokontroler dengan 	<ul style="list-style-type: none"> • Antara muka sistem kendali berbasis mikroprosesor/ Mikrokontroler • Sistem komunikasi Mikro prosessor/ Mikrokontroler • Komponen-komponen yang diperlukan dalam 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menjelaskan fungsi kendali berbagai mikrokontroler dan mikroprosesor pada pengendali otomasi industri ✓ Menjelaskan sistem komunikasi antara mikro kontroler dan komponen-komponen otomasi industri ✓ Menjelaskan cara dan syarat 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tertulis ○ Observasi ○ Pengugasan 	4	24	0		

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR	KARAKTER
					TM	PS	PI		
5.4. Memahami perangkat keras Mikroprosesor/ Mikrokontroler.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Dijelaskannya Chip PPI 8255 Interface sebagai antar muka ▶ Rangkaian antar muka digambar ▶ Digmbarikannya diagram blok minimal sistem Mikroprosesor/ Mikrokontroler ▶ Dijelaskannya masing-masing blok sistem mikroprosesor/ Mikrokontroler ▶ Diperasikannya aplikasi sistem mikroprosesor ▶ Rangkaian minimal sistem mikroprosesor/ mikrokontroler digambar ▶ Dgambar lay out PCB minimal sistem mikrokontroler 	<ul style="list-style-type: none"> • Gambar lay out dari mikrokontroler dan mikro prosesor • Gambar blok diagram dari sistem mikrokontroler dan mikroprosesor 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menggambar lay out dari mikrokontroler dan mikro prosesor ✓ Menjelaskan komponen-komponen dari mikroprosesor dan mikrokontroler serta fungsi masing-masing bagian dari sistem mikrokontroler dan mikroprosesor 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terulis ○ Observasi ○ Pengugasan 	4	32	16		
5.5 Memahami bahasa pemrograman assembly Mikroprosesor dan Mikroprosesor dan Mikrokontroler.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Digmbarikan dan dijelaskan tentang KODE ASCII pemrograman dasar meliputi Mnemonik , Assembler rendah dan tingkat tinggi ▶ Digmbarikan konsep dasar pemrograman assembly ▶ Dipahaminya set set instruksi assembler ▶ Dipahaminya teknik pemrograman 	<ul style="list-style-type: none"> • KODE ASCII bahasa-bahasa pemrograman dasar meliputi Mnemonik , Assembler fungsi-fungsi dari perintah dan data struktur pemrograman • Bahasa pemrograman pada mikroprosesor dan mikrokontroler dalam 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mengidentifikasi KODE ASCII ✓ Melaksanakan identifikasi KODE ASCII ✓ Menjelaskan bahasa-bahasa pemrograman dasar meliputi Mnemonik , Assembler fungsi-fungsi dari perintah dan data struktur pemrograman ✓ Menjelaskan Bahasa pemrograman pada mikroprosesor dan mikrokontroler dalam 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terulis ○ Observasi ○ Pengugasan 	4	72	16	<ul style="list-style-type: none"> • Bertanggung jawab • Disiplin • Berpikir logis, kritis, kreatif dan inovatif 	

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR	KARAKTER
					TM	PS	PI		
	<ul style="list-style-type: none"> ➢ asembler ➢ Dipahaminya teknik pemrograman assembler ➢ Diagram alir untuk aplikasi asembler dibuat ➢ Dibuatnya program asembler untuk aplikasi pengendali otomasi industri 	sistem otomasi industri	<ul style="list-style-type: none"> ✓ mikroprosesor ✓ Merancang suatu program sederhana menggunakan konsep pemrograman pada mikrokontroler dan mikroprosesor ✓ Mengimplementasi kan sistem mikrokontroler dalam sistem otomasi industri ✓ Mengaplikasikan mikrokontroler sebagai komponen utama dalam sistem otomasi industry 						

REKAPITULASI DAN OLAH DATA ANGKET ANGKET DARI GURU TERHADAP MEDIA

	SKOR ITEM																				
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	
Guru 1	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Guru 2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
SKOR MAKIMAL										SKOR MAX											
ASPEK KEEFEKTIFAN DESAIN (ITEM 1 - ITEM 5)											20										
ASPEK TEKNIS (ITEM 6 - ITEM 12)											28										
ASPEK KEMANFAATAN (ITEM 13 - ITEM 20)											32										
TOTAL SKOR											Guru 1	Guru 12									
ASPEK KEEFEKTIFAN DESAIN (ITEM 1 - ITEM 5)											14	16									
ASPEK TEKNIS (ITEM 6 - ITEM 12)											20	20									
ASPEK KEMANFAATAN (ITEM 13 - ITEM 20)											24	24									

