

**MEDIA PEMBELAJARAN *TRAINER* MOTOR DC, *BRUSHLESS*, *SERVO*, DAN
STEPPER DENGAN KENDALI MIKROKONTROLER ARDUINO UNO PADA
MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR
DI SMK NEGERI 2 DEPOK YOGYAKARTA**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

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



Oleh :
Daniel Julianto
NIM 13502241024

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2017**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**MEDIA PEMBELAJARAN *TRAINER* MOTOR DC, *BRUSHLESS*, *SERVO*, DAN
STEPPER DENGAN KENDALI MIKROKONTROLER ARDUINO UNO PADA
MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR
DI SMK NEGERI 2 DEPOK YOGYAKARTA**

Disusun oleh:

Daniel Julianto
NIM 13502241024

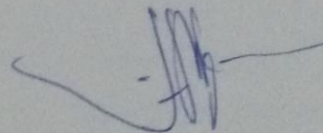
telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta, 19 April 2017

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika


Dr. Fatchul Arifin, M.T.
NIP. 19720508 199802 1 002

Disetujui,
Dosen Pembimbing,



Drs. Totok Sukardiyono, M.T.
NIP. 19670930 199303 1 005

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Daniel Julianto

NIM : 13502241024

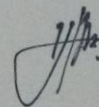
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika

Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*,
Servo, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler
Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik
Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta

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

Yogyakarta, 15 Juni 2017

Yang menyatakan,



Daniel Julianto

NIM 13502241024

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

**MEDIA PEMBELAJARAN *TRAINER* MOTOR DC, *BRUSHLESS*, *SERVO*, DAN
STEPPER DENGAN KENDALI MIKROKONTROLER ARDUINO UNO PADA
MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR
DI SMK NEGERI 2 DEPOK YOGYAKARTA**

Disusun oleh:
Daniel Julianto
NIM 13502241024

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 30 Mei 2017.

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Drs. Totok Sukardiyono, M.T. Ketua Penguji/Pembimbing		15 - 06 - 2017
Pipit Utami, M.Pd. Sekertaris		15 - 06 - 2017
Muhammad Munir, M.Pd. Penguji		15 - 06 - 2017

Yogyakarta, 16 Juni 2017



Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,

Dr. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 001 *ad*

MOTTO

“Bukan kesulitan yang memuat segalanya jadi takut, tapi ketakutanlah yang membuat segalanya jadi sulit.”
(KH. Anwar Zahid)

“Selalu libatkan Allah dalam segala urusanmu.”
(Ust. Tengku Hanan Attaki)

“Kegagalan hanya terjadi bila kita menyerah.”
(BJ. Habibie)

“Teknologi hanyalah sebuah alat. Dalam hal membuat siswa bekerjasama dan termotivasi dalam belajar, gurulah yang paling utama.”
(Bill Gates)

“Pelajaran pertama dalam menjalani segala sesuatu adalah berani memulai. Entah apa dan bagaimana itu urusan nanti.”
(Pandji Pragiwaksono)

“Gunakan senyumanmu untuk mengubah dunia tetapi jangan biarkan dunia mengubah senyumanmu.”
(Daniel Julianto)

PERSEMBAHAN

Seiring dengan rasa syukur kepada Allah SWT, kaya tugas akhir skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua dan adik saya yang telah memberikan motivasi dan do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini.
2. Bidikmisi yang telah memberikan kesempatan belajar di Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Dosen Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika yang telah memberikan bimbingan dan arahan terhadap penulis.
4. Guru Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.
5. Teman-teman bimbingan tugas akhir skripsi Drs. Totok Sukardiyono, M.T.
6. Teman-teman seperjuanganku Kelas A Pendidikan Teknik Elektronika Angkatan 2013 FT UNY.
7. Keluarga besar Himanika FT UNY.
8. Semua yang terlibat dalam pembuatan tugas akhir skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

**MEDIA PEMBELAJARAN *TRAINER* MOTOR DC, *BRUSHLESS*, *SERVO*, DAN
STEPPER DENGAN KENDALI MIKROKONTROLER ARDUINO UNO PADA
MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR
DI SMK NEGERI 2 DEPOK YOGYAKARTA**

Oleh:

Daniel Julianto
NIM 13502241024

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk membuat, mengetahui unjuk kerja, dan mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* dengan 9 tahapan prosedur pengembangan penelitian yang meliputi: (1) potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) revisi desain, (6) ujicoba produk, (7) revisi produk, (8) ujicoba pemakaian, dan (9) revisi produk. Objek penelitian ini adalah media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper*. Sedangkan subjek penelitian ini merupakan siswa kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta. Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi kuesioner dan wawancara. Adapun teknik analisis data yang dilakukan dengan analisis deskriptif kualitatif.

Hasil penelitian diketahui bahwa: (1) media pembelajaran *trainer* yang dibuat terdiri dari empat blok rangkaian pengendalian motor meliputi pengendalian motor DC, motor *brushless*, motor *servo*, dan motor *stepper*; (2) Unjuk kerja *trainer* sudah berfungsi dengan stabil baik pada setiap bagian maupun secara keseluruhan. Adapun hasil validasi konten dan kosntruk dari *trainer* ini memperoleh nilai yang masuk dalam kategori sangat layak. (3) Tingkat kelayakan diperoleh dari uji pemakaian kepada 54 siswa yang memperoleh nilai yang masuk dalam kategori sangat layak. Hal ini berarti media pembelajaran *trainer* ini sangat layak digunakan pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor.

Kata kunci: *media pembelajaran, trainer, motor*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir Skripsi dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan dengan judul “Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor pada SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta” tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Totok Sukardiyono, M.T. selaku Dosen Pembimbing TAS yang telah banyak memberikan semangat, dorongan, dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.
2. Dr. Fatchul Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika beserta dosen dan staf yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan pra proposal sampai dengan selesainya TAS ini.
3. Muhammad Munir, M.Pd. dan Pipit Utami, M.Pd. selaku Ketua Penguji dan Sekertaris Penguji yang memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap TAS ini.
4. Drs. Aragani Mizan Zakaria, M.Pd. selaku Kepala SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta yang telah memberikan izin dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
5. Para Guru dan Staf SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta yang telah memberikan bantuan memperlancar pengambilan data selama proses pene-

litian Tugas Akhir Skripsi ini.

6. Semua pihak secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat saya sebutkan disini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

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

Yogyakarta, 15 Juni 2017

Penulis,

Daniel Julianto

NIM 13502241024

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah.....	3
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	4
G. Manfaat Penelitian.....	5
1. Manfaat Teoritis.....	5
2. Manfaat Praktis.....	5

BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
A. Kajian Teori	6
1. Pembelajaran	6
2. Media Pembelajaran	7
3. Sistem Pengendalian Motor	22
4. Pengertian Mikrokontroler	30
5. Mikrokontroler Arduino Uno	31
6. Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor	32
B. Hasil Penelitian yang Relevan	33
C. Kerangka Pikir	34
D. Pertanyaan Penelitian	36
BAB III METODE PENELITIAN	38
A. Model Pengembangan	38
B. Prosedur Pengembangan	38
1. Potensi dan Masalah	39
2. Pengumpulan Data	39
3. Desain Produk	39
4. Validasi Desain	40
5. Revisi Desain	40
6. Ujicoba Produk	40
7. Revisi Produk	40
8. Ujicoba Pemakaian	40
9. Revisi Produk	41

C. Sumber Data	41
1. Sumber Data	41
2. Tempat dan Waktu Penelitian	41
3. Objek dan Subjek Penelitian	41
D. Metode dan Alat Pengumpul Data	41
1. Teknik Pengumpulan Data.....	41
2. Instrumen Penelitian	42
3. Validitas dan Reliabilitas Instrumen	45
E. Teknik Analisis Data	46
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	49
A. Hasil Penelitian	49
1. Potensi dan Masalah	49
2. Pengumpulan Data	51
3. Desain Produk	51
4. Validasi dan Revisi Desain	52
5. Pembuatan Produk.....	54
6. Ujicoba Produk	61
7. Revisi Produk	67
8. Ujicoba Pemakaian.....	68
9. Revisi Produk	72
B. Kajian Produk	72
C. Pembahasan Hasil Penelitian	73
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	75
A. Simpulan.....	75

B. Keterbatasan Produk	75
C. Pengembangan Produk Lebih Lanjut	76
D. Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN	81

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Fungsi IC L293D (Texas Instrument, 2002).....	25
Tabel 2. Kontrol <i>full-step</i> (Budiharto, 2014: 74).....	29
Tabel 3. Kontrol <i>half-step</i> (Budiharto, 2014: 75).....	29
Tabel 4. Karakteristik Arduino UNO (www.arduino.cc).....	31
Tabel 5. Kompetensi dasar mata pelajaran Teknik Mikroprosesor	32
Tabel 6. Kisi-kisi instrumen ahli materi	43
Tabel 7. Kisi-kisi instrumen ahli media	44
Tabel 8. Kisi-kisi instrumen responden	44
Tabel 9. Tabel interpretasi nilai r (Arikunto, 2006: 276)	46
Tabel 10. Konversi skor mejadi kategori kelayakan	48
Tabel 11. Hasil validasi desain.....	52
Tabel 12. Hasil pengujian blok <i>power supply</i>	61
Tabel 13. Pengujian fungsi program pengendalian motor DC	62
Tabel 14. Kebenaran gerak motor DC	62
Tabel 15. Kerja motor <i>brushless</i>	62
Tabel 16. Pengendalian motor <i>servo</i>	63
Tabel 17. Pengamatan fungsi program motor <i>stepper</i>	63
Tabel 18. Data uji validasi isi	65
Tabel 19. Konversi skor untuk uji validasi isi	65
Tabel 20. Data uji validasi konstruk	66
Tabel 21. Konversi skor untuk uji validasi konstruk	67
Tabel 22. Bagian media pembelajaran yang direvisi	67

Tabel 23. Data hasil uji validitas butir 1	69
Tabel 24. Hasil perhitungan validitas butir instrumen	70
Tabel 25. Konversi skor untuk uji pemakaian.....	72

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>Pulse width modulation</i> Arduino (www.arduino.cc)	23
Gambar 2. PWM untuk mengontrol kecepatan motor DC	24
Gambar 3. (a) Bentuk penampang IC L293D.	25
Gambar 4. Konvensional magnet permanen motor	26
Gambar 5. Elektrikan dan mekanik motor <i>brushless</i> (Tefay, dkk., 2011: 2).....	27
Gambar 6. Sinyal kendali motor <i>servo</i> (Sujarwata, 2013: 49).....	27
Gambar 7. Struktur motor <i>stepper</i> (Killian, 2000: 344)	28
Gambar 8. IC ULN2003A (Diodes Incorporates, 2015)	30
Gambar 9. Bentuk board Arduino UNO (www.arduino.cc)	32
Gambar 10. Blok diagram kerangka pikir	36
Gambar 11. Langkah-langkah metode R&D (Sugiyono, 2015: 409).....	39
Gambar 12. Desain produk awal <i>trainer</i>	51
Gambar 13. Desain produk awal box <i>trainer</i>	52
Gambar 14. Revisi desain produk awal <i>trainer</i>	53
Gambar 15. Revisi desain produk awal <i>box trainer</i>	53
Gambar 16. Skema rangkaian <i>power supply</i>	54
Gambar 17. Layout PCB <i>power supply</i>	55
Gambar 18. Realisasi rangkaian <i>power supply</i>	55
Gambar 19. Skema rangkaian <i>driver</i> motor dan LCD	56
Gambar 20. <i>Layout</i> PCB <i>driver</i> motor dan LCD	56
Gambar 21. Realisasi rangkaian <i>driver</i> motor dan LCD	56
Gambar 22. Skema rangkaian pin <i>trainer</i>	57

Gambar 23. Layout PCB driver pin <i>trainer</i>	57
Gambar 24. Realisasi rangkaian pin <i>trainer</i> tampak atas	58
Gambar 25. Realisasi rangkaian pin <i>trainer</i> tampak bawah	58
Gambar 26. Bentuk <i>box trainer</i>	59
Gambar 27. Desain penutup <i>box trainer</i>	59
Gambar 28. Bentuk fisik <i>user manual</i>	60
Gambar 29. Bentuk fisik <i>jobsheet</i>	60
Gambar 30. Hasil revisi media pembelajaran.....	68
Gambar 31. Hasil akhir produk <i>trainer</i> aktuator.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Kesanggupan Dosen Pembimbing Tugas Akhir Skripsi	82
Lampiran 2. Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik UNY	83
Lampiran 3. Surat Izin Penelitian dari Fakultas Teknik UNY	84
Lampiran 4. Surat Izin Penelitian dari BAPPEDA Sleman	85
Lampiran 5. Surat Bukti Telah Melaksanakan Penelitian	86
Lampiran 6. Surat Permohonan Validasi Instrumen TAS Ahli 1	87
Lampiran 7. Hasil Validasi Instrumen TAS Ahli 1	88
Lampiran 8. Surat Pernyataan Validasi Instrumen TAS Ahli 1	89
Lampiran 9. Surat Permohonan Validasi Instrumen TAS Ahli 2	90
Lampiran 10. Hasil Validasi Instrumen TAS Ahli 2	91
Lampiran 11. Surat Pernyataan Validasi Instrumen TAS Ahli 2	92
Lampiran 12. Lembar Observasi Siswa TAV SMK Negeri 2 Depok	93
Lampiran 13. Surat Permohonan Ahli Media 1	95
Lampiran 14. Lembar Evaluasi Ahli Media 1	96
Lampiran 15. Surat Pernyataan Validasi Ahli Media 1	103
Lampiran 16. Surat Permohonan Ahli Media 2	104
Lampiran 17. Lembar Evaluasi Ahli Media 2	105
Lampiran 18. Surat Pernyataan Validasi Ahli Media 2	112
Lampiran 19. Surat Permohonan Ahli Materi 1	113
Lampiran 20. Lembar Evaluasi Ahli Materi 1	114
Lampiran 21. Surat Pernyataan Validasi Ahli Materi 1	118
Lampiran 22. Surat Permohonan Ahli Materi 2	119

Lampiran 23. Lembar Evaluasi Ahli Materi 2.....	120
Lampiran 24. Surat Pernyataan Validasi Ahli Materi 2	124
Lampiran 25. Lembar Evaluasi Responden (Siswa).....	125
Lampiran 26. Hasil Uji Validitas Butir Instrumen.....	129
Lampiran 27. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen	130
Lampiran 28. Hasil Uji Pemakaian oleh Siswa	131
Lampiran 29. Dokumentasi Penelitian.....	132

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pada tahun 2013, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia mulai menerapkan Kurikulum 2013 secara bertahap pada SMK/MAK. Dalam penerapannya, kerangka dan struktur kurikulum 2013 SMK/MAK diatur dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 70 tahun 2013 yang menyatakan ada beberapa hal yang diubah mengenai tata kelola kurikulum yaitu: (1) tata kerja guru yang bersifat individual diubah menjadi tata kerja bersifat kolaboratif, (2) penguatan manajemen sekolah melalui fungsi manajemen kepala sekolah sebagai pimpinan kependidikan (*educational leader*), dan (3) penguatan sarana dan prasarana untuk kepentingan manajemen dan proses pembelajaran (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013). Menitik beratkan pada poin ketiga, penyediaan sarana dan prasarana sangat penting dalam sekolah agar proses belajar mengajar dapat berjalan.

Setiap SMK/MAK harus memenuhi kriteria minimum sarana dan prasarana. Hal ini diatur dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 40 tahun 2008 tentang Standar Sarana dan Prasarana untuk Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan (SMK/MAK) menyatakan bahwa setiap satuan pendidikan wajib memiliki sarana yang meliputi perabot, peralatan pendidikan, media pendidikan, buku dan sumber belajar lainnya, bahan habis pakai, serta perlengkapan lain yang diperlukan untuk menunjang proses pembelajaran yang teratur dan berkelanjutan. Sedangkan prasarana yang wajib dimiliki meliputi lahan, ruang kelas, ruang pimpinan satuan pendidikan, ruang

pendidik, ruang tata usaha, ruang perpustakaan, ruang laboratorium, ruang bengkel kerja, ruang unit produksi, kantin, instansi daya dan jasa, tempat olahraga, tempat beribadah, tempat bermain, tempat berkreasi, dan ruang lain yang diperlukan untuk menunjang proses pembelajaran yang teratur dan berkelanjutan (Badan Standar Nasional Pendidikan, 2008). Dalam penelitian ini pokok bahasan yang diteliti mengenai pengadaan sarana yang meliputi media pendidikan. Media pendidikan merupakan peralatan yang membantu komunikasi dalam pembelajaran.

Penerapan kurikulum 2013 di SMK Negeri 2 Depok khususnya pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor paket keahlian Teknik Audio Video masih diperlukan peningkatan media pembelajaran. Berdasarkan hasil observasi peneliti pada siswa seperti pada lampiran 12 menyatakan bahwa: (1) pembelajaran dilaksanakan secara dua arah antara guru dan siswa. (2) Perangkat pembelajaran yang ada meliputi proyektor, laptop, modul, Arduino, sensor, dan aktuator. Namun perangkat pembelajaran masih bersifat terpisah-pisah dan satu perangkat digunakan untuk 5 orang. (3) Pembelajaran sudah dilengkapi dengan modul/*jobsheet* materi pembelajaran namun siswa mengeluhkan materi yang dipelajari kurang mendalam. Sedangkan hasil wawancara dengan guru Teknik Mikroprosesor menyatakan: (1) keterbatasan media pembelajaran dalam bentuk *trainer*, dan (2) media pembelajaran yang digunakan proyektor, laptop, Arduino Uno, sensor (sensor cahaya, suhu, kelembaban, ultrasonik, dan PIR), aktuator (motor DC, *servo*, dan *stepper*), komponen *display* (LED dan LCD2x16). Materi pembelajaran masih didominasi dengan cara menggunakan sensor dari pada aktuator dan komponen *display*. Melihat potensi siswa dan hasil wawancara dengan guru maka perlu dikembangkan media pembelajaran berupa *trainer* pada

mata pelajaran Teknik Mikroprosesor yang lebih bervariasi.

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti bermaksud mengembangkan media pembelajaran dalam penelitian ini yang berjudul “Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino UNO pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta”. Pada penerapannya aktuator merupakan salah satu bagian yang penting dalam sistem pengendalian. Media pembelajaran ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas belajar mengajar bagi guru dan siswa.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Keterbatasan media pembelajaran dalam bentuk *trainer*.
2. Kurang mendalamnya materi yang ada pada modul/*jobsheet*.
3. Belum adanya media pembelajaran *trainer* aktuator.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan luasnya ruang lingkup masalah yang telah dijelaskan dalam identifikasi masalah, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Keterbatasan media pembelajaran dalam bentuk *trainer*.
2. Belum adanya media pembelajaran *trainer* aktuator.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta?

2. Bagaimana unjuk kerja media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta?
3. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.
2. Mengetahui unjuk kerja media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.
3. Mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam pembuatan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Power supply : 220 VAC/50 Hz
2. Konsumsi daya : 1 – 3A (220 – 660 Watt)
3. Output supply : Tunggal +5V dan Tunggal +12V

4. Konektor : Kabel AC, Kabel Jumper Male-Male, dan Mini *Projectboard*
5. Mikrokontroler : Arduino UNO R3 (Atmega328p)
6. Display : *Liquis Crystal Display* 16x2
7. Motor :
 - a. Motor DC 1000 rpm.
 - b. Motor *brushless* DHS 2300KV.
 - c. Motor *servo* H-King 1,5 kg.
 - d. Motor *stepper* 28BJY-48 5V.
8. Modul rangkaian *driver* motor DC, *stepper*, dan LCD16x2.
9. Dimensi : P 35 cm, L 20 cm, T 7 cm
10. Box : Kayu multiplek 1 cm & akrilik 3mm
11. Berat : ± 2 Kg

G. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

- a. Menambah pengetahuan siswa dalam belajar mata pelajaran Teknik Mikroprosesor khususnya aktuator melalui *trainer* motor ini.
- b. Menambah sumber pengetahuan mengenai pengembangan media pembelajaran *trainer* aktuator.

2. Manfaat Praktis

- a. Mempermudah guru dalam merencanakan kegiatan pembelajaran karena dilengkapi media pembelajaran berupa *trainer* aktuator.
- b. Membantu siswa untuk berlatih dan belajar secara mandiri.
- c. Mempermudah siswa dalam memahami materi yang disampaikan oleh guru.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pembelajaran

Istilah pembelajaran dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia merupakan proses, cara, atau perbuatan menjadikan orang atau makhluk hidup belajar. Pembelajaran sangat erat kaitannya dengan belajar. Salah satu ciri seseorang telah belajar adalah adanya perubahan tingkah laku dalam diri orang tersebut yang disebabkan oleh terjadinya perubahan pada tingkat pengetahuan, keterampilan, atau sikapnya (Arsyad, 2003). Proses belajar ini berlangsung seumur hidup dari sejak lahir hingga ke liang lahat nanti (Sadiman, dkk., 2011).

Adapun pengertian pembelajaran menurut UU No. 20 tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional menyatakan bahwa “pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar (Republik Indonesia, 2003).” Menurut Mayer (2008) “pembelajaran adalah perubahan yang relatif tetap dalam pengetahuan seseorang berdasarkan pengalaman.” Driscoll (2005) menyatakan bahwa “pembelajaran adalah perubahan bertahap prestasi manusia atau potensi diri sebagai dari hasil proses pengalaman belajar dan interaksi dengan dunia.” Hal ini juga didukung oleh pendapat Scunk (2008) yang menyatakan bahwa “pembelajaran adalah perubahan perilaku atau kemampuan berperilaku secara utuh yang dihasilkan dari cara tertentu melalui praktik, bentuk lain dari pengalaman (Newby, dkk., 2011: 5).”

Berdasarkan pendapat dari berbagai sumber mengenai pengertian pembelajaran dapat dirangkum bahwa pembelajaran merupakan sebuah proses

perubahan diri baik tingkat pengetahuan, keterampilan, atau sikap yang disebabkan karena pengalaman belajar atau interaksi dengan lingkungan sekitar.

2. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Kata media berasal dari bahasa Latin *medius* yang secara harafiah berarti ‘tengah’, ‘perantara’ atau ‘pengantar’. Menurut Asosiasi Pendidikan Nasional (*National Education Association/NEA*) menyatakan bahwa “media merupakan bentuk-bentuk komunikasi tercetak maupun audio visual beserta peralatannya yang dapat dilihat, dimanipulasi, didengar, dan dibaca (Sadiman, dkk.,2011).” “*A medium (plural, media) is a means of communication and source of information*” yang berarti media merupakan komunikasi dan sumber informasi. Hal ini dianggap sebagai media pembelajaran ketika ada pesan dalam tujuan pembelajaran yang mana tujuan tersebut merupakan fasilitas komunikasi dalam belajar (Smaldino, dkk., 2004: 9). Menurut Putro & Suprpto (2009: 7) menyatakan bahwa “media pembelajaran adalah alat yang berfungsi untuk menyampaikan pesan pembelajaran.”

Menurut Gagne’ & Briggs (1975) dalam Arsyad (2003: 4), “media pembelajaran merupakan alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan materi pengajaran baik berupa buku, *tape recorder*, kaset, video kamera, gambar, dan komputer.” Media menyediakan beberapa peran dalam pembelajaran. Peran utama media adalah membantu siswa untuk belajar. Di sisi lain media juga menyediakan berbagai informasi yang mudah dijangkau sehingga siswa tidak hanya mendengar atau membaca namun juga melihat secara nyata (Newby, dkk., 2011). Jadi media pembelajaran merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk komunikasi dan sumber informasi dalam proses belajar mengajar sehingga

memudahkan siswa dalam belajar.

b. Kegunaan Media Pembelajaran

Media pembelajaran memiliki peranan yang sangat penting dalam proses belajar mengajar. Secara umum, menurut Sadiman, dkk (2011), kegunaan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar adalah sebagai berikut.

- 1) Memperjelas penyajian materi/pesan agar tidak terlalu verbalistik (tidak hanya kata-kata tulis atau lisan belaka).
- 2) Mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya indera.
- 3) Mengatasi sikap pasif dari anak didik apabila penggunaan media belajar dapat dimanfaatkan secara tepat dan bervariasi. Dalam hal ini media pembelajaran berguna untuk meningkatkan kegairahan belajar, interaksi anak didik dengan lingkungan secara langsung, dan memungkinkan anak didik belajar mandiri sesuai kemampuan dan minatnya.
- 4) Media pembelajaran mengatasi berbagai perbedaan kemampuan yang dimiliki anak didik, sehingga dapat diatasi dengan memberikan perangsangan yang sama, mempersamakan pengalaman, dan menimbulkan persepsi yang sama.

Menurut Newby, dkk (2011) manfaat media pembelajaran untuk guru dan siswa dapat digunakan untuk:

- 1) menampilkan materi kepada peserta didik agar mudah dipahami,
- 2) memungkinkan peserta didik untuk mempelajari materi dalam berbagai macam cara (membaca teks, melihat rancangan, mendengarkan materi),
- 3) mempertahankan dan meningkatkan konsentrasi peserta didik,
- 4) memotivasi siswa dalam mencapai tujuan.

Pendapat lain juga dikemukakan oleh Hamalik (1986) dalam Arsyad

(2003: 15) menyatakan bahwa “fungsi media pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat membangkitkan keinginan dan minat baru, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan belajar, dan membawa pengaruh psikologis terhadap siswa.” Selain itu juga membantu keefektifan proses pembelajaran dan penyampaian isi pelajaran. Sehingga dapat dirangkum bahwa kegunaan media pembelajaran untuk mempermudah penyampaian materi pembelajaran kepada siswa.

c. Jenis-Jenis Media Pembelajaran

Menurut Bretz dalam Sadiman, dkk (2011) mengidentifikasi bahwa ciri utama dari media pembelajaran memiliki tiga unsur yaitu suara, visual, dan gerak. Berdasarkan ketiga unsur tersebut Bretz mengklasifikasikan jenis-jenis media yaitu: 1) media audio visual gerak, 2) media audio visual diam, 3) media audio semi-gerak, 4) media visual gerak, 5) media visual diam, 6) media semi-gerak, 7) media audio, dan 8) media cetak. Sedangkan Newby, dkk (2011: 120) menyebutkan “media yang digunakan di sekolah meliputi teks, visual, audio, video, objek nyata dan model, dan multimedia.” Berbeda dengan Arsyad (2003) yang mengelompokkan jenis media menjadi empat macam meliputi 1) media hasil teknologi cetak, 2) media hasil teknologi audio-visual, 3) media hasil teknologi yang berdasarkan komputer, dan 4) media hasil gabungan teknologi cetak dan komputer. Dari berbagai pendapat para ahli dapat dirangkum bahwa, secara umum jenis media pembelajaran memiliki 3 unsur utama meliputi suara, visual, dan gerak.

d. Kriteria Pemilihan Media Pembelajaran

Kriteria pemilihan media pembelajaran harus sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, kondisi, dan keterbatasan yang ada dengan mempertimbangkan

kemampuan dan karakteristik dari media tersebut. Hal ini dikukung oleh Yusuf (2009) dalam Utami & Fajar (2015: 68) yang menyatakan bahwa “terkait pemilihan media berbentuk hardware dipilih dikarenakan memprioritaskan capaian tujuan pembelajaran.” Menurut Dick & Carey (1978) dalam Sadiman, dkk (2011) menyebutkan bahwa ada empat faktor dalam pemilihan media pembelajaran yaitu 1) ketersediaan sumber setempat. Artinya media tersebut ada harus dibeli atau dibuat sendiri. 2) Ketersediaan dana, tenaga, dan fasilitas. 3) Keluwesan, kepraktisan, dan ketahanan dari media. Artinya dapat mudah digunakan, fleksibel, dan *portable*. 4) Faktor efektivitas biaya dalam jangka waktu yang lama. Hal utama yang harus diperhatikan dalam memilih alat dan bahan pembelajaran adalah penyesuaian dengan tujuan pembelajaran yang terdapat pada rencana pembelajaran dan lembar kerja siswa (Trianto, 2014).

Pada dasarnya pemilihan media pembelajaran harus disesuaikan dengan prinsip relevansi dan konsistensi antara tujuan pembelajaran, materi pelajaran, dan karakteristik media tersebut. Adapun langkah-langkah dalam pemilihan media pembelajaran menurut Gafur (2012) yaitu:

1) Langkah 1: Informasi atau Pengajaran

Dalam hal ini Anda harus menentukan apakah penggunaan media untuk keperluan informasi atau pengajaran? Jika informasi, peserta didik tidak ada kewajiban untuk dievaluasi kemampuan keterampilannya dalam menerima informasi. Sedangkan dalam pengajaran, peserta didik harus menunjukkan kemampuannya sebagai bukti bahwa mereka telah belajar.

2) Langkah 2: Transmisi Pesan

Transmisi pesan yang dimaksud merupakan sebuah media yang digunakan dalam mengajar.

3) Langkah 3: Karakteristik Pelajaran

Dalam desain pembelajaran kita telah melakukan analisis perlunya mengajar, merumuskan tujuan umum dan khusus, memilih materi, dan strategi atau metode pembelajaran. Oleh karena itu, perlu adanya analisis karakteristik pelajaran yang termasuk dalam aspek pengetahuan, perasaan, atau gerak. Masing-masing aspek memerlukan media pembelajaran yang berbeda-beda.

4) Langkah 4: Klasifikasi Media

Klasifikasi media merupakan pengelompokan media yang disesuaikan dengan ciri-ciri, kelebihan, dan kekurangan media tersebut yang dibandingkan dengan media lain.

5) Langkah 5: Analisis Karakteristik Masing-Masing Media

Media pembelajaran yang digunakan harus didiskusikan, dianalisis kelebihan dan kekurangannya dalam mencapai tujuan pembelajaran. Selain itu perlu diperhatikan pertimbangan ekonomi, ketersediaan, mudah tidaknya mengoperasikan media, dan sebagainya.

Kriteria pemilihan lain juga diungkapkan oleh Sudjana (2001: 4-5) yaitu “1) ketepatan dengan tujuan pembelajaran, 2) dukungan terhadap isi bahan pembelajaran, 3) kemudahan memperoleh media, 4) keterampilan guru dalam menggunakannya, 5) tersedia waktu untuk menggunakannya, dan 6) sesuai dengan taraf berpikir siswa.” Berdasarkan pendapat para ahli dapat dirangkum bahwa ada berbagai faktor dalam kriteria pemilihan media pembelajaran meliputi kesesuaian media dengan tujuan dan materi pembelajaran. Selain itu juga keefektifan media pembelajaran sangat mempengaruhi dalam pembelajaran.

e. Pengembangan Media pembelajaran

Pengembangan media pembelajaran dalam penelitian ini dalam bentuk

media objek (*trainer*) dan media cetak (*jobsheet*). Berikut ini merupakan uraian pengembangannya.

1) Media Objek (*Trainer*)

Pengembangan media objek/*trainer* bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada siswa belajar dalam kondisi yang sangat mirip dengan kondisi yang sebenarnya. Objek yang sesungguhnya akan memberikan rangsangan kepada siswa dalam mempelajari tugas yang menyangkut keterampilan psikomotor (Anderson, 1987). Menurut Sudjana & Rivai (2001), permodelan media objek fisik berupa *mock ups* merupakan bentuk penyederhanaan susunan pokok dari suatu sistem yang kompleks tanpa menghilangkan aspe-aspek utamanya sehingga proses tersebut dapat dimengerti oleh siswa. Dalam pembelajaran praktikum, *mock ups* yang merupakan media tiga dimensi sering disebut dengan nama *trainer*.

Menurut Anderson (1987) ada tiga teknik latihan yang paling umum menggunakan media objek yaitu.

a) Latihan Simulasi

Siswa harus bekerja dengan model tiruan dari alat yang sebenarnya dalam lingkungan yang meniru situasi sebenarnya.

b) Latihan Menggunakan Alat

Siswa bekerja menggunakan alat yang sebenarnya, tapi tidak dalam lingkungan yang sebenarnya.

c) Latihan Kerja

Siswa bekerja dengan objek kerja dan dalam lingkungan kerja yang nyata.

Adapun hubungan *trainer* dengan tujuan pengajaran menurut Anderson (1987) meliputi.

- a) Jenis media : alat bantu pengajaran dan media pembelajaran.
- b) Ciri khusus : memberikan rangsangan pendengaran, penglihatan, dan perabaan.

c) Pemakaian dalam proses pembelajaran:

(1) Untuk tujuan kognitif

Latihan ini digunakan untuk mengajarkan pengenalan kembali dan atau perbedaan akan rangsangan yang relevan.

(2) Untuk tujuan psikomotor

Metode ini digunakan untuk memberikan latihan atau menguji penampilan siswa dalam menangani alat, perlengkapan, dan materi pekerjaan serta digunakan untuk mendemonstrasikan dan mengukur penampilan siswa bila berada dalam lingkungan kerja nyata.

(3) Untuk tujuan afektif

Siswa dapat mengembangkan sikap positif terhadap pekerjaan mereka sejak awal periode latihan. Sikap tersebut dapat dipupuk secara positif dengan membuat mereka mengenal bahwa keterampilan mereka berkembang bersama dengan berlangsungnya pengajaran. Oleh karena itu, kekhawatiran siswa pada saat menghadapi situasi kerja nyata dapat dikurangi.

Dalam pengembangan *trainer* digunakan beberapa model pengembangan. Model pengembangan merupakan tahapan atau langkah-langkah dalam pengembangan. Secara garis besar ada tiga langkah dalam penelitian dan pengembangan yaitu a) studi pendahuluan yaitu dengan mengkaji teori dan mengamati produk atau kegiatan yang ada, b) melakukan pengembangan atau program kegiatan, c) menguji atau memvalidasi produk atau program kegiatan (Sukmadinata, 2015). Strategi model pengembangan lain juga diungkapkan oleh

Borg & Gall (1989) dalam Sukmadinata (2015) yaitu ada sepuluh langkah strategi pelaksanaan penelitian dan pengembangan.

a) Penelitian dan pengumpulan data (*research and information collecting*)

Dalam proses penelitian dan pengumpulan data ada beberapa langkah. Pertama, pengukuran kebutuhan (*needs assessment*). Produk yang dikembangkan harus sesuai dengan kebutuhan. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan produk yang dikembangkan.

- (1) Apakah produk yang dibuat penting dalam bidang pendidikan?
- (2) Seberapa besar nilai ilmu, keindahan, dan kepraktisan terhadap produk yang akan dibuat?
- (3) Apakah pengembang atau pembuat memiliki pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman dalam mengembangkan produk?
- (4) Dapatkah produk tersebut dikembangkan dalam jangka waktu tertentu?

Kedua, studi literatur. Studi literatur bertujuan untuk menemukan landasan teoritis pada suatu produk baik berupa model, sistem, program, *software*, dan sejenisnya. Melalui studi literatur juga akan diperoleh ruang lingkup suatu produk, keluasan penggunaan, kondisi pendukung yang nantinya dapat diimplementasikan secara optimal. Selain itu juga untuk mengetahui langkah-langkah yang paling tepat dalam mengembangkan produk.

b) Perencanaan (*planning*)

Langkah-langkah dalam pengembangan produk minimal mencakup hal berikut: (1) apa tujuan penggunaan produk?, (2) siapa pengguna produk?, dan (3) deskripsi dari komponen-komponen produk dan penggunaannya. Dalam teknologi instruksional, tujuan harus dirumuskan sejelas dan sekonkrit mungkin dalam bentuk objektif yang menggambarkan perilaku-perilaku yang dapat diamati dan diukur.

c) Pengembangan draf produk (*develop preliminary form of product*)

Pengembangan draf produk yang merupakan produk awal berifat tentatif yang akan disempurnakan melalui beberapa kegiatan uji coba. Meskipun masih produk awal, namun penyusunannya harus selengkap dan sesempurna mungkin.

d) Uji coba lapangan awal (*preliminary field testing*)

Uji coba lapangan dilaksanakan pada satu sampai tiga sekolah dan enam sampai dua belas guru. Dalam hal ini akan diadakan pengamatan, wawancara, dan pengambilan angket.

e) Merevisi hasil uji coba (*main product revision*)

Tahap ini merupakan memperbaiki atau menyempurnakan hasil uji coba.

f) Uji coba lapangan (*main fiels testing*) dan penyempurnaan produk hasil uji coba lapangan (*operational product revision*)

Uji coba dan pengembangan produk awal masih difokuskan pada pengembangan dan penyempurnaan materi produk, sedangkan uji coba dan penyempuraan dalam tahap ini sudah memperlihatkan tingkat kelayakan dalam konteks populasi. Menurut Borg dan Gall (1989), “dalam tahap ini digunakan sampel sekolah antara 5 sampai dengan 15 sekolah, dengan sampel subjek antara 30 sampai 100 orang.”

g) Uji pelaksanaan lapangan (*operational field testing*)

Pada tahap ini dilaksanakan pada 10 sampai 30 sekolah melibatkan 40 sampai 200 subjek. Pengujian dilakukan melalui angket, wawancara, dan observasi serta analisis hasilnya. Selain itu, sebaiknya digunakan kelompok kontrol yaitu sekolah dan guru-guru yang memiliki kemampuan dan karakteristik yang sama (random), minimal berpasangan dalam kelompok pengujian atau kelompok eksperimental.

h) Penyempurnaan produk akhir (*final product revision*)

Penyempurnaan berdasarkan hasil pengujian lapangan.

i) Diseminasi dan implementasi (*dissemination and implementation*)

Diseminasi merupakan langkah untuk mensosialisasikan dan menyebarkan hasil penelitian. Diseminasi yang dikembangkan di bawah naungan Dinas Pendidikan Nasional akan sangat mudah yaitu dengan legalisasi Menteri, Dirjen atau minimal Direktur, maka produk dalam tempo singkat dapat diimplementasikan dan diinstitutionalisasi ke sekolah-sekolah.

Setelah tahapan model pengembangan terlaksana maka selanjutnya mengevaluasi *trainer*. Menurut Sleeman & Cobun dalam Rumempuk (1998) menyatakan bahwa kriteria umum dalam mengevaluasi media pembelajaran yaitu sebagai berikut:

- a) Tujuan instruksional artinya media pembelajaran dapat menunjang tujuan yang telah ditetapkan.
- b) Kualitas visual artinya media pembelajaran jelas, tepat, dan disertai penjelasan.
- c) Program yang tersruktur artinya media pembelajaran diharapkan sejalan dengan program yang telah disusun.
- d) Kesesuaian dengan kehendak siswa artinya media pembelajaran relevan dengan apa yang diterima dan dikehendaki siswa.
- e) Ketepatan waktu artinya media pembelajaran sesuai dengan waktu yang disediakan dalam kegiatan belajar.
- f) Karakter siswa artinya media pembelajaran sesuai dengan karakter siswa sehingga dapat mencapai hasil belajar yang optimal.
- g) Nilai praktis artinya media pembelajaran mudah dioperasikan tanpa membutuhkan keterampilan khusus.

Berdasarkan pendapat para ahli dapat dirangkum bahwa dalam pengembangan

media objek setidaknya ada empat langkah pokok yaitu studi literatur, melakukan pengembangan, validasi, dan evaluasi.