RERATA SKOR DAN PERSENTASE SKOR ASPEK KUALITAS MEDIA (ITEM 1 - ITEM 13)

	RERATA G1	RERATA G2	Guru 1 (%)	Guru 2 (%)
ASPEK KEEFEKTIFAN DESAIN (ITEM 1 - ITEM 5)	2,8	3,2	70	80
ASPEK TEKNIS (ITEM 6 - ITEM 12)	2,9	2,9	71	71
ASPEK KEMANFAATAN (ITEM 13 - ITEM 20)	3	3	75	75

PERSENTASE TOTAL OLEH MASING-MASING GURU TERHADAP MEDIA(%)

PERSENTASE (%)

Guru 1 72,1429

Guru 2 75,4762

PERSENTASE TOTAL OLEH GURU TERHADAP MEDIA(%)

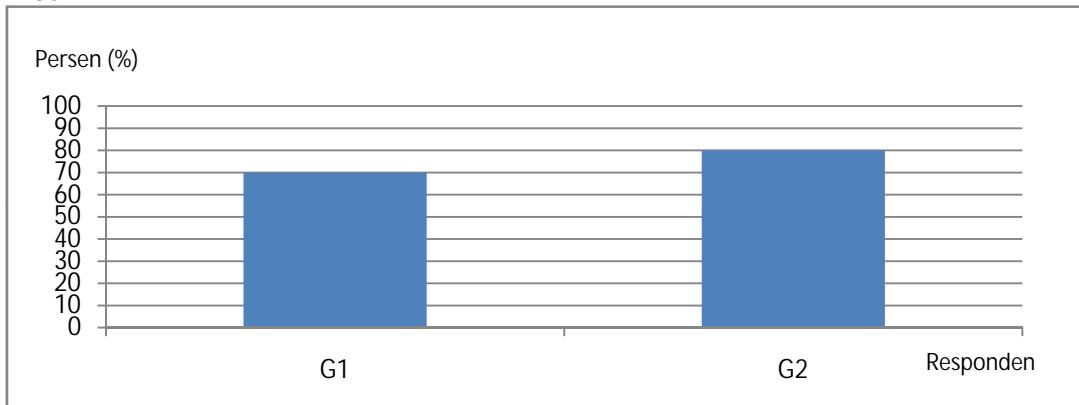
PERSENTASE (%)

73,81

Grafik Persentase Keefektifan Desain Tampilan oleh Guru terhadap Media

RESPONDEN PERSENTASE (%)

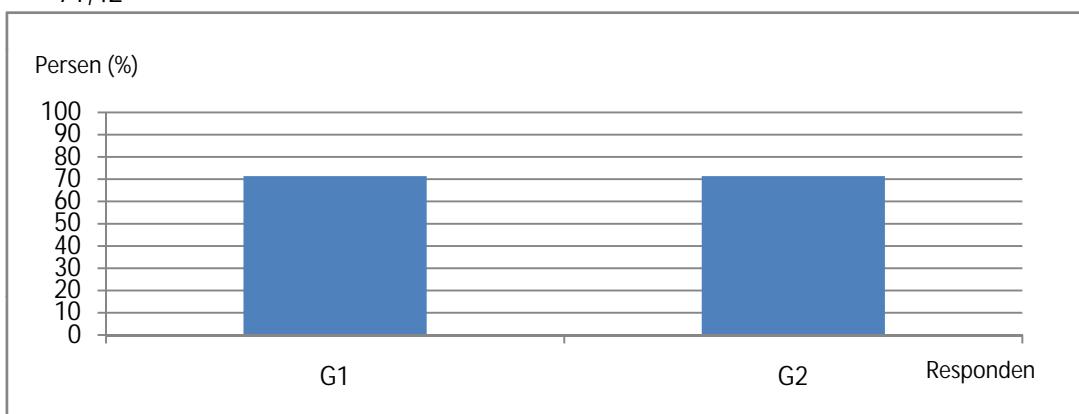
G1	70
G2	80



Grafik Persentase Teknis MEDIA oleh Guru terhadap Media

RESPONDEN PERSENTASE (%)

G1	71,42
G2	71,42



Grafik Persentase Kemanfaatan MEDIA oleh Guru terhadap Media

RESPONDEN PERSENTASE (%)

G1	75
G2	75