2) Media Cetak (*Jobsheet*)

Media cetak yang digunakan dalam media pembelajaran ini merupakan *jobsheet*. *Jobsheet* merupakan salah satu media dalam kegiatan instruksional yang digunakan untuk membantu proses belajar mengajar. Menurut Widarto (2013) dalam Permana, Sunarya, & Santyadiputra (2015: 154) "*Job sheets are sheets containing tasks that to be done by the students. Job sheet contain title, Basic Competence to be achieved, time allocation, equipment or materials which are necessary for completing the tasks, brief information, steps, assigned tasks, and reports.*" Yang artinya *jobsheet* merupakan lembar tugas yang harus diselesaikan oleh siswa. *Jobsheet* terdiri dari judul, kompetensi dasar, alokasi waktu, alat dan bahan yang dibutuhkan, informasi singkat, langkah kerja, tugas, dan laporan. Pembuatan *jobsheet* harus disesuaikan dengan aturan yang ada. *Jobsheet* dapat berupa panduan untuk latihan pengembangan aspek kognitif maupun pengembangan semua aspek pembelajaran. Hal sependapat juga disampaikan oleh Trianto (2010: 222-223) mengenai "komponen-komponen *jobsheet* meliputi: a) judul eksperimen, b) teori singkat, c) alat dan bahan, d) prosedur eksperimen, e) data pengamatan, f) pertanyaan, dan g) kesimpulan untuk bahan diskusi." *Jobsheet* dalam penelitian ini merupakan *jobsheet* yang digunakan untuk mengoperasikan *trainer*.

Pengembangan *jobsheet* menurut Trianto (2014), ada beberapa hal yang harus dianalisis yaitu.

a) Analisis Struktur Isi

Analisis struktur isi dilaksanakan dengan mencermati kurikulum Garis-Garis Besar

Program Pengajaran yang sesuai mulai dari bahan kajian, pokok bahasan, sub-pokok bahasan, serta garis besar perincian isi pokok bahasan.

b) Analisis Konsep

Yang dimaksud analisis konsep yaitu mengidentifikasi konsep-konsep utama yang akan diajarkan dan menyusunnya secara sistematis sesuai urutan penyajian dan merinci konsep-konsep yang relevan.

c) Analisis Prosedural

Analisis prosedural dilakukan dengan mengidentifikasi tahap-tahap penyelesaian tugas sesuai dengan bahan kajian, hasil analisis ini akan diperoleh peta tugas dan analisis prosedural.

d) Analisis Pemrosesan Informasi

Analisis pemrosesan informasi adalah analisis tugas yang dilakukan untuk mengelompokkan tugas-tugas yang dilaksanakan siswa selama pembelajaran dengan mempertimbangkan waktu.

Menurut Anderson (1987) ada beberapa aturan yang harus diperhatikan dalam menyusun media cetak (*jobsheet*) yaitu.

- a) Analisis penguasaan bahasa, usia dan gaya atau kebiasaan membaca siswa.
- b) Penggunaan gaya huruf dan desain halaman yang sesuai.
- c) Cobakanlah konsep media cetak kepada orang yang tidak mengenal pokok masalah yang dibahas, buatlah catatan perbaikan isi dan desainnya.
- d) Hindarkanlah penggunaan kata yang berlebihan, istilah lokal, dan kalimat yang ruwet.
- e) Pertimbangkanlah jenis huruf dan penataan halaman.
- f) Hindarkanlah pemakaian huruf besar pada kalimat yang panjang untuk memberi penekanan.

- g) Gunakanlah sketsa, foto, atau grafik untuk memperjelas dan menghemat waktu baca.
- h) Gunakanlah bahan asli untuk penggandaan.
- i) Apabila menggunakan *flipchart*, *easel*, *sheet*, atau *wall charts*, batasi jumlah informasi yang ditampilkan.
- j) Jangan terlalu banyak memberi tekanan dengan menggunakan berbagai gaya huruf.

Berdasarkan pendapat para ahli dapat dirangkum bahwa *jobsheet* merupakan salah satu media instruksional tatap muka yang dalam pengembangannya harus dianalisis dari struktur isi, konsep, prosedural, maupun pemrosesan informasi.

f. Evaluasi

Tahap akhir dari pembuatan media adalah evaluasi. Oleh karena itu, media harus diujicobakan agar mendapat *feedback* dari sasaran yang ditentukan. Dengan adanya evaluasi diharapkan media yang digunakan dapat meningkatkan kegiatan belajar. Adapun beberapa bentuk evaluasi menurut Sadiman, dkk (2011) yaitu evaluasi formatif dan sumatif. Evaluasi formatif merupakan proses pengumpulan data mengenai efektivitas dan efisiensi bahan-bahan pembelajaran termasuk didalamnya media pembelajaran. Data ini dimaksudkan untuk memperbaiki dan menyempurnakan media yang dibuat. Sedangkan evaluasi sumatif merupakan proses penentuan apakah media yang dibuat layak digunakan dalam situasi-situasi tertentu dan menentukan keefektifan dari media tersebut.

Ada beberapa tahapan dalam evaluasi formatif yaitu evaluasi satu lawan satu (*one to one*), evaluasi kelompok kecil (*small group evaluation*), dan evaluasi lapangan (*field evaluation*). Evaluasi satu lawan satu dilaksanakan dengan misalnya dua siswa yang mewakili populasi kemudian siswa diperintahkan untuk

mengamati dan mempelajari media tersebut. Evaluasi kelompok kecil dilaksanakan pada 10-20 orang yang mewakili populasi. Sedangkan evaluasi yang terakhir adalah evaluasi lapangan. Evaluasi ini dilaksanakan pada 30 orang yang mencerminkan keadaan populasi di lapangan. Dalam pemilihan sasaran harus disesuaikan dengan populasi lapangan dengan karakteristik mulai dari tingkat kepandaian, kelas, latar belakang, jenis kelamin, usia, kemajuan belajar, dan sebagainya (Sadiman, dkk., 2011).

Sedangkan menurut Arsyad (2003) keefektifan dalam proses instruksional diukur dari dua aspek meliputi: 1) bukti empiris hasil belajar siswa yang dihasilkan oleh sistem instruksional, dan 2) bukti yang menunjukkan kontribusi media pembelajaran dalam keberhasilan dan keefektifan proses instruksional. Proses evaluasi tidak terlepas dari teknik evaluasi. Menurut Newby, dkk (2011) beberapa teknik evaluasi yang dapat digunakan meliputi.

1) *Test*

Penggunaan tes di sini dalam arti umum merujuk ke salah satu standar alternatif penilaian dan keterampilan. Teknik penilaian dapat mengidentifikasi pengetahuan awal pemberian instruksi, perkembangan selama instruksi, dan mengukur hasil yang mereka pelajari.

2) *Student Tryout*

Student tryout (uji coba siswa) mengacu pada uji coba beberapa aktifitas, metode, media, atau bahan pembelajaran pada sekelompok kecil siswa sebelum digunakan pada skala besar. Hal ini dalam artian bahwa uji coba adalah menjalankan latihan atau praktik yang bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang mungkin muncul sebelum digunakan pada pembelajaran sesungguhnya.

3) *Direct Observation*

Direct observation (observasi langsung) mengacu pada pengamatan siswa ketika siswa mendapatkan pembelajaran dan keterlibatan dalam kelompok. Keuntungan utama dari observasi langsung adalah mendapatkan informasi tentang proses pembelajaran dan pemahaman siswa.

4) *Talking with Students*

Talking with students (diskusi dengan siswa) melibatkan diskusi yang relatif formal dengan siswa ataupun sekelompok siswa dan mungkin juga dengan cara informal. Baik formal maupun informal diskusi dengan siswa memiliki keuntungan yaitu mengetahui secara langsung apa yang mereka peroleh dari pembelajaran yang disampaikan.

5) *Peer Review*

Peer review (peninjauan dengan teman sebaya) dilaksanakan dengan teman sejawat untuk menguji semua atau sebagian materi pembelajaran, menyebutkan hal yang kurang bermanfaat dalam pembelajaran, dan memberikan anjuran dalam memperbaiki pembelajaran.

6) *Classroom Observation*

Classroom observation (observasi kelas) yaitu mengundang teman sejawat untuk masuk dalam kelas melihat proses pembelajaran, mengomentari materi dan aktivitas yang baik dalam pembelajaran, dan memberikan anjuran dalam memperbaiki pembelajaran. Seperti *peer review*, dalam observasi kelas teman sejawat diharapkan mampu memberikan saran dari sudut pandang yang berbeda dan membantu mencari permasalahan terhadap pembelajaran yang diterapkan di dalam kelas.

7) *Teacher Preview*

Ketersediaan materi pembelajaran dapat diperoleh dari berbagai sumber meliputi materi pembelajaran yang diproduksi secara luas, dibuat oleh guru, dipublikasi dalam jurnal profesional, ataupun dari internet. Akan tetapi menurut Smaldino, Lowther, & Russel (2008) dalam Newby, dkk (2011) menyatakan bahwa peninjauan materi pembelajaran mengacu pada proses membaca materi pembelajaran yang spesifik untuk menilai kualitas dan tingkat kebermanfaatan sebelum diterapkan pada kelas.

8) *Reflection*

Reflection (refleksi) merupakan proses berpikir kembali terhadap pembelajaran yang telah berjalan menggunakan pengalaman dan keahlian sendiri untuk mengidentifikasi bagian pembelajaran yang berjalan atau tidak.

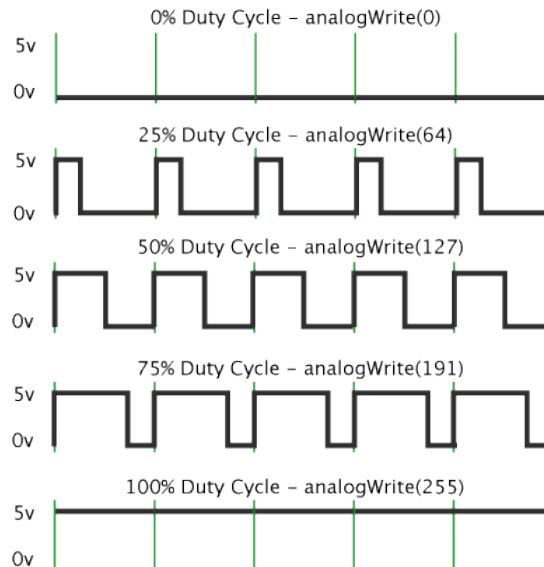
Berdasarkan pendapat para ahli dapat dirangkum bahwa tahapan dalam evaluasi meliputi evaluasi formatif dan sumatif dengan berbagai teknik evaluasi meliputi *test*, *student tryout*, *direct observation*, *talking with student*, *peer review*, dan *classroom observation*.

3. **Sistem Pengendalian Motor**

Trainer ini memiliki batasan spesifikasi motor yang digunakan meliputi motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper*. Sistem pengendalian motor menggunakan *pulse width modulasi* atau PWM yang ada pada mikrokontroler Arduino Uno R3. PWM merupakan teknik memperoleh sinyal analog menggunakan kontrol digital yaitu dengan *switch* sinyal *on* (5 volt) atau *off* (0 volt). Kontrol digital digunakan untuk menghasilkan gelombang kotak.

Frekuensi PWM yang dimiliki Arduino 500Hz dengan periode 2 milidetik. Perhatikan Gambar 1, garis hijau merupakan periode 2 milidetik. Perintah yang

digunakan untuk menghasilkan PWM adalah *analogWrite()* dengan skala 0 sampai 255, misalkan *analogWrite(255)* menghasilkan 100% *duty cycle*, dan *analogWrite(127)* menghasilkan 50% *duty cycle*.



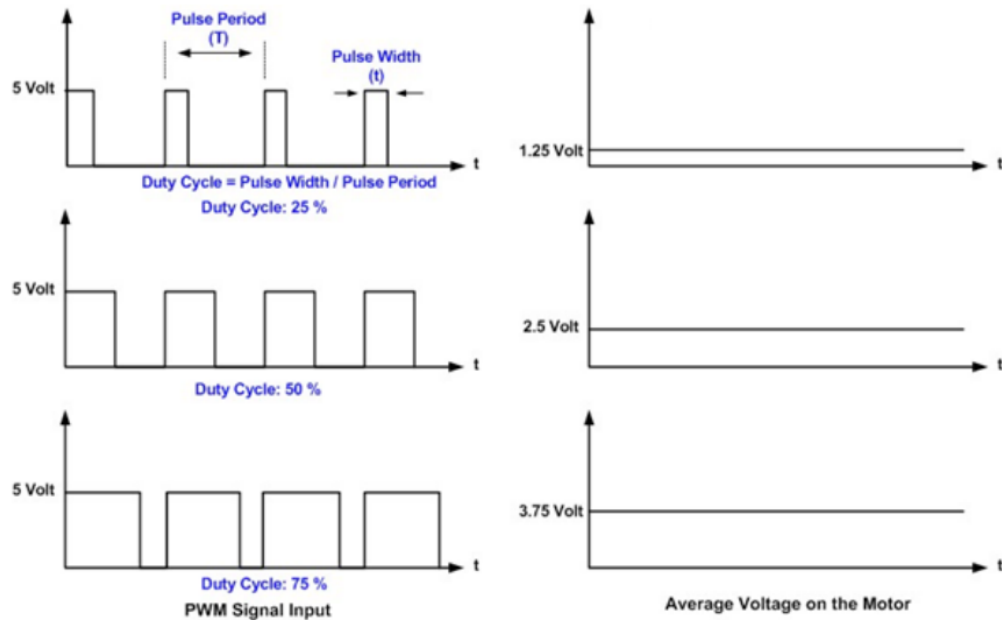
Gambar 1. *Pulse width modulation* Arduino (www.arduino.cc)

Pengendalian motor menggunakan PWM berbeda-beda sesuai dengan karakteristiknya. Berikut ini merupakan penjelasan sistem pengendalian masing-masing motor.

a. **Motor DC**

Motor DC merupakan salah satu mesin yang mengubah energi listrik menjadi mekanik yang dikembangkan oleh Michael Faraday tentang konsep hukum elektromagnetik (Electro-Craft Corporation, 1972). "Prinsip kerja motor DC adalah jika ada kumparan dilalui arus, maka pada kedua sisi kumparan akan bekerja gaya Lorentz (Budiharto, 2014: 54)." Salah satu pengendalian motor DC adalah menggunakan *Pulse Width Modulation* (PWM). Sistem pengendalian motor DC menggunakan PWM yang nantinya akan menghasilkan variasi kecepatan. Variasi kecepatan dapat diperoleh dari lebar pulsa ON dibandingkan dengan

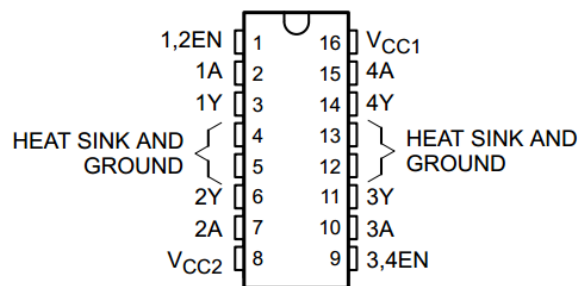
periode pulsa. Semakin tinggi waktu ON pada pulsa maka semakin tinggi pula tegangan yang dihasilkan seperti terlihat pada Gambar 2 (Debono, 2013).



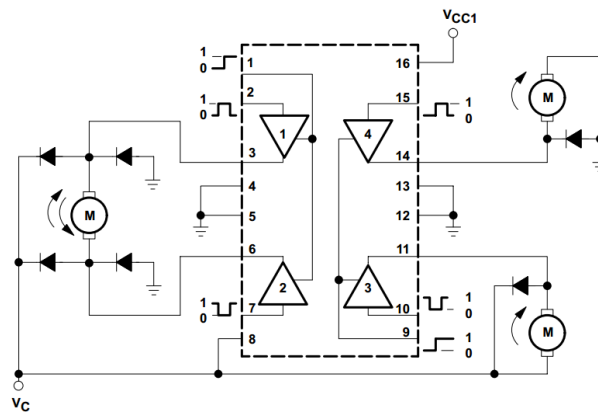
Gambar 2. PWM untuk mengontrol kecepatan motor DC

(Debono, 2013: 275)

Pengendalian motor DC tidak hanya sebatas pengendalian kecepatan namun juga pengendalian arah putaran. Pengendalian ini membutuhkan *driver* motor agar motor dapat bergerak searah atau berlawanan jarum jam. Pada *trainer* ini *driver* motor yang digunakan IC L293D yang merupakan tipe *H-Bridge*. Gambar 3 menunjukkan karakteristik IC L293D.



(a)



(b)

Gambar 3. (a) Bentuk penampang IC L293D.

(b) Rangkaian *driver* motor IC L293D.

(Texas Instrument, 2002)

IC L293D merupakan *driver* motor yang memiliki dua *output channel* motor dengan tegangan kerja 4,5 – 36 volt. Tabel 1 merupakan tabel fungsi dari IC L293D.

Tabel 1. Fungsi IC L293D (Texas Instrument, 2002)

Input		Output
A	EN	Y
H	H	H
L	H	L
X	L	Z

Keterangan :

H : *High Level*

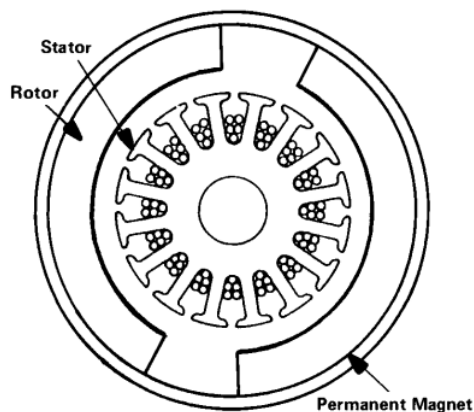
L : *Low Level*

X : *Irrelevant*

Z : *High Impedance (off)*

b. Motor *Brushless*

Sejak adanya rangkaian kendali untuk motor step atau frekuensi untuk mengendalikan motor AC maka muncul juga untuk mengendalikan motor *brushless*. Motor *brushless* DC memiliki karakteristik torsi-kecepatan dari konvensional magnet permanen motor DC. Pada umumnya struktur stator motor *brushless* seperti Gambar 4, dimana rotor terdiri dari batang as dan pusat kumpulan magnet permanen (Electro-Craft Corporation, 1972). Kelebihan motor *brushless* dibandingkan motor DC adalah kecepatan yang lebih baik, tanggapan dinamis dan efisiensi tinggi, tahan lama, serta *speed range* yang luas (Budiharto, 2014).

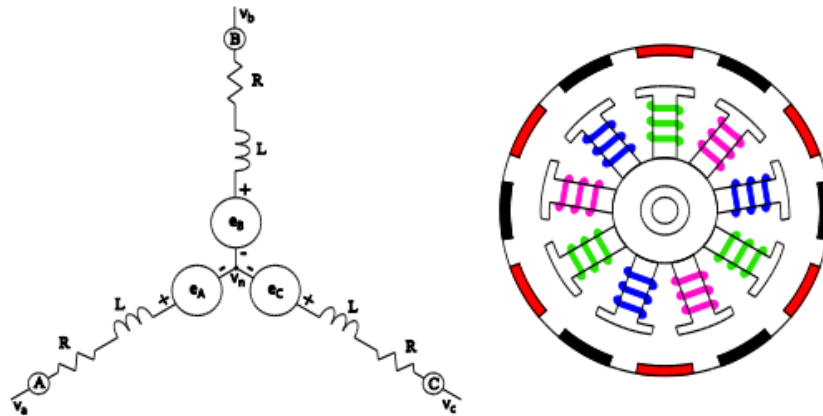


Gambar 4. Konvensional magnet permanen motor

(Electro-Craft Corporation, 1972: 6-5)

Menurut Brown (2002) motor *brushless* terdiri dari tiga *phase* yang membentuk konfigurasi Y seperti Gambar 5. Titik tengah dari konfigurasi Y merupakan titik netral pada motor dan magnet permanen diposisikan di depan rotor dengan menghadap diantara kutub utara dan selatan. Pengendalian putaran motor *brushless* menggunakan *Electronic Speed Control* atau ESC yang mendrive masing-masing *phase* secara bergantian menggunakan PWM. Ketika arus melalui

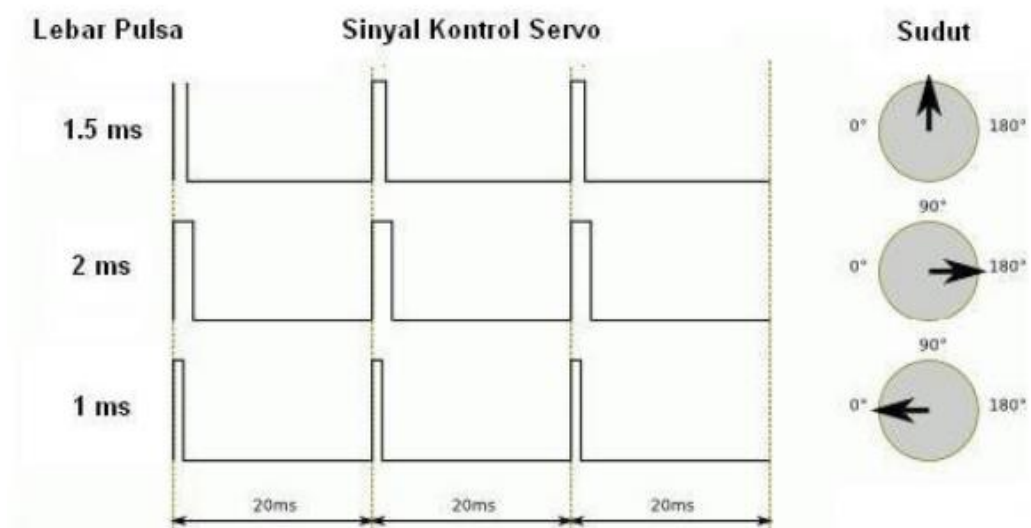
stator maka akan terjadi interaksi antara muatan listrik dengan medan magnet rotor sehingga menyebabkan motor berputar (Tefay, dkk., 2011).



Gambar 5. Elektrikan dan mekanik motor *brushless* (Tefay, dkk., 2011: 2)

c. Motor Servo

Motor servo merupakan salah satu jenis motor yang memiliki batas putaran maksimal 180 derajat (Pinckney, 2006). Teknik pengendalian motor servo menggunakan PWM dengan memanfaatkan lebar pulsa. Gambar 6 menunjukkan pengkondisian sinyal pada motor servo.

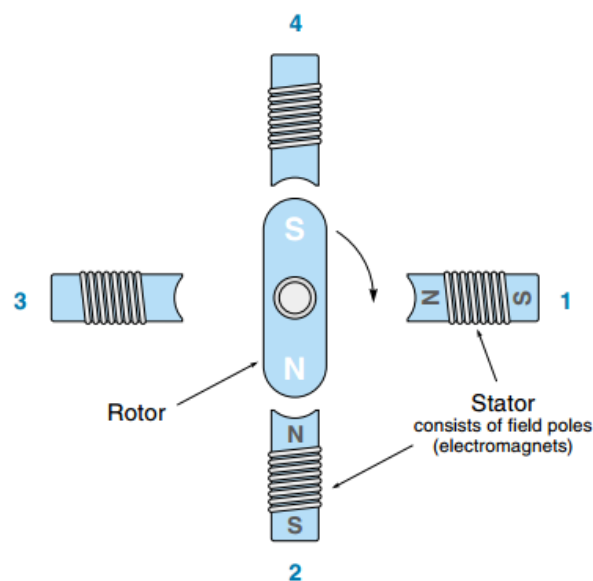


Gambar 6. Sinyal kendali motor servo (Sujarwata, 2013: 49)

Untuk menggerakkan motor *servo* ke kanan atau kiri tergantung pada *delay* ketika PWM kondisi *high*. Misalkan untuk membuat *servo* pada posisi *center* memberikan *delay* 1,5 ms pada periode PWM 20 ms (Sujarwata, 2013).

d. Motor Stepper

Motor *stepper* merupakan salah satu tipe motor DC unik yang berputar dengan *step* yang tetap sesuai dengan nilai sudutnya. Nilai *range step* antara 0,9 sampai 90 derajat. Pada dasarnya struktur motor *stepper* memiliki rotor dan stator seperti pada Gambar 7. Rotor merupakan magnet tetap dan stator merupakan penghasil elektromagnet/medan magnet. Jika setiap medan magnet diberi tegangan dari satu medan magnet ke yang lainnya secara memutar, maka rotor akan berputar penuh (Killian, 2000).



Gambar 7. Struktur motor *stepper* (Killian, 2000: 344)

Pada dasarnya ada dua macam cara kerja dari motor *stepper* yaitu *full-step* dan *half-step*. Terlihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Kontrol *full-step* (Budiharto, 2014: 74)

FULL-STEP								
	Tegangan yang diberikan pada lilitan							
	CW (<i>Clockwise</i>)				CCW (<i>Counter Clockwise</i>)			
	L3	L2	L1	L0	L3	L2	L1	L0
1	1	0	0	0	0	0	0	1
2	0	1	0	0	0	0	1	0
3	0	0	1	0	0	1	0	0
4	0	0	0	1	1	0	0	0

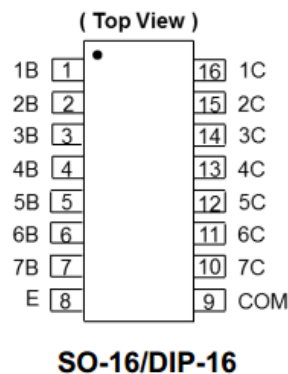
Pada pengendalian *full-step* suatu titik magnet dirotor akan kembali mendapatkan tarikan medan magnet stator pada lilitan yang sama setelah step keempat. Pergerakan setiap step rotor tergantung pada spesifikasi derajat per *step* masing-masing motor. Tegangan 1 merupakan logika dalam level Transistor Transistor Logic (TTL). Sedangkan pada pengendalian *half-step*, setiap kutub magnet akan kembali mendapatkan penarikan setelah step kedelapan dan akan memulai step satu. Setiap posisi step rotor berubah sebesar setengah derajat dari spesifikasi derajat per *step* motor *stepper* (Budiharto, 2014).

Tabel 3. Kontrol *half-step* (Budiharto, 2014: 75)

HALF-STEP								
	Tegangan yang diberikan pada lilitan							
	CW (<i>Clockwise</i>)				CCW (<i>Counter Clockwise</i>)			
	L3	L2	L1	L0	L3	L2	L1	L0
1	1	0	0	0	0	0	0	1
2	1	1	0	0	0	0	1	1
3	0	1	0	0	0	0	1	0
4	0	1	1	0	0	1	1	0
5	0	0	1	0	0	1	0	0
6	0	0	1	1	1	1	0	0
7	0	0	0	1	1	0	0	0
8	1	0	0	1	1	0	0	1

Pada pengendalian motor *stepper*, *driver* motor yang digunakan adalah IC ULN2003A yang merupakan IC TTL CMOS. IC ini merupakan *array darlington*

dengan tegangan dan arus tinggi yang tersusun dari *common emitter* transistor. Gambar 8 menunjukkan bentuk dari IC ULN2003A.



Gambar 8. IC ULN2003A (Diodes Incorporated, 2015)

4. Pengertian Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan salah satu instrumen elektronika yang digunakan pada sistem kendali. “Mikrokontroller merupakan teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil (Pramono, 2011: 185).” “Mikrokontroler merupakan suatu chip yang dapat diprogram untuk melakukan fungsi kendali pada suatu alat. Chip ini memiliki memori di dalam tubuh yang digunakan untuk menyimpan program yang diisikan melalui PC menggunakan *port* serial/paralel (Budiharto, 2014: 13).” Menurut Calcutt (2004: 1) “mikrokontroler adalah komputer yang kebanyakan chip pendukungnya dalam satu paket. Semua komputer memiliki beberapa bagian yaitu 1) CPU (*Central Processing Unit*), 2) RAM (*Random Access Memory*), 3) ROM (*Read Only Memory*), dan 4) I/O (Input dan Output).” Hal sependat juga diungkapkan oleh Suyadhi (2010: 264) menyatakan bahwa “mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu keping IC (*integrated circuit*) sehingga sering disebut mikrokomputer chip tunggal.” Sehingga dapat dirangkum

bahwa mikrokontroler merupakan sebuah chip tunggal yang pada umumnya terdiri dari CPU, RAM, ROM, dan I/O yang digunakan pada sistem pengendali.

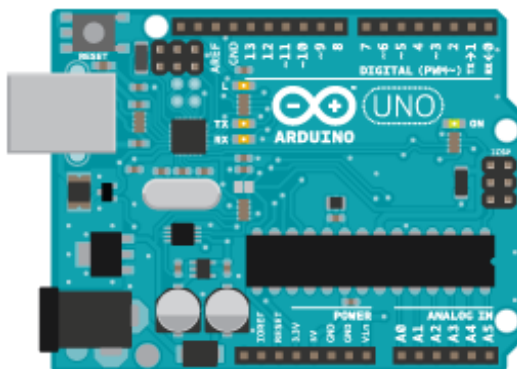
5. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino UNO merupakan *board* yang menggunakan IC Atmega328. Arduino ini memiliki pin 14 digital input/output (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 analog *input*, frekuensi clock 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Untuk menggunakannya tinggal melakukan koneksi USB dengan komputer atau menggunakan adaptor AC ke DC. Tabel 4 merupakan karakteristik dari Arduino UNO.

Tabel 4. Karakteristik Arduino UNO (www.arduino.cc)

<i>Microcontroller</i>	Atmega328P
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage (recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (limit)</i>	6-20V
<i>Digital I/O Pins</i>	14 (<i>of which 6 provide PWM output</i>)
<i>PWM Digital I/O Pins</i>	6
<i>Analog Input Pins</i>	6
<i>DC Current per I/O Pin</i>	20 mA
<i>DC Current for 3.3V Pin</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB (Atmega328P) <i>of which 0.5 KB used by bootloader</i>
<i>EEPROM</i>	1 KB (Atmega328P)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

Gambar 9 menunjukkan bentuk *board* Arduino UNO. Pemilihan *board* mikrokontroler dalam penelitian ini memiliki beberapa alasan yaitu (1) kemudahan dalam mengaksesnya karena sudah dilengkapi IDE dari Arduino, (2) murah dan fleksibel, dan (3) bersifat *open source* sehingga banyak *developer* yang membuat *library* pemrogramannya.



Gambar 9. Bentuk *board* Arduino UNO (www.arduino.cc)

6. Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor

Mata pelajaran Teknik Mikroprosesor merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan di SMK pada paket keahlian Teknik Audio Video. Mata pelajaran ini diajarkan dengan alokasi waktu 4 jam pelajaran/minggu. Kompetensi dasar yang ada dalam mata pelajaran ini terlihat pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, kompetensi dasar Mata Pelajaran Mikrokontroler yang sesuai dengan pembuatan *trainer* dalam penelitian ini mengacu pada KD yaitu pengaplikasian mikrokontroler dan menerapkan perintah input/output *port*. Selain itu juga disesuaikan dengan materi ajar pada bab yang mempelajari motor.

Tabel 5. Kompetensi dasar mata pelajaran Teknik Mikroprosesor

KD PENGETAHUAN	KD KETERAMPILAN
a. Memahami teknik pemecahan masalah matematis (C2)	a. Membuat urutan pemecahan masalah dengan menggunakan simbol-simbol tertentu (P2)
b. Menerapkan penggunaan bahasa pemrograman dalam menyelesaikan masalah (C3)	b. Mengimplementasikan bahasa pemrograman dalam menyelesaikan masalah (P2)
c. Membedakan program aplikasi sederhana dengan menggunakan konstanta, variabel, operator, dan perintah input/output di komputer (C2)	c. Mengimplementasikan program aplikasi sederhana dengan menggunakan konstanta, variabel, operator, dan perintah input/output di komputer (P2)
d. Menerapkan program aplikasi sederhana dengan menggunakan	d. Mendemonstrasikan program aplikasi sederhana dengan menggunakan konstanta, variabel,

KD PENGETAHUAN	KD KETERAMPILAN
kontrol statemen dan perintah input/output di layar monitor (C3)	operator, dan perintah input/output di komputer (P2)
e. Menerapkan program aplikasi sederhana yang menggunakan proses pengulangan (loop) (C3)	e. Mendemonstrasikan program aplikasi sederhana yang menggunakan proses pengulangan (loop) (P2)
f. Menentukan program aplikasi yang menggunakan penempatan kursor dilayar monitor dan perintah input/output (C3)	f. Mendemonstrasikan program aplikasi yang menggunakan penempatan kursor dilayar monitor dan perintah input/output (P2)
g. Menjelaskan program dengan teknik penggunaan variabel array (C3)	g. Merancang program yang penggunaan sub program dalam program aplikasi digital (P2)
h. Memahami prinsip membuat program grafik	h. Membuat program dengan teknik penggunaan array (P2)
i. Memahami arsitektur mikroprosesor dan mikrokontroler (C2)	i. Membuat blok diagram arsitektur mikroprosesor dan mikrokontroler (P2)
j. Memahami organisasi memori mikroprosesor dan mikrokontroler (C3)	j. Memilah organisasi memori mikroprosesor dan mikrokontroler (P2)
k. Mengaplikasikan software mikroprosesor dan mikrokontroler (C3)	k. Menerapkan software mikroprosesor dan mikrokontroler (P2)
l. Menerapkan perintah input dan output (C3)	l. Mengontrol input dan output port (P3)
m. Menganalisis letak kesalahan pada program input output (C4)	m. Menyempurnakan program pada input/out port (P3)

B. Hasil Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah:

1. Artikel Santoso, Utami, & Wulandari (2016) yang berjudul “*Pengembangan Trainer Signal Conditioning Untuk Mata Kuliah Instrumentasi*” menggunakan istilah *trainer* yang berarti modul praktik yang terdiri dari *hardware* dan *software*. Penggunaan istilah *trainer* mengacu pada penelitian ini.
2. Artikel Firmansyah & Sulistyio (2017) yang berjudul “*Pengembangan Trainer Mikrokontroler Berbasis Arduino Uno sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor di Kelas X TEI SMK Negeri Bangil Kabupaten*

Pasuruan” menyatakan bahwa penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *trainer* mikrokontroler berbasis Arduino Uno dan mengetahui respon siswa terhadap *trainer* yang dikembangkan. Oleh karena itu penelitian ini menjadi acuan peneliti dalam mengembangkan *trainer* berbasis Arduino Uno.

3. Penelitian tugas akhir skripsi Benny Abdurrahman (2014) yang berjudul “*Media Pembelajaran Huruf Latin dan Hijaiyah Braille dengan Output Suara untuk Siswa Tunanetra di SLB A Yaketunis Yogyakarta*” menyatakan bahwa jenis penelitian ini merupakan *Research and Development* dengan 9 tahapan prosedur pengembangan meliputi: 1) identifikasi potensi dan masalah; 2) pengumpulan data; 3) desain produk; 4) validasi desain; 5) revisi desain; 6) ujicoba produk; 7) revisi produk; 8) ujicoba pemakaian; dan 9) revisi produk. Penelitian ini menjadi acuan peneliti pada jenis dan prosedur pengembangan penelitian yang digunakan.

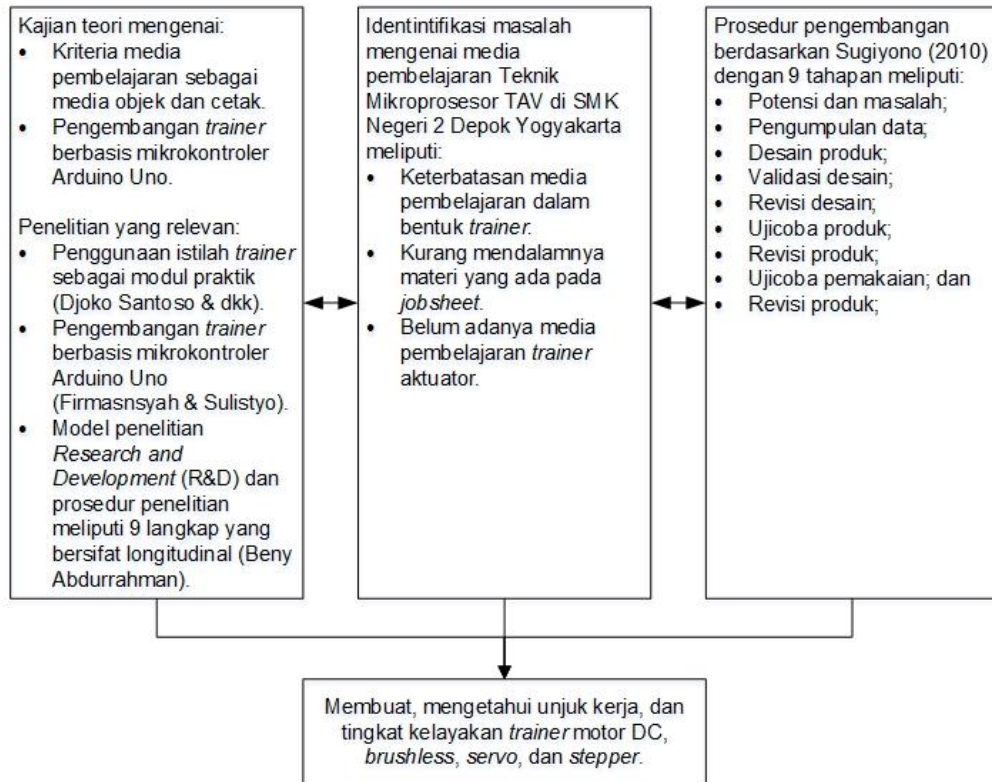
C. Kerangka Pikir

Peningkatan kualitas dalam proses pembelajaran di kelas itu sangat penting karena siswa dituntut untuk paham pada setiap materi yang diajarkan. Pemahaman masing-masing siswa dalam menerima materi berbeda-beda. Salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan membuat media pembelajaran. Media pembelajaran diharapkan mampu memperjelas penyampaian materi dan memberikan rangsangan yang sama sehingga mampu memudahkan siswa dalam belajar. Selain itu dengan media pembelajaran ini juga pembelajaran menjadi efektif dan efisien.

Melihat potensi yang dimiliki siswa kelas A dan B TAV SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor perlu adanya peningkatan media pembelajaran dalam bentuk *trainer*. Berdasarkan hasil studi

lapangan peneliti menyatakan bahwa: 1) keterbatasan media pembelajaran dalam bentuk *trainer*, 2) kurang mendalamnya materi yang ada pada modul/*jobsheet*, dan 3) belum adanya media pembelajaran *trainer* aktuator. Dari beberapa masalah yang ada, peneliti akan mengembangkan *trainer* aktuator yang dilengkapi dengan *jobsheet* dan *use manual*-nya. Lebih jelasnya mengenai kerangka pikir penelitian ini lihat Gambar 10.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan 9 tahapan prosedur pengembangan meliputi (1) potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) revisi desain, (6) ujicoba produk, (7) revisi produk, (8) ujicoba pemakaian, (9) revisi produk, dan (10) produksi masal. Tahap awal penelitian adalah perancangan. Perancangan akan dilakukan sesuai dengan prosedur pengembangan. Setelah perancangan selesai, kemudian *trainer* akan diujicoba unjuk kerjanya. Ujicoba unjuk kerja dilaksanakan dalam dua tahap yaitu tahap pertama oleh peneliti dan kedua oleh ahli. Pengujian oleh ahli digunakan untuk mengetahui validitas konstruk dan validitas isi *trainer*. Setelah itu, ketika *trainer* sudah layak maka akan dilanjutkan dengan uji pemakaian pada siswa. Uji pemakaian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan *trainer*.



Gambar 10. Blok diagram kerangka pikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kerangka pikir diatas, dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut.

1. Bagaimana membuat media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta?
 - a. Bagaimana analisis kebutuhan media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta?
 - b. Bagaimana desain media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta?

pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta?

2. Bagaimana unjuk kerja media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta?
 - a. Bagaimana unjuk kerja pada setiap bagian media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta?
 - b. Bagaimana unjuk kerja keseluruhan media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta?
3. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta?
 - a. Bagaimana uji validitas media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta?
 - b. Bagaimana uji pemakaian media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali mikrokontroler Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta?

BAB III

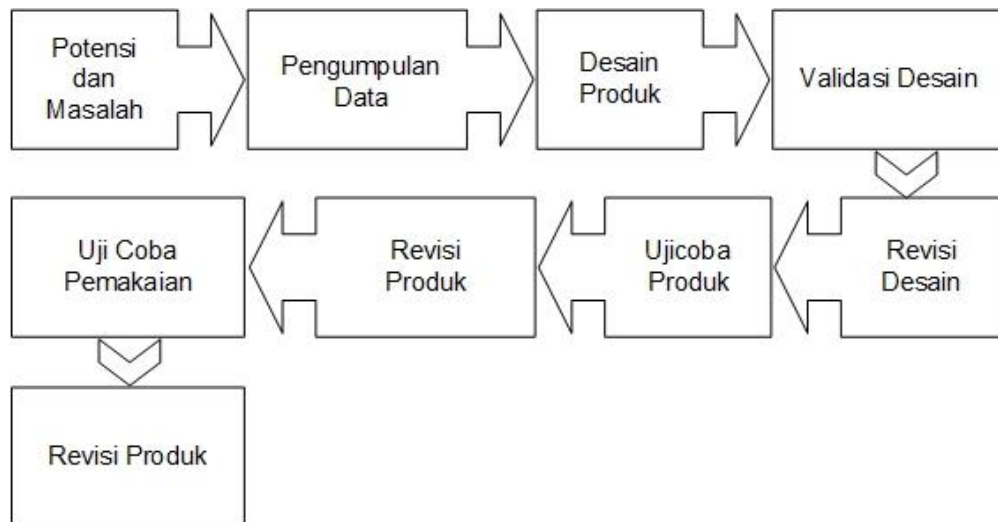
METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengembangan atau yang sering dikenal dengan *Research and Development* (R&D). "R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Metode penelitian ini berdasarkan analisis kebutuhan agar produk yang dihasilkan dapat berfungsi untuk masyarakat luas secara efektif (Sugiyono, 2015: 407)." Sedangkan menurut Putra (2015: 70) menjelaskan bahwa "R&D dapat didefinisikan sebagai penelitian yang secara sengaja, sistematis, bertujuan/diarahkan untuk meneliti, merumuskan, memperbaiki, mengembangkan, menghasilkan, menguji keefektifan produk, model, metode/strategi/cara, jasa, prosedur tertentu yang lebih unggul, baru, efektif, efisien, produktif, dan bermakna." Sehingga dapat disimpulkan bahwa R&D merupakan mengembangkan dan menguji keefektifan produk yang nantinya akan menghasilkan produk yang lebih efektif dan efisien.

B. Prosedur Pengembangan

Penelitian ini mengadaptasi prosedur pengembangan media yang ditulis oleh Sugiyono seperti terlihat pada Gambar 11. Pada umumnya R&D merupakan penelitian yang bersifat longitudinal (bertahap). Adapun tahap-tahap dalam penelitian ini ada 9 langkah meliputi:



Gambar 11. Langkah-langkah metode R&D (Sugiyono, 2015: 409)

1. Potensi dan Masalah

Penelitian ini dapat berangkat dari potensi dan masalah. Potensi adalah segala sesuatu yang apabila didayagunakan akan memiliki nilai tambah pada produk yang diteliti. Sedangkan masalah akan terjadi jika terdapat penyimpangan antara yang diharapkan dengan realita yang ada. Masalah ini dapat diselesaikan dengan R&D dengan cara meneliti sehingga dapat ditemukan model, pola, atau sistem penanganan terpadu yang lebih efektif yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data digunakan sebagai bahan untuk perencanaan produk tertentu yang diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut sehingga dibutuhkan metode penelitian sendiri. Metode penelitian yang digunakan tergantung permasalahan dan ketelitian tujuan yang ingin dicapai.

3. Desain Produk

Desain produk diwujudkan dalam gambar atau bagan sehingga dapat digunakan sebagai pegangan untuk menilai dan membuatnya. Pada bidang teknik,

desain dilengkapi dengan penjelasan mengenai bahan-bahan yang digunakan untuk membuat produk tersebut berupa ukuran, toleransi, alat dan bahan, serta prosedur kerja. Selain itu juga dijelaskan mekanisme sistem, cara kerja, kelebihan, dan kekurangannya.

4. Validasi Desain

Validasi desain merupakan proses kegiatan guna menilai rancangan produk, dalam hal ini metode mengajar baru secara rasional akan lebih efektif dari yang sudah ada atau tidak. Masih bersifat rasional karena validasi masih bersifat penilaian berdasarkan pemikiran rasional belum fakta lapangan. Validasi menghadirkan beberapa pakar atau ahli yang sudah berpengalaman untuk menilai produk yang dirancang. Validasi desain dapat dilakukan dalam forum diskusi.

5. Revisi Desain

Dalam validasi, maka akan dapat diketahui kelemahan rancangan produk. Kelemahan tersebut selanjutnya dicoba untuk dikurangi dengan cara memperbaiki desain.

6. Ujicoba Produk

Dalam bidang teknik desain tidak bisa langsung diuji coba, tapi harus dibuat terlebih dahulu menjadi barang dan barang tersebutlah yang akan diuji coba.

7. Revisi Produk

Revisi produk disini dilaksanakan ketika pada proses ujicoba produk masih terdapat kekurangan keefektifan sistem.

8. Ujicoba Pemakaian

Setelah pengujian terhadap produk berhasil dan mungkin ada revisi, langkah selanjutnya adalah menerapkan atau menguji coba produk pada lingkup lembaga pendidikan yang luas. Hal ini bertujuan untuk menilai kekurangan atau hambatan

yang muncul pada produk untuk perbaikan lebih lanjut.

9. Revisi Produk

Revisi produk ini dilakukan apabila dalam ujicoba pada lembaga pendidikan terdapat kekurangan dan hambatan. Dalam uji pemakaian, produk harus selalu dievaluasi kinerjanya.

C. Sumber Data

1. Sumber Data

Sumber data pada penelitian ini merupakan data primer. Data primer diperoleh dari hasil penelitian kelayakan *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* oleh ahli materi, media, dan siswa.

2. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian di Laboratorium Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik UNY untuk pengembangan, revisi, dan validasi produk. Sedangkan untuk tempat observasi dan pengambilan data di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta. Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Februari sampai Maret 2017.

3. Objek dan Subjek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* yang digunakan dalam pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikroprosesor. Subjek penelitian ini merupakan Siswa kelas X A dan B Paket Keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

D. Metode dan Alat Pengumpul Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner dan wawancara.

a. Kuesioner (Angket)

Teknik pengumpulan data yang pertama digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuesioner (angket). "Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya. Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang efisien bila peneliti tahu dengan pasti variabel yang akan diukur (Sugiyono, 2015: 199)." Metode kuesioner ini dalam penelitian ini diberikan secara langsung kepada responden. Responden diminta mengisi semua pertanyaan yang ada di dalam kuesioner yang pada umumnya berisi dua hal yaitu pertama bagian yang menanyakan profil responden dan bagian kedua berisi pertanyaan-pertanyaan pokok yang menyangkut tema dan masalah yang diteliti. Pada umumnya waktu yang dibutuhkan antara 30-60 menit (Sarwono, 2006: 132).

b. Wawancara

Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data untuk mengetahui permasalahan yang diteliti lebih mendalam dan jumlah respondennya sedikit/kecil (Sugiyono, 2015). "Dalam menggunakan teknik wawancara ini, keberhasilan dalam mendapatkan data atau informasi objek yang diteliti sangat bergantung pada kemampuan peneliti dalam melakukan wawancara (Sarwono, 2006: 224). Teknik wawancara dalam penelitian ini digunakan ketika studi pendahuluan mengenai data-data terkait dengan pengembangan *trainer*. Wawancara akan dilaksanakan dengan guru mata pelajaran Teknik Mikroprosesor paket keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

2. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat bantu yang digunakan dalam mengumpulkan data. Instrumen penelitian dapat berupa angket, tes, skala

bertingkat, pedoman wawancara, pedoman observasi, dan *check-list* (Arikunto, 2006, hal. 219). Instrumen penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah angket yang bersifat tertutup (*closed end items*) yaitu angket yang telah dilengkapi dengan alternatif pilihan jawaban untuk responden. Instrumen dalam penelitian ini terdiri dari instrumen untuk ahli materi, ahli media pembelajaran, dan siswa.

a. Instrumen Uji Kelayakan Ahli Materi

Kisi-kisi instrumen uji kelayakan materi dapat dilihat pada Tabel 6. Sebelum instrumen ini digunakan maka perlu dilakukan validasi isi dengan membandingkan kesesuaian dengan materi pelajaran terlebih dahulu.

Tabel 6. Kisi-kisi instrumen ahli materi

Aspek	Indikator	Nomor Butir
Kualitas Materi	Kesesuaian materi	1, 2, 3, 4
	Kelengkapan materi	5
	Keruntutan materi	6, 7
	Kejelasan materi	8, 9
	Kelengkapan media cetak (<i>jobsheet</i>)	10, 11
	Kesesuaian dengan situasi siswa	12, 13, 14, 15
Kualitas Instruksional	Memperjelas penyampaian pesan	16, 17
	Membantu proses pembelajaran	18, 19, 20

b. Instrumen Uji Kelayakan Ahli Media

Instrumen ahli media digunakan untuk menguji media pembelajaran yang dibuat. Aspek yang diuji meliputi tampilan, teknis, dan kemanfaatan. Berikut ini kisi-kisinya dapat dilihat pada Tabel 7.

a. Instrumen Responden (Siswa)

Instrumen responden (digunakan untuk siswa) berfungsi untuk mengukur media

pembelajaran yang dibuat layak digunakan atau masih ada revisi lagi. Berikut ini kisi-kisinya terlihat pada Tabel 8.

Tabel 7. Kisi-kisi instrumen ahli media

Aspek	Indikator	Nomor Butir
Kualitas Tampilan	Tata letak komponen	1, 2
	Warna	3, 4
	Ukuran dan bentuk tulisan	5, 6, 7
	Kejelasan komponen	8, 9
Kualitas Teknis	Unjuk kerja	10, 11, 12
	Kemudahan pengoperasian	13, 14
	Tingkat keamanan	15, 16
Kualitas Instruksional	Merangsang kegiatan belajar siswa	17, 18
	Meningkatkan motivasi belajar	19, 20
	Meningkatkan keterampilan siswa	21, 22
	Mempermudah proses pembelajaran	23, 24

Tabel 8. Kisi-kisi instrumen responden

Aspek	Indikator	Nomor Butir
Kualitas Tampilan	Tata letak komponen	1, 2
	Warna	3, 4
	Ukuran dan bentuk tulisan	5, 6, 7
	Kejelasan komponen	8, 9
Kualitas Teknis	Unjuk kerja	10, 11
	Kemudahan pengoperasian	12, 13
	Tingkat keamanan	14, 15
Kualitas Materi	Kejelasan materi	16, 17
	Kelengkapan media cetak (<i>jobsheet</i>)	18
	Kesesuaian dengan situasi siswa	19, 20, 21
Kualitas Instruksional	Merangsang kegiatan belajar siswa	22, 23
	Meningkatkan motivasi belajar	24, 25
	Meningkatkan keterampilan siswa	26, 27
	Mempermudah proses pembelajaran	28

3. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

a. Uji Validitas Instrumen

Pengujian validitas instrumen dilakukan dua tahap yaitu dengan validitas isi (*content validity*) dan validitas konstruk (*construct validity*). “Pengujian validasi ini, dapat digunakan pendapat dari ahli (*judgment expert*). Dalam hal ini setelah instrumen dikonstruksikan tentang aspek-aspek yang akan diukur dengan berlandaskan teori tertentu, maka selanjutnya dikonsultasikan dengan ahli (Sugiyono, 2015: 177).” Validasi instrumen dilaksanakan sampai terjadi kesepakatan dengan para ahli. Pada penelitian ini, para ahli yang menguji instrumen yaitu Dosen Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY.

Setelah mengkonsultasikan kepada para ahli, untuk mengetahui setiap butir instrumen valid atau tidak dapat diketahui dengan mengkorelasikan skor butir (X) dan skor total (Y). Untuk menganalisis item, korelasi yang digunakan untuk uji hubungan antar sesama data interval adalah korelasi (*r*) *product moment* dari Pearson. Rumus untuk mencari korelasi *product moment* yang termuat dalam buku Sugiyono (2015: 255) adalah sebagai berikut.

$$r_{xy} = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{\{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2\} \{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2\}}} \dots\dots\dots \text{Rumus ke-1}$$

Keterangan:

n = Banyaknya Pasangan data X dan Y.

$\sum X$ = Total Jumlah dari Variabel X.

$\sum Y$ = Total Jumlah dari Variabel Y.

$\sum X^2$ = Kuadrat dari Total Jumlah Variabel X.

$\sum Y^2$ = Kuadrat dari Total Jumlah Variabel Y.

$\sum XY$ = Hasil Perkalian dari Total Jumlah Variabel X dan Variabel Y.

b. Uji Reliabilitas Instrumen

Banyak cara yang dapat digunakan untuk melakukan uji reliabilitas instrumen. Namun dalam penelitian ini menggunakan uji reliabilitas instrumen rumus alpha. Rumus alpha digunakan untuk mencari reliabilitas instrumen yang skornya bukan 0 atau 1. Rumus alpha yaitu:

$$r_i = \frac{k}{(k-1)} \left\{ 1 - \frac{\Sigma \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right\} \dots\dots\dots \text{Rumus ke-2}$$

(Arikunto, 2006: 196)

Dimana:

r_i = Reliabilitas Instrumen

k = Banyaknya butir pernyataan

$\Sigma \sigma_b^2$ = Jumlah varian butir

σ_t^2 = Variasi total

Setelah koefisien reliabilitas dikehui, selanjutnya diinterpretasikan menggunakan kategori menurut Arikunto (2006: 276) yaitu seperti pada Tabel 9. Perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan bantuan *software* Ms. Excel.

Tabel 9. Tabel interpretasi nilai r (Arikunto, 2006: 276)

Besarnya nilai r	Interpretasi
Antara 0,800 sampai dengan 1,00	Tinggi
Antara 0,600 sampai dengan 0,800	Cukup
Antara 0,400 sampai dengan 0,600	Agak Rendah
Antara 0,200 sampai dengan 0,400	Rendah
Antara 0,000 sampai dengan 0,200	Sangat Rendah

E. Teknik Analisis Data

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian deskriptif yang bersifat *developmental* sehingga tidak memerlukan hipotesis melainkan menggambarkan variabel sesuai dengan kenyataan (Arikunto, 2006). Teknik

analisis data menggunakan deskriptif kualitatif yaitu memaparkan produk media pembelajaran hasil rancangan setelah diimplementasikan dalam produk jadi dan menguji tingkat kelayakan produk.

Data kualitatif yang diperoleh selanjutnya akan diubah menjadi kuantitatif dengan menggunakan skala *Likert*. Skala *Likert* digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial. Dengan skala *Likert*, maka variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel yang selanjutnya dijadikan titik tolak untuk menyusun item-item instrumen. Jawaban instrumen menggunakan skala ini mempunyai gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif (Sugiyono, 2015). Untuk melakukan kuantifikasi maka skala tersebut kemudian diberi angka-angka sebagai simbol agar dapat dilakukan perhitungan misalnya “Sangat Tidak Setuju = 1”, “Tidak Setuju = 2”, “Tidak Tahu (Netral) = 3”, dan “Setuju = 4” (Sarwono, 2006: 96).

Proses selanjutnya adalah memaparkan mengenai kelayakan produk untuk diimplementasikan pada mata pelajaran mikroprosesor di kelas X A dan B TAV SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta. Setelah data tersebut diperoleh, selanjutnya untuk melihat bobot masing-masing tanggapan dan menghitung skor reratanya dengan rumus.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots \text{Rumus ke-3}$$

Keterangan:

\bar{x} = Skor rata-rata

n = Jumlah penilai

$\sum x$ = Skor total Masing-masing

Setelah nilai skor rerata didapat, maka dilanjutkan dengan penunjukan

predikat kualitas dari produk yang dibuat berdasarkan skala empat. Adapun acuan pengubahan skor menjadi skala empat tersebut menurut Djemari (2008: 123) ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Konversi skor mejadi kategori kelayakan

No	Skor	Kategori Kelayakan
1	$x \geq \bar{x} + 1.SBx$	Sangat layak
2	$\bar{x} + 1.SBx > x \geq \bar{x}$	Layak
3	$\bar{x} > x \geq \bar{x} - 1.SBx$	Tidak Layak
4	$x < \bar{x} - 1.SBx$	Sangat Tidak Layak

Keterangan:

\bar{x} = Rerata skor keseluruhan siswa dalam satu kelas

SBx = Simpangan baku skor keseluruhan siswa dalam satu kelas

x = Skor yang dicapai sisiwa

\bar{x} = $(\frac{1}{2})(\text{skor maksimal ideal} + \text{skor minimal ideal})$

SBx = $(\frac{1}{6})(\text{skor maksimal ideal} - \text{skor minimal ideal})$

Skor maksimal ideal = \sum butir kriteria x skor tertinggi

Skor minimal ideal = \sum butir kriteria x skor terendah

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian dilaksanakan berdasarkan prosedur pengembangan penelitian oleh Sugiyono. Adapun tahapan yang telah dilaksanakan meliputi (1) potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) revisi desain, (6) ujicoba produk, (7) revisi produk, (8) ujicoba pemakaian, dan (9) revisi produk. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai hasil penelitian setiap tahap.

1. Potensi dan Masalah

Penelitian ini berawal dari potensi dan masalah yang ada di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta pada paket keahlian Teknik Audio Video. Potensi atau masalah diperoleh dari observasi terhadap siswa dan wawancara dengan guru mata pelajaran Teknik Mikroprosesor. Berikut hasil observasi dan wawancaranya.

a. Hasil Observasi Siswa

Observasi lapangan dilaksanakan menggunakan angket pada siswa. Siswa diminta untuk mengisi angket yang berisi pertanyaan mengenai pembelajaran pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor. Berikut ini hasilnya:

- 1) Proses pembelajaran pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor guru dan siswa bersama-sama mendiskusikan topik materi. Hal ini berarti siswa memiliki potensi untuk belajar mandiri sehingga dengan adanya *trainer* sebagai sumber belajar akan meningkatkan kemandirian belajar mengajar.
- 2) Perangkat pembelajaran yang digunakan dalam mata pelajaran ini meliputi proyektor, laptop, modul, Arduino, sensor, dan motor. Namun pada media

Arduino, sensor, dan motor perangkat yang digunakan masih terpisah-pisah dan satu perangkat digunakan untuk 5 orang. Hal ini menunjukkan bahwa *trainer* yang akan dibuat bersifat satu kesatuan terpadu agar praktis dan efisien dalam menggunakannya.

- 3) Pada pembelajaran ini juga sudah dilengkapi dengan modul materi pembelajaran. Namun modul yang diberikan masih kurang mendalam karena siswa mengeluhkan bahwa pemahaman materi kurang. Pembuatan produk *trainer* harus menggunakan modul/*jobsheet* agar siswa memahami materi secara mendalam.

b. Hasil Wawancara Guru

Teknik observasi pada guru menggunakan metode wawancara dengan hasil sebagai berikut.

- 1) Keterbatasan media pembelajaran dalam bentuk *trainer* yang bersifat satu kesatuan terpadu.
- 2) Media pembelajaran yang ada proyektor, laptop, Arduino, sensor, aktuator, dan komponen *display*. Sensor yang ada sensor suhu dan kelembaban, ultrasonik, dan PIR. Aktuator yang ada motor DC, servo, dan stepper. Sedangkan untuk komponen *display* berupa LED, LCD2x16 dan *seven segmen*. Pembelajaran lebih didominasi penggunaan sensor.

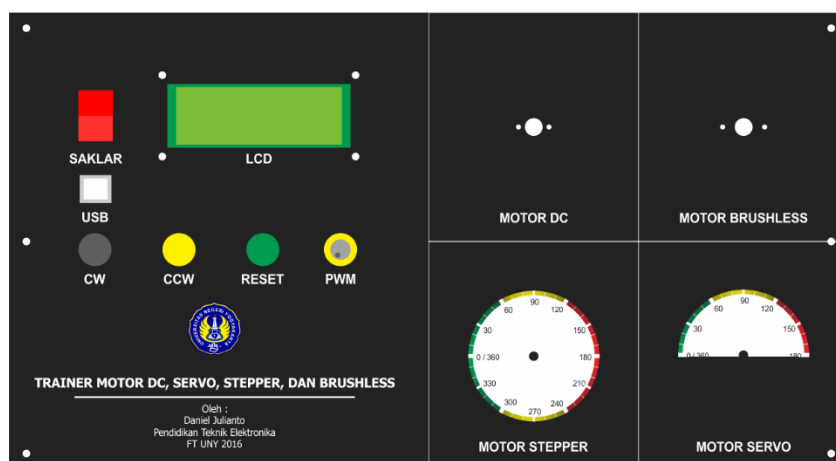
Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terdapat potensi dan masalah yang ada yaitu perlu adanya pengembangan media pembelajaran dalam bentuk *trainer*. Hal inilah yang melandasi penelitian ini. *Trainer* yang akan dikembangkan berupa *trainer* aktuator. Pemilihan aktuator dikarenakan pada pembelajaran masih didominasi oleh penggunaan sensor.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data-data mengenai Kompetensi Dasar (KD) dan indikator yang ingin dicapai. KD dan indikator terdapat pada silabus Teknik Mikroprosesor kelas X dengan penjabaran KD yang ingin dicapai yaitu membuat pemrograman mikrokontroler input-output digital dengan indikator: 1) melakukan eksperimen pengendalian aktuator, 2) membuat program perpaduan antara sensor, aktuator, dan penampil. Berdasarkan hasil observasi dengan menganalisis potensi yang ada maka pada penelitian ini akan membuat *trainer* aktuator arus searah berupa motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper*. Pembuatan *trainer* ini sudah disetujui dan didiskusikan oleh guru mata pelajaran.

3. Desain Produk

Setelah pengumpulan data langkah selanjutnya adalah desain produk awal. Produk yang akan dikembangkan meliputi *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* disertai dengan *user manual* dan *jobsheetnya*. Pembuatan desain media pembelajaran ini disesuaikan dengan tujuan yang ingin dicapai. Gambar 12 dan 13 menunjukkan desain produk awal.



Gambar 12. Desain produk awal *trainer*



Gambar 13. Desain produk awal *box trainer*

4. Validasi dan Revisi Desain

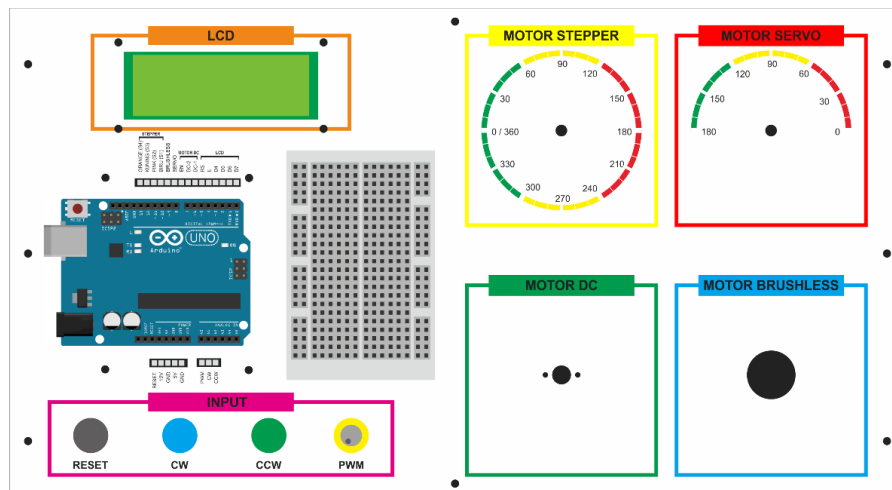
Validasi desain produk dilaksanakan oleh dua validator yaitu Guru Teknik Mikroprosesor TAV SMK N 2 Depok Yogyakarta dan Dosen Pembimbing TAS. Validasi dilaksanakan dengan menunjukkan desain awal *trainer*. Berikut ini hasil validasi desain seperti Tabel 11.

Tabel 11. Hasil validasi desain

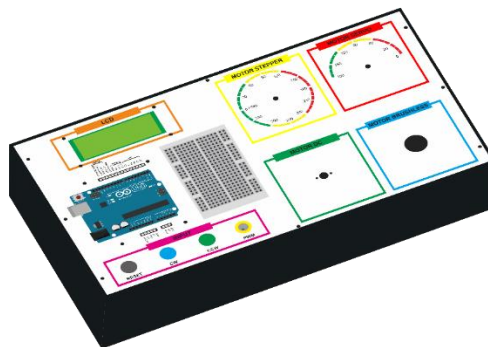
No	Desain Awal	Hasil Validasi
1		<p>Guru: <i>“Pada trainer diusahakan untuk bagian mikrokontrolernya dibuat custom. Jadi ketika nanti ingin menggunakan mikrokontroler selain Arduino Uno, cara pengantiannya mudah.”</i></p> <p>Dosen: <i>“Disesuaikan dengan kebutuhan guru disekolah.”</i></p>

No	Desain Awal	Hasil Validasi
2		<p>Guru: <i>"Untuk box dibuat sederhana saja."</i></p> <p>Dosen: <i>"Trainer diusahakan bersifat portable dan box disesuaikan."</i></p>

Setelah desain awal produk divalidasi kemudian desain direvisi sesuai dengan hasil validasi. Gambar 14 dan 15 menunjukkan desain revisi produk. Desain inilah yang nantinya akan direalisasikan.



Gambar 14. Revisi desain produk awal *trainer*



Gambar 15. Revisi desain produk awal *box trainer*

5. Pembuatan Produk

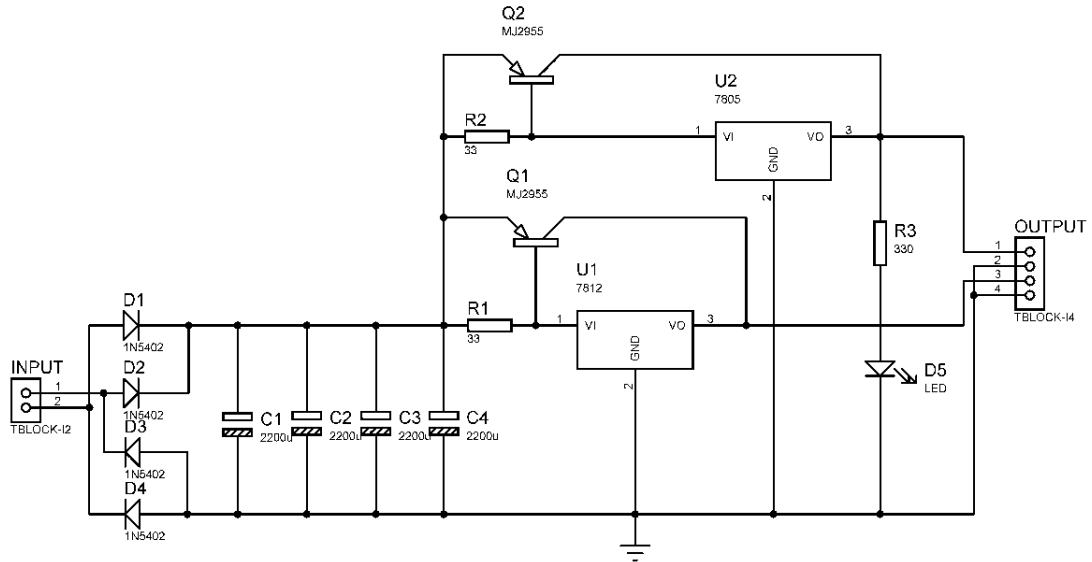
Realisasi produk dimulai dengan pembuatan blok rangkaian *trainer*, *box trainer*, *user manual*, dan *jobsheet*. Berikut ini pemaparan masing-masing langkahnya.

a. Blok Rangkaian *Trainer*

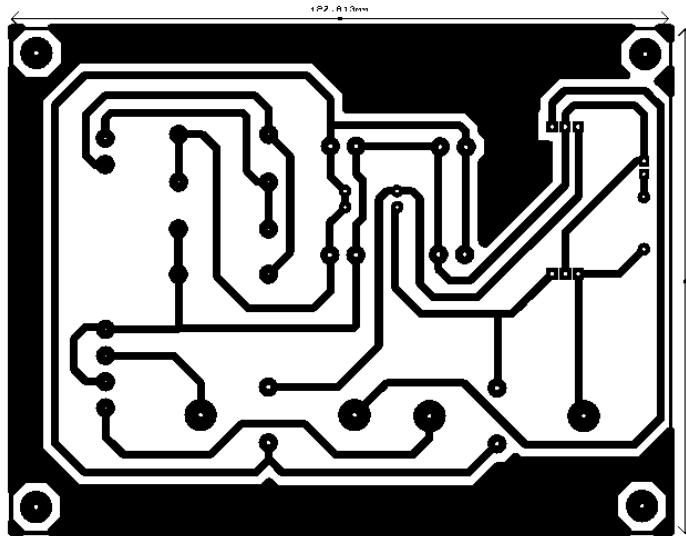
Trainer aktuator terdiri dari beberapa blok rangkaian yang meliputi 1) rangkaian *power supply*, 2) rangkaian *driver* motor dan LCD, dan 3) rangkaian pin *trainer*.

1) Blok Rangkaian *Power Supply*

Blok rangkaian *power supply* memiliki spesifikasi yaitu tegangan input yang digunakan 220V dengan tegangan output yang dihasilkan 12V dan 5V. Arus maksimal yang dihasilkan dapat *power supply* ini adalah 3A. Pembuatan desain rangkaian menggunakan *software* Proteus 7.9. Gambar 16 dan 17 menunjukkan skema rangkaian dan *layout* PCB *power supply*.



Gambar 16. Skema rangkaian *power supply*



Gambar 17. *Layout PCB power supply*

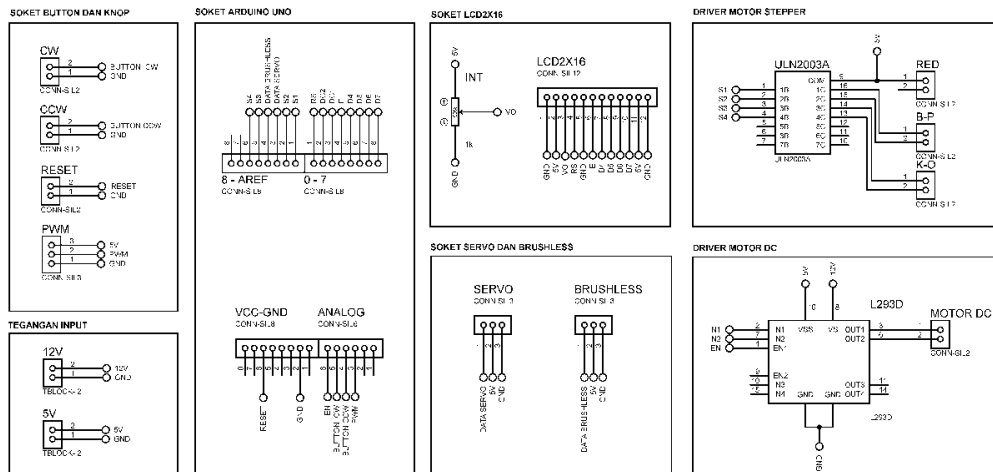
Setelah tahap desain rangkaian selanjutnya, desain direalisasi seperti gambar 18.



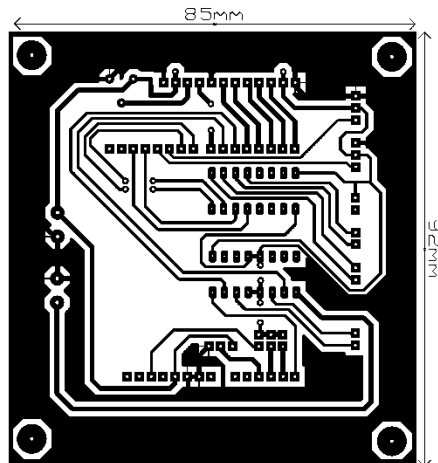
Gambar 18. Realisasi rangkaian *power supply*

2) Blok Rangkaian *Driver Motor* dan LCD

Blok rangkaian ini digunakan untuk menghubungkan input berupa tombol dan knop, pin *trainer*, dan output berupa rangkaian *driver motor* dan LCD. Pembuatan desain rangkaian ini disesuaikan dengan bentuk pin pada Arduino Uno. Gambar 19 dan 20 menunjukkan skema rangkaian dan *layout PCB*nya.

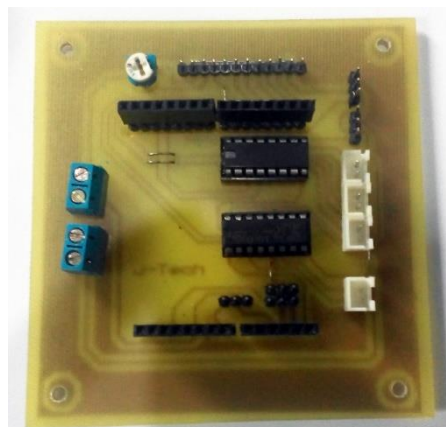


Gambar 19. Skema rangkaian *driver motor* dan LCD



Gambar 20. *Layout PCB driver motor* dan LCD

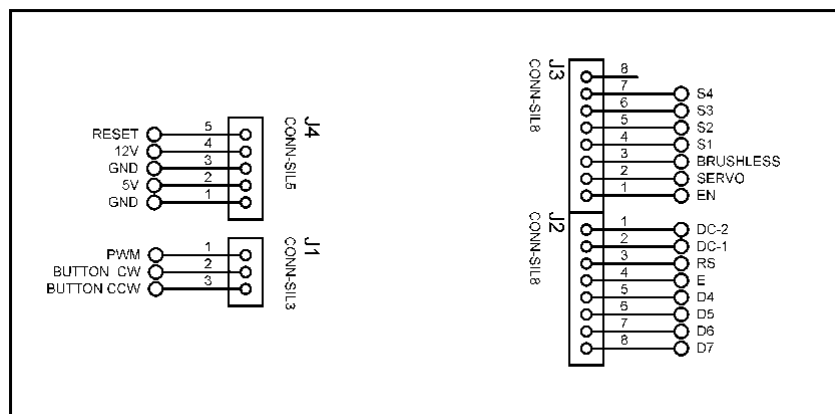
Untuk realisasi rangkaian dapat dilihat pada gambar 21.



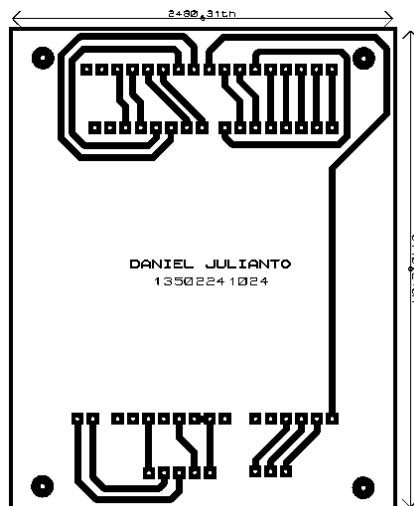
Gambar 21. Realisasi rangkaian *driver motor* dan LCD

3) Blok Rangkaian Pin *Trainer*

Blok rangkaian ini digunakan untuk menampilkan pin-pin pada rangkaian *driver* motor yang nantinya akan dihubungkan dengan Arduino Uno. Pin *trainer* memberikan informasi pada *user* mengenai pin input (PWM, CW, CCW), LCD (D7, D6, D5, D4, RS, E), motor DC (DC-1, DC-2, EN), motor servo, motor stepper, dan *supply* (12V, 5V, GND, RESET). Cara menghubungkannya menggunakan kabel jumper. Gambar 22 dan 23 menunjukkan skema rangkaian dan *layout* PCBnya.

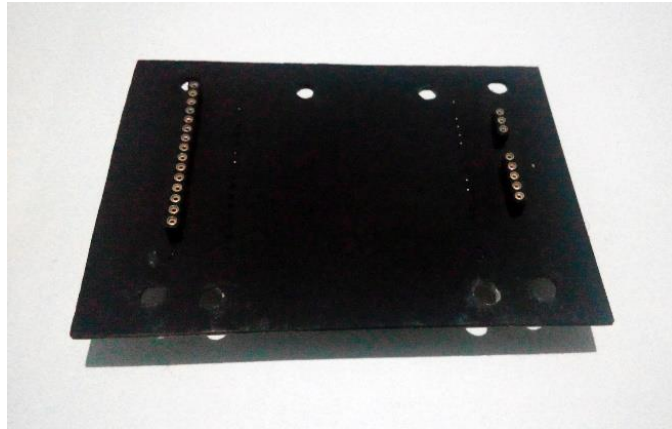


Gambar 22. Skema rangkaian pin *trainer*

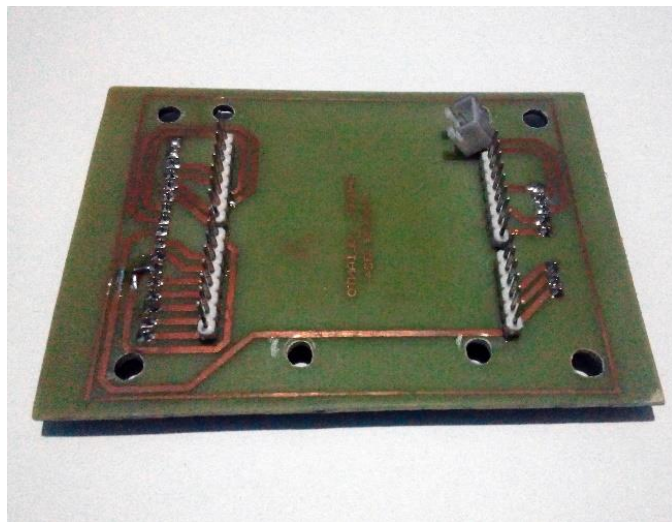


Gambar 23. Layout PCB driver pin *trainer*

Untuk realisasi rangkaiannya dapat dilihat pada Gambar 24 dan 25.



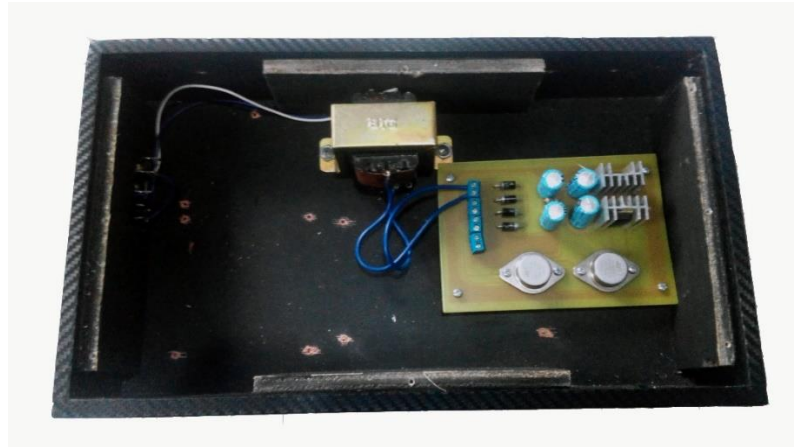
Gambar 24. Realisasi rangkaian pin *trainer* tampak atas



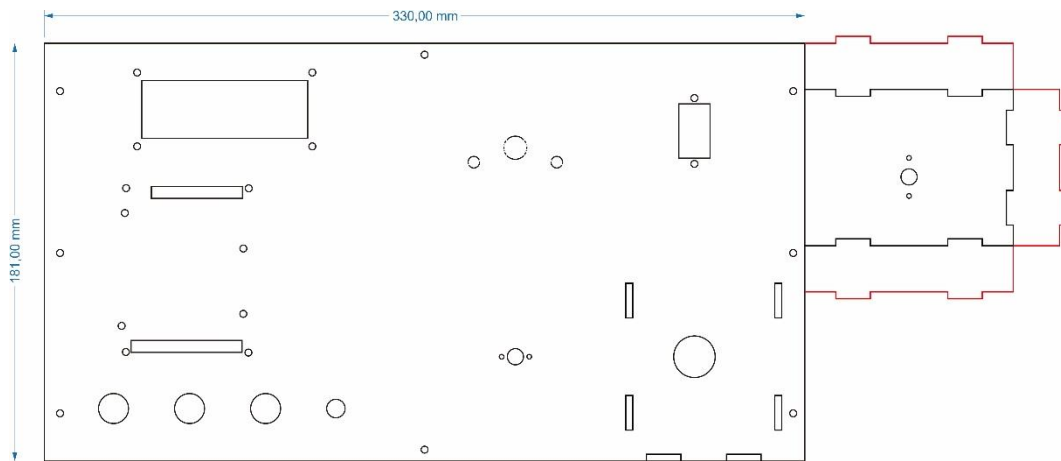
Gambar 25. Realisasi rangkaian pin *trainer* tampak bawah

b. **Box Trainer**

Box trainer dibuat menggunakan multiplek dengan tebal 0,9 mm dengan dimensi panjang 35 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 20 cm. *Box* ini dilapisi menggunakan skotlet jenis karbon pada bagian luarnya. Gambar 26 menunjukkan bentuk dari *box trainer*. Sedangkan pada bagian penutup *trainer* yang berfungsi sebagai peletakan komponen dibuat menggunakan akrilik dengan tebal 3 mm. Desain akrilik disesuaikan dengan ukuran masing-masing komponen. Lebih jelasnya lihat Gambar 27.



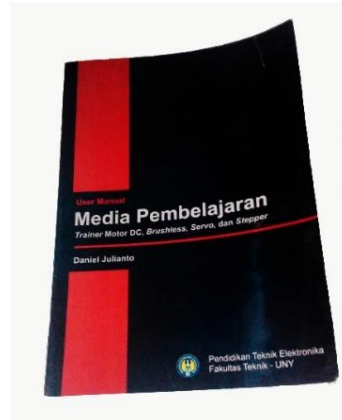
Gambar 26. Bentuk *box trainer*



Gambar 27. Desain penutup *box trainer*

c. *User Manual*

User manual merupakan buku panduan yang berisi mengenai bentuk fisik, bagian-bagian *trainer*, spesifikasi, dan skema rangkaian yang ada pada *trainer*. Bentuk fisik *trainer* menampilkan gambar nyata, dimensi, dan *box* kabel *trainer*. Kemudian pada bagian-bagian *trainer* di jelaskan mengenai komponen-komponen penyusun *trainer* beserta spesifikasinya. Pada spesifikasi *trainer* berisi mengenai kemampuan yang dimiliki *trainer* dan skema rangkaian berisi blok-blok rangkaian yang ada pada *trainer* serta *layout* PCBnya. Gambar 28 menunjukkan bentuk dari *user manual*.



Gambar 28. Bentuk fisik *user manual*

d. *Jobsheet*

Jobsheet merupakan lembar kerja yang akan digunakan oleh siswa untuk menggunakan *trainer*. *Jobsheet* yang dibuat disesuaikan dengan *trainer* aktuator. *Jobsheet* terdiri dari empat bagian meliputi 1) pengendalian motor DC, 2) pengendalian motor *brushless*, 3) pengendalian motor *servo*, dan 4) pengendalian motor *stepper*. Masing-masing bagian memiliki stuktur sebagai berikut kompetensi dasar, tujuan pembelajaran, teori dasar, alat dan bahan, keselamatan kerja, skema rangkaian, langkah kerja, tugas, penerapan, dan daftar pustaka. Gambar 29 menunjukkan bentuk fisik *jobsheet*.



Gambar 29. Bentuk fisik *jobsheet*

6. Ujicoba Produk

Setelah produk jadi, langkah selanjutnya adalah ujicoba produk. Ujicoba produk dilaksanakan dalam dua tahap yaitu ujicoba oleh peneliti dan oleh ahli. Ujicoba tahap pertama meliputi ujicoba setiap blok rangkaian pada *trainer*. Sedangkan ujicoba tahap dua meliputi uji validasi media dan materi oleh ahli. Berikut ini pemaparan masing-masing tahap pengujian.

a. Ujicoba Tahap Pertama

Pengujian tahap pertama dilakukan oleh peneliti dengan menguji 5 blok rangkaian yang ada meliputi 1) Blok *Power Supply*, 2) Blok Pengendalian Motor DC, 3) Blok Pengendalian Motor *Brushless*, 4) Blok Pengendalian Motor *Servo*, dan 5) Blok Pengendalian Motor *Stepper*. Blok pengendalian motor diujicoba berdasarkan *jobsheet* yang akan telah dibuat.

1) Pengujian Blok *Power Supply*

Pengujian *power supply* dilakukan dengan mengukur tegangan input, tegangan output, dan arus yang dihasilkan. Tabel 12 menunjukkan hasil pengujian.

Tabel 12. Hasil pengujian blok *power supply*

Tegangan Input (VAC)	Tegangan Output (VDC)	Arus Output (A)
220 VAC	12	3
	4,95	3

2) Pengujian Blok Pengendalian Motor DC

Pada pengujian pengendalian motor DC dilakukan berdasarkan *jobsheet* 1. Pada *jobsheet* 1 secara keseluruhan pengujian mengacu pada tabel kebenaran *driver* motor dc. Tabel 13 dan 14 menunjukkan hasil pengujiannya.

Tabel 13. Pengujian fungsi program pengendalian motor DC

Fungsi	Hasil Pengamatan
1	Motor berputar searah jarum jam secara langsung
2	Motor berputar searah jarum jam namun kecepatan dapat diatur dengan mengubah nilai pwm pada program
3	Motor berputar searah jarum jam dan kecepatan motor dapat dikendalikan dengan knop pwm
4	Motor berputar berlawanan jarum jam dan kecepatan motor dapat dikendalikan dengan knop pwm
5	Motor berhenti berputar.

Tabel 14. Kebenaran gerak motor DC

EN	DC1	DC2	Gerak Motor
LOW	LOW	LOW	Berhenti
HIGH	LOW	HIGH	Berlawanan jarum jam
HIGH	HIGH	LOW	Searah jarum jam

3) Pengujian Blok Pengendalian Motor *Brushless*

Pengujian pengendalian motor *brushless* berdasarkan *jobsheet* 2 dengan hasil seperti Tabel 15. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa motor *brushless* dapat bekerja dengan *range* PWM 1,039-1,337 ms.

Tabel 15. Kerja motor *brushless*

Kecepatan Motor	Nilai PWM
Minimal	1,039 ms
Maksimal	1,337 ms

4) Pengujian Blok Pengendalian Motor *Servo*

Pengujian pengendalian motor *servo* berdasarkan *jobsheet* 3 dengan hasil seperti Tabel 16. Pengujian dilakukan dengan menggerakkan servo dari sudut 0-180 derajat dengan kenaikan 20 derajat. Gerak servo diatur oleh besarnya *delay time* dengan nilai 500-2400 μ s. Setiap posisi sudut servo memiliki nilai *delay time* yang berbeda-beda.

Tabel 16. Pengendalian motor *servo*

No	Sudut (derajat)	Waktu <i>Delay</i> (μ s)
1	0	500
2	20	670
3	40	860
4	60	1060
5	80	1300
6	90	1400
7	100	1550
8	120	1760
9	140	1970
10	160	2170
11	180	2400

5) Pengujian Blok Pengendalian Motor *Stepper*

Pengujian ini merupakan pengujian terakhir berdasarkan *jobsheet* 4. Hasil pengujiannya terlihat pada Tabel 17. Berdasarkan Tabel 17 dapat dilihat bahwa hasil pengamatan pengendalian motor *stepper* menunjukkan hasil yang sama yaitu berputar berlawanan jarum jam. Perbedaannya adalah fungsi 1 merupakan pengendalian motor *stepper full-step* dan fungsi 2 merupakan *half-step*.

Tabel 17. Pengamatan fungsi program motor *stepper*

Fungsi	Hasil Pengamatan
1	Motor berputar berlawanan jarum jam
2	Motor berputar berlawanan jarum jam

b. Ujicoba Tahap Kedua

Ujicoba tahap kedua merupakan pengujian tingkat validasi penggunaan media pembelajaran. Tahap pengujian meliputi uji validasi isi (*content validity*) oleh ahli materi dan uji validasi konstruk (*construct validity*) oleh ahli media. Ahli materi merupakan seorang yang memahami materi pembelajaran Teknik Mikroprosesor.

Ahli materi yang menguji adalah Dosen Pendidikan Teknik Elektronika dan Guru TAV SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta. Sedangkan ahli media merupakan seorang ahli dalam media pembelajaran. Ahli media yang menguji adalah Dosen Pendidikan Teknik Elektronika.

Tahapan untuk mendapatkan validasi dari para ahli, yang pertama adalah demo unjuk kerja *trainer* aktuator dengan langkah kerja sesuai dengan *jobsheet*. Selanjutnya para ahli mengisi angket tingkat kelayakan media pembelajaran. Dalam angket tersebut para ahli dapat memberikan saran atau masukan yang membangun untuk perbaikan pada media pembelajaran jika diperlukan.

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

Hasil uji validasi isi berupa tanggapan para ahli materi terhadap materi pembelajaran sesuai dengan angket. Penilaian ditinjau dari dua aspek meliputi kualitas materi dan kualitas instruksional. Data penilaian para ahli dapat dilihat pada Tabel 18. Setelah memperoleh data dari para ahli, selanjutnya data dihitung guna mencari nilai kelayakan media pembelajaran dilihat dari uji validitas isi. Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut:

a) Rumus Rerata Skor

Perhitungan rerata skor dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{69 + 70}{2} = 69,5$$

b) Interpretasi Rerata Skor

Untuk mendapatkan nilai kelayakan, data rerata skor kemudian dikonversi menjadi kategori penilaian berdasarkan skala empat menurut Djemari (2008). Tabel 19 merupakan konversi skor menggunakan skala empat untuk uji validitas isi.

Rerata perolehan kedua aspek yang dinilai secara keseluruhan pada *trainer* aktuator adalah 69,5 yang terletak pada interval $x \geq 56,67$. Melihat

perolehan nilai total, maka dilihat dari aspek materi dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran *trainer* aktuator dikategorikan sangat layak untuk digunakan.

Tabel 18. Data uji validasi isi

No	Apek Penilaian	Nomor Butir	Skor Maks	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor
1	Kualitas Materi	1	4	3	3	3
		2	4	3	4	3,5
		3	4	4	3	3,5
		4	4	4	4	4
		5	4	3	3	3
		6	4	4	3	3,5
		7	4	4	3	3,5
		8	4	4	3	3,5
		9	4	3	4	3,5
		10	4	3	4	3,5
		11	4	4	4	4
		12	4	3	3	3
		13	4	4	3	3,5
		14	4	3	3	3
		15	4	3	3	3
	Jumlah		60	52	50	51
2	Kualitas Instruksional	16	4	4	4	4
		17	4	3	4	3,5
		18	4	4	4	4
		19	4	3	4	3,5
		20	4	3	4	3,5
	Jumlah		20	17	20	18,5
Jumlah Total						69,5

Tabel 19. Konversi skor untuk uji validasi isi

No	Interval Skor		Kategori
1	$x \geq \bar{x} + 1.SBx$	$x \geq 56,67$	Sangat Layak
2	$\bar{x} + 1.SBx > x \geq \bar{x}$	$56,67 > x \geq 50$	Layak
3	$\bar{x} > x \geq \bar{x} - 1.SBx$	$50 > x \geq 33,33$	Tidak Layak
4	$x < \bar{x} - 1.SBx$	$x < 33,33$	Sangat Tidak Layak

2) Hasil Uji Validasi Konstruk (*Content Validity*)

Hasil uji validasi konstruk berupa tanggapan para ahli media terhadap media pembelajaran sesuai dengan angket. Penilaian ditinjau dari tiga aspek meliputi kualitas tampilan, kualitas teknis, dan kualitas instruksional. Data penilaian para ahli dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Data uji validasi konstruk

No	Apek Penilaian	Nomor Butir	Skor Maks	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor
1	Kualitas Tampilan	1	4	4	4	4
		2	4	3	4	3,5
		3	4	4	4	4
		4	4	3	3	3
		5	4	4	3	3,5
		6	4	4	4	4
		7	4	3	4	3,5
		8	4	3	3	3
		9	4	3	4	3,5
Jumlah		36	31	33	32	
2	Kualitas Teknis	10	4	4	4	4
		11	4	4	4	4
		12	4	3	3	3
		13	4	3	3	3
		14	4	3	3	3
		15	4	4	4	4
		16	4	4	3	3,5
Jumlah		28	25	24	24,5	
3	Kualitas Instruksional	17	4	4	3	3,5
		18	4	3	4	3,5
		19	4	4	4	4
		20	4	4	3	3,5
		21	4	3	3	3
		22	4	3	4	3,5
		23	4	3	4	3,5
		24	4	3	4	3,5
Jumlah		32	27	29	28	
Jumlah Total					84,5	

Untuk mendapatkan nilai kelayakan, data rerata skor kemudian dikonversi menjadi kategori penilaian berdasarkan skala empat menurut Djemari (2008). Tabel 21 merupakan konversi skor menggunakan skala empat untuk uji validitas konstruk.

Tabel 21. Konversi skor untuk uji validasi konstruk

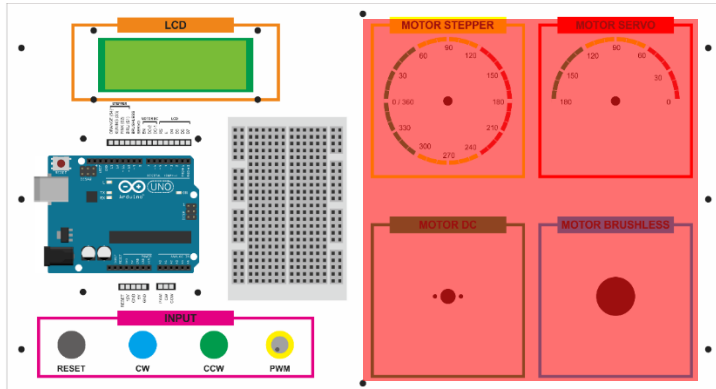
No	Interval Skor		Kategori
1	$x \geq \bar{x} + 1.SBx$	$x \geq 80$	Sangat Layak
2	$\bar{x} + 1.SBx > x \geq \bar{x}$	$80 > x \geq 60$	Layak
3	$\bar{x} > x \geq \bar{x} - 1.SBx$	$60 > x \geq 40$	Tidak Layak
4	$x < \bar{x} - 1.SBx$	$x < 40$	Sangat Tidak Layak

Rerata perolehan ketiga aspek yang dinilai secara keseluruhan pada *trainer* aktuator adalah 84,5 yang terletak pada interval $x \geq 80$. Melihat perolehan nilai total, maka dilihat dari aspek media dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran *trainer* aktuator dikategorikan sangat layak untuk digunakan.

7. Revisi Produk

Berdasarkan hasil validasi media kepada ahli, media pembelajaran *trainer* aktuator terdapat revisi. Tabel 22 menunjukkan bagian yang direvisi.

Tabel 22. Bagian media pembelajaran yang direvisi

No	Bagian <i>Trainer</i> yang direvisi	Keterangan
1		Ahli Materi 2: “Keselamatan dan Keamanan Kerja (K3) khususnya bagian motor brushless perlu diperhatikan untuk ditambahkan pegaman atau tutup.”

Berdasarkan tabel 22, maka media pembelajaran akan direvisi. Gambar 32 menunjukkan hasil revisi media pembelajaran.



Gambar 30. Hasil revisi media pembelajaran

8. Ujicoba Pemakaian

Uji pemakaian dilakukan oleh siswa kelas X A dan B paket keahlian Teknik Audio Video di SMK N 2 Depok Yogyakarta. Sebelum melakukan pengujian pemakaian kepada siswa, terlebih dahulu menguji butir instrumen yang akan digunakan untuk menilai media secara keseluruhan. Setelah pengujian butir instrumen, maka selanjutnya pengujian pemakaian oleh siswa.

a. Uji Validitas Butir Instrumen

Instrumen yang telah divalidasi oleh ahli (*jusgement expert*) selanjutnya akan diuji validitas tiap butir pernyataannya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui valid tidaknya setiap butir instrumen sebelum digunakan pada ujicoba pemakaian. Ada empat aspek yang diuji dalam instrumen untuk responden (siswa) meliputi kualitas tampilan, kualitas teknis, kualitas materi, dan kualitas instruksional. Uji validitas butir instrumen dilaksanakan pada kelas XI TAV SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta yang berjumlah 30 siswa. Tabel 23 menunjukkan hasil pengujian butir instrumennya.

Tabel 23. Data hasil uji validitas butir 1

Responden	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	4	99	396	16	9801
2	3	81	243	9	6561
3	4	97	388	16	9409
4	4	96	384	16	9216
5	3	99	297	9	9801
6	4	98	392	16	9604
7	4	103	412	16	10609
8	3	80	240	9	6400
9	4	89	356	16	7921
10	3	86	258	9	7396
11	3	98	294	9	9604
12	3	82	246	9	6724
13	3	84	252	9	7056
14	4	92	368	16	8464
15	4	92	368	16	8464
16	3	81	243	9	6561
17	3	93	279	9	8649
18	4	105	420	16	11025
19	3	80	240	9	6400
20	3	88	264	9	7744
21	3	94	282	9	8836
22	3	91	273	9	8281
23	4	94	376	16	8836
24	4	100	400	16	10000
25	4	93	372	16	8649
26	4	96	384	16	9216
27	4	98	392	16	9604
28	3	86	258	9	7396
29	4	112	448	16	12544
30	4	112	448	16	12544
Σ	106	2799	9973	382	263315

Dari Tabel 23 di atas dapat diambil nilai sebagai berikut:

$$\Sigma X = 106$$

$$\Sigma X^2 = 382$$

$$\Sigma Y = 2799$$

$$\Sigma Y^2 = 263315$$

$$\Sigma XY = 9973$$

$$n = 30$$

Selanjutnya untuk mengetahui valid/tidaknya butir 1 dapat diketahui dengan cara mengkorelasikan skor butir (X) dengan skor total (Y). Berikut ini merupakan rumusnya.

$$r_{xy} = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{\{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2\} \{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{(30 \times 9973) - (106 \times 2799)}{\sqrt{((30 \times 382) - (106)^2) \times ((30 \times 263315) - (2799)^2)}}$$

$$r_{xy} = 0,654$$

Data lengkap perhitungannya ada pada lampiran 26. Kriteria yang digunakan untuk uji validitas butir instrumen apabila **rhitung** lebih dari sama dengan **rtabel**, maka butir instrumen dianggap valid. Dari data **rtabel** dengan taraf signifikansi 5% sebesar 0,361. Oleh karena itu maka perhitungan nilai **rhitung** diatas dinyatakan valid karena $0,606 \geq 0,361$. Tabel 24 merupakan hasil perhitungan tiap butir instrumen.

Tabel 24. Hasil perhitungan validitas butir instrumen

Butir	Rhitung	Rtabel	Ket	Butir	Rhitung	Rtabel	Ket
1	0,654	0,361	Valid	15	0,394	0,361	Valid
2	0,626	0,361	Valid	16	0,460	0,361	Valid
3	0,485	0,361	Valid	17	0,517	0,361	Valid
4	0,473	0,361	Valid	18	0,564	0,361	Valid
5	0,624	0,361	Valid	19	0,770	0,361	Valid
6	0,506	0,361	Valid	20	0,617	0,361	Valid
7	0,658	0,361	Valid	21	0,635	0,361	Valid
8	0,474	0,361	Valid	22	0,518	0,361	Valid
9	0,449	0,361	Valid	23	0,554	0,361	Valid
10	0,471	0,361	Valid	24	0,649	0,361	Valid
11	0,390	0,361	Valid	25	0,676	0,361	Valid
12	0,517	0,361	Valid	26	0,433	0,361	Valid
13	0,554	0,361	Valid	27	0,619	0,361	Valid
14	0,642	0,361	Valid	28	0,562	0,361	Valid

Hasil pada Tabel 24 menunjukkan semua butir instrumen valid. Pada pembuatan instrumen, setiap indikator dalam kisi-kisi instrumen ada yang terdiri dari satu, dua, ataupun tiga butir pernyataan. Oleh karena itu, butir instrumen akan dikurangi agar siswa tidak terlalu jenuh dalam mengisi kuesioner. Butir instrumen yang akan digunakan berjumlah 19 butir yang sudah disesuaikan dengan indikator dalam kisi-kisi instrumen.

b. Uji Reliabilitas Instrumen

Pengujian reliabilitas instrumen berarti apabila instrumen digunakan untuk mengukur objek yang sama maka akan menghasilkan data yang tetap sama walaupun pada waktu yang berbeda. Pengujian reliabilitas menggunakan rumus *alpha* dengan hasil sebagai berikut.

$$r_i = \frac{k}{(k-1)} \left\{ 1 - \frac{\Sigma \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right\} \rightarrow r_i = \frac{28}{(28-1)} \left\{ 1 - \frac{8,53}{73,08} \right\} \rightarrow r_i = \mathbf{0,916}$$

Untuk data lengkap perhitungannya ada di lampiran 27. Hasil perhitungan 0,916 yang menunjukkan bahwa berdasarkan tabel interpretasi nilai r maka reliabilitas instrumen termasuk tinggi sehingga instrumen dapat dipercaya ketika digunakan.

c. Hasil Uji Pemakaian

Kegiatan uji pemakaian dilakukan oleh siswa dengan mempraktikkan *trainer*. Uji pemakaian dilaksanakan pada dua kelas yaitu kelas X A dan B TAV SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta yang berjumlah 54 siswa. Instrumen yang digunakan pada pengujian ini merupakan instrumen yang sudah valid dan reliabel yang terdiri dari empat aspek meliputi kualitas tampilan, kualitas teknis, kualitas materi, dan kualitas instruksional. Lihat lampiran 28 untuk lebih detailnya. Untuk mendapatkan nilai kelayakan, data rerata skor kemudian dikonversi menjadi kategori penilaian berdasarkan skala empat menurut Djemari (2008). Tabel 25 merupakan konversi skor menggunakan skala empat untuk uji pemakaian.

Tabel 25. Konversi skor untuk uji pemakaian

No	Interval Skor		Kategori
1	$x \geq \bar{x} + 1.SBx$	$x \geq 63,33$	Sangat Layak
2	$\bar{x} + 1.SBx > x \geq \bar{x}$	$63,33 > x \geq 47,5$	Layak
3	$\bar{x} > x \geq \bar{x} - 1.SBx$	$47,5 > x \geq 31,67$	Tidak Layak
4	$x < \bar{x} - 1.SBx$	$x < 31,67$	Sangat Tidak Layak

Rerata perolehan ketiga aspek yang dinilai secara keseluruhan pada *trainer* aktuator adalah 64,59 yang terletak pada interval $x \geq 63,33$. Hal ini berarti media pembelajaran ini sangat layak digunakan pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

9. Revisi Produk

Berdasarkan hasil uji pemakaian, media pembelajaran ini tidak ada revisi atau perbaikan pada *trainer*, *jobsheet*, ataupun *user manualnya*.

B. Kajian Produk

Produk yang dikembangkan telah diuji validitas dan uji pemakaiannya dengan hasil akhir seperti pada Gambar 31. Namun hasil penilaian dari ahli dan responden (siswa), produk yang dikembangkan juga masih ada beberapa masukan/saran yang meliputi:

1. Siswa tidak tahu bentuk nyata dari masing-masing motor dan *drivemy*. Hal ini dikarenakan motor dan *driver* diletakkan di dalam *box*.
2. Cara menghubungkan pin *trainer* dengan Arduino Uno dengan kabel *jumper* sulit dan mudah lepas.
3. Kreatiitas siswa terbatas karena tombol input sudah diberi pelabelan nama tombol.
4. Penambahan sensor rpm pada motor DC, *brushless*, *servo* dan *stepper* agar siswa tahu kecepatan motor yang dihasilkan.

5. *Trainer* ditambahkan penutup *box* agar kotoran tidak mudah masuk.
6. Meningkatkan kerapian dan kemudahan dalam membaca tulisan pada *trainer*.



Gambar 31. Hasil akhir produk *trainer* aktuator

C. Pembahasan Hasil Penelitian

Pembahasan hasil penelitian ditujukan untuk menjawab tujuan penelitian sesuai dengan hasil data yang diperoleh.

1. **Membuat media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali Mikrokontroler pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.**

Melihat potensi yang ada pada pembelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Yogyakarta menjadi acuan dalam penelitian mengenai media pembelajaran *trainer* ini. *Trainer* ini terdiri dari empat blok pengendalian motor arus searah yang meliputi motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper*. Setiap blok pengendalian motor dijadikan dalam satu *job* pada *jobsheet trainer* ini. Selain itu *trainer* juga dilengkapi dengan *user manual* yang berisi mengenai informasi bagian-bagian, skema rangkaian, dan spesifikasi *trainer*.

2. **Mengetahui unjuk kerja media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali Mikrokontroler pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.**

Unjuk kerja *trainer* ini dilakukan dalam dua tahap yaitu ujicoba unjuk kerja oleh peneliti dan ahli. Seperti yang telah dijelaskan pada bagian ujicoba

produk oleh peneliti yang dapat disimpulkan bahwa *trainer* sudah berfungsi dengan baik dan stabil pada setiap bagian maupun secara keseluruhan. Sedangkan ujicoba ahli dilakukan oleh dua ahli media dan dua ahli materi. Menurut ahli media menyatakan bahwa skor penilaian yang dinilai dari tiga aspek meliputi kualitas tampilan, kualitas teknis dan kualitas instruksional adalah 84,5 yang masuk dalam kategori sangat layak digunakan. Ahli materi menyatakan penilaian dari aspek kualitas materi dan kualitas instruksional memperoleh skor 69,5 yang masuk dalam kategori sangat layak digunakan. Jadi media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* secara keseluruhan siap digunakan.

3. Mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* dengan kendali Mikrokontroler pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

Uji tingkat kelayakan media pembelajaran dilakukan pada kelas A dan B TAV SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta. Dalam pengujian kelayakan ini media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* mendapatkan skor 84,99%. Hal ini berarti bahwa dengan skor 64,59 masuk dalam kategori sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Penelitian pengembangan (*Research and Development*) media pembelajaran *trainer* aktuator pada siswa kelas X A dan B Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta dapat disimpulkan.

1. Media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* berbasis Arduino Uno pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor dapat dikembangkan terdiri dari empat blok pengendalian motor arus searah meliputi motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* yang dilengkapi dengan *jobsheet* dan *user manualnya*.
2. Unjuk kerja *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* berbasis Arduino Uno telah bekerja dengan stabil baik pada masing-masing bagian maupun secara keseluruhan. Penilaian oleh ahli materi dan media masuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan.
3. Kelayakan media pembelajaran ini memperoleh nilai yang masuk dalam kategori sangat layak digunakan pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor.

B. Keterbatasan Produk

Adapun keterbatasan dalam produk ini meliputi.

1. Siswa tidak tahu bentuk nyata dari masing-masing motor dan *drivemya*.
2. Cara menghubungkan pin *trainer* dengan Arduino Uno dengan kabel *jumper* sulit dan mudah lepas.
3. Tombol input sudah diberi pelabelan nama tombol sehingga membatasi kreatifitas siswa dalam menggunakan *trainer*.

C. Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Beberapa pengembangan produk yang akan dilaksanakan selanjutnya meliputi.

1. Pada bagian motor *servo* pembuatan arah sudut disesuaikan dengan format penulisan latin dari arah kiri ke kanan, bukan dari kanan ke kiri.
2. Penutup *trainer* yang semula menggunakan akrilik putih diganti menggunakan akrilik bening agar siswa dapat mengetahui bentuk nyata dari motor yang digunakan.
3. Pin *trainer* dibuat lebih mudah dalam penyambungannya dengan Arduino Uno.
4. Penambahan sensor rpm pada motor DC, *brushless*, dan *stepper* agar siswa tahu kecepatan motor yang dihasilkan.
5. *Trainer* ditambahkan penutup *box* agar kotoran tidak mudah masuk.

D. Saran

Untuk pengembangan media pembelajaran ini lebih lanjut peneliti memberikan saran.

1. *Trainer* dapat dikembangkan dengan menampilkan *driver* motor dan motornya secara langsung agar siswa mudah melihat sehingga tahu bentuk fisiknya.
2. Mengembangkan pin *trainer* yang mudah menghubungkannya dan tidak mudah lepas dengan Arduino Uno.
3. Memberi pelabelan pada tombol input secara *general* misalnya "INPUT 1" agar kreatifitas siswa tidak terbatas sehingga tombol input tidak hanya digunakan sebagai tombol CW atau CCW.
4. Meningkatkan kerapian dan kemudahan dalam membaca tulisan pada *trainer*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, B. (2014). *Media Pembelajaran Huruf Latin dan Hijaiyah Braille dengan Output Suara untuk Siswa Tunanetra di SLB A Yaketunis Yogyakarta*. Yogyakarta: UNY.
- Anderson, R. (1987). *Selecting and Developing Media for Instruction*. (Y. Miarso, & dkk, Penerj.) Jakarta: Rajawali.
- Arduino. (2016, Desember 1). *Arduino*. Diambil kembali dari Aduino: www.arduino.cc/en/Tutorial/PWM
- Arduino. (2017, Januari 5). *www.arduino.cc*. Diambil kembali dari www.arduino.cc: <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arsyad, A. (2003). *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. RajaGrafindo.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2008). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Tentang Standar Sarana dan Prasarana Untuk Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan (SMK/MAK)*. Diakses dari http://bsnp-indonesia.org/id.wp-content/uploads/sarana/Permen_40_Th-2008.zip. Pada tanggal 3 Januari 2017, 13.27 WIB.
- Budiharto, W. (2014). *Panduan Praktis Perancangan dan Pemrograman Hasta Karya Robot*. (A. Sagala, Penyunt.) Yogyakarta: C.V Andi.
- Budiharto, W. (2014). *Robotika Modern - Teori dan Implementasi*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Calcutt, D., Cowan, F., & Parchizadeh, H. (2004). *8051 Microcontrollers: An Application-Based Introduction*. UK: Elsevier.
- Debono, P. (2013). *PaulOS: An 8051 Real-Time Operating System*. UK: Bookboon.com.
- Diodes Incorporated. (2015, Desember 4). *Diodes Incorporated*. Diambil kembali dari Diodes Incorporated: www.diodes.com
- Djemari, M. (2008). *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Non Tes*. Yogyakarta: Mitra Cendikia.
- Electro-Craft Corporation. (1972). *DC Motors Speed Controls Servo Systems*. USA: Pergamon Press Ltd.


- Firmansyah, A. W., & Sulistiyo, E. (2017). Pengembangan Trainer Mikrokontroler Berbasis Arduino Uno sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor di Kelas X TEI SMK Negeri Bangil Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro. Volume 06 Nomor 02 Tahun 2017*, 155-160.
- Gafur, A. (2012). *Desain Pembelajaran: Konsep, Model, dan Aplikasinya dalam Perencanaan Pelaksanaan Pembelajaran*. Yogyakarta: Ombak.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2013). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum SMK/MAK*. Diakses dari <http://luk.staff.ugm.ac.id/atur/bsnp/Permendikbud70-2013KD-StrukturKurikulum-SMK-MAK.pdf>. Pada tanggal 4 Januari 2017, 10.02 WIB.
- Killian. (2000). *Modern Control Technology: Component and System*. Boston : Cengage.
- Newby, T. J., dkk. (2011). *Educational Technology for Teaching and Learning*. United State: Pearson.
- Permana, K. D., Sunarya, I. M., & Santyadiputra, G. S. (2015). The Implementation of Jobsheet-Based Student Teams Achievement Division Learning Model to Improve Students Learning Outcomes. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Volume 22, No. 2*, 152-162.
- Pinckney, N. (2006). Pulse-Witdth Modulation for Microcontroller Servo Control. *IEEE*, 27-29.
- Pramono, H. S. (2011). Pembacaan Posisi Koordinat dengan GPS sebagai Pengendali Palang Pintu Rel Kereta Api secara Otomatis untuk Penambahan Aplikasi Modul Paktik Mikrokontroler. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Volume 20, Nomer 2*, 181-188.
- Putra, N. (2015). *Research & Development "Penelitian dan Pengembangan: Suatu Pengantar"*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Putro, S. H., & Suprpto. (2009). Aplikasi Robot Penentu Koordinat pada Perubahan Permukaan Dasar Sungai sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Hidrolika. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Vol. 18, No. 1*, 1-20.
- Republik Indonesia. (2003). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Diakses dari <http://pendis.kemenag.go.id/pai/file/dokumen/SisdiknasUUNo.20Tahun2003.pdf>. Pada tanggal 4 Januari 2017, 10.15 WIB.
- Rumempuk, N. D. (1998). *Media Instruksional IPS*. Jakarta: R2LPTK.

- Sadiman, A., dkk. (2011). *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Santoso, D., Utami, P., & Wulandari, B. (2016). Pengembangan Trainer Signal Conditioning. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, UNDIKSHA, Vol. 13, No. 1, Januari 2016*, 73-84.
- Saputro, D. B. (2012). Trainer Mikrokontroller Atmega16 sebagai Media Pembelajaran di SMK N 2 Pengasih. *Jurnal Penelitian UNY*, 1-12.
- Sarwono, J. (2006). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Smaldino, S., dkk. (2004). *Instructional Technology and Media for Learning*. United State: Person.
- Sudjana, N., & Rivai, A. (2001). *Media Pengajaran (Penggunaan dan Pembuatannya)*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Sujarwata. (2013). Pengendali Motor Servo Berbasis Mikrokontroler Basic Stamp 2SX untuk Mengembangkan Sistem Robotika. *Angkasa Volume V, Nomor 1*, 47-54.
- Sukmadinata, N. S. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Suparman, M. A. (2014). *Desain Instruksional Modern: Panduan Para Pengajar dan Inovator Pendidikan*. (N. I. Sallama, Penyunt.) Jakarta: Erlangga.
- Suyadhi, T. D. (2010). *Buku Pintar Robotika Bagaimana Merancang dan Membuat Robot Sendiri*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Tefay, B., dkk. (2011). Design of An Integrated Electronic Speed Controller for Compact Robotic Vehicle. *Proceedings of Australasian Conference on Robotics and Automation* (hal. 1-8). Australia: Monash University.
- Texas Instrument. (2002, Juni). www.ti.com/lit/ds/symlink/l293.pdf. Diambil kembali dari www.ti.com: www.ti.com
- Texas Instrument. (2016, Maret 8). *Texas Instrument*. Diambil kembali dari Texas Instrument Incorporated: www.ti.com
- Trianto. (2010). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif: Konsep, Landasan, dan Implementasinya pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Kencana.
- Trianto. (2014). *Model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

Utami, P., & Fajar, M. (2017). Pengembangan Trainer Indikator Denyut Jantung. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, Volume 1, Nomor 1, 65-77.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Kesanggupan Dosen Pembimbing Tugas Akhir Skripsi

 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
Alamat: Kampus Karangmalang Yogyakarta, 55281; Telp. (0274) 586734

SURAT KESANGGUPAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING TAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Drs. Totok Sukardiyono, M.T.
NIP : 19670930 199303 1 005
Jabatan : Dosen Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta


dengan ini menyatakan BERSEDIA/TIDAK BERSEDIA* sebagai Dosen Pembimbing TAS bagi mahasiswa atas nama:

Nama : Daniel Julianto
NIM : 13502241024
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta

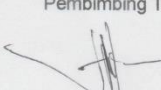
Demikian surat kesanggupan ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 23 Januari 2017

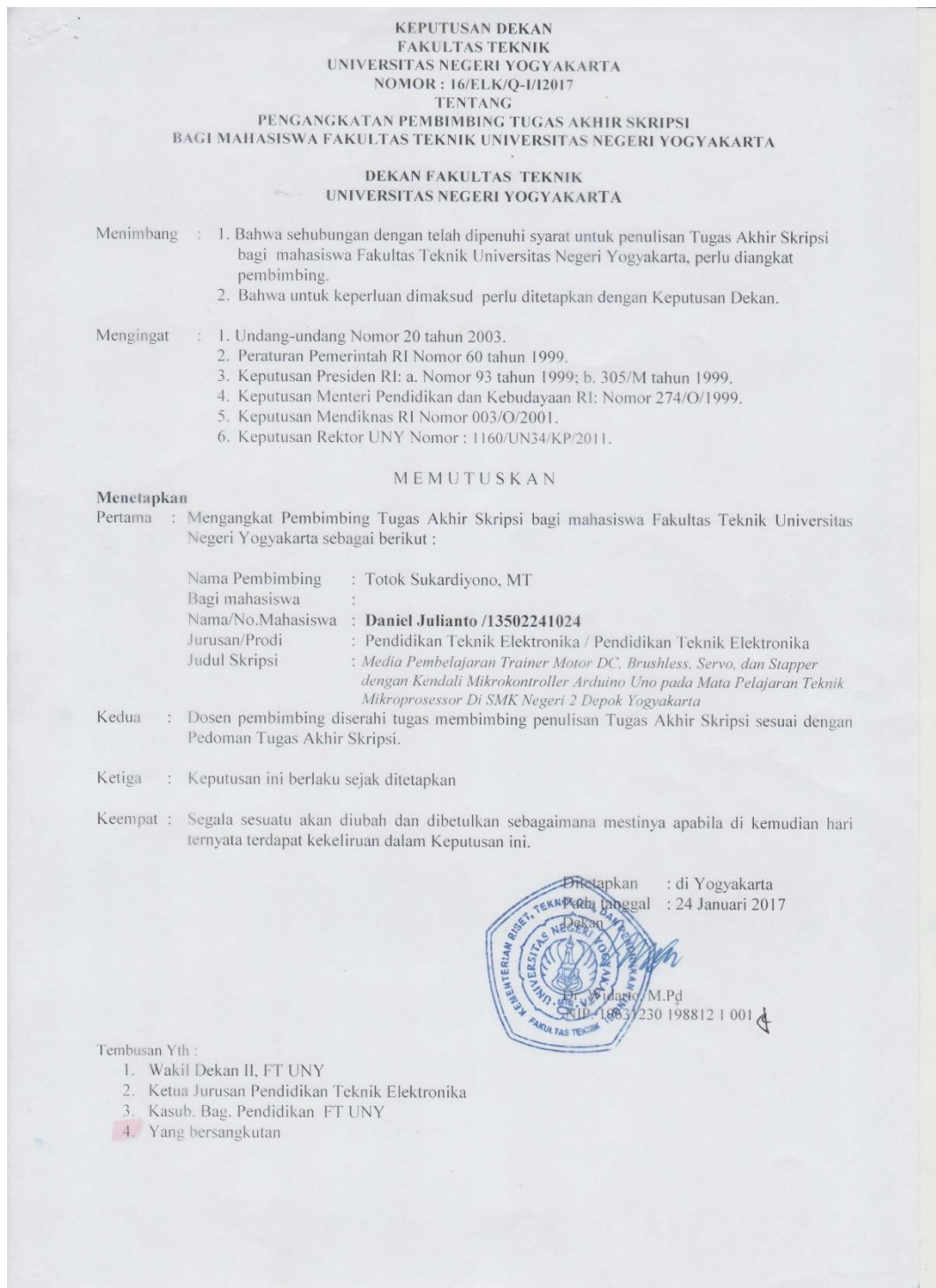
Mengetahui,
Ketua Jurusan
Pendidikan Teknik Elektronika


Dr. Fatchul Arifin, M.T.
NIP. 19720508 199802 1 002


Pembimbing TAS,


Drs. Totok Sukardiyono, M.T.
NIP. 19670930 199303 1 005

Lampiran 2. Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik UNY



Lampiran 3. Surat Izin Penelitian dari Fakultas Teknik UNY




KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Karangmalang, Yogyakarta 55281
Telp. (0274) 568168 psw: 276, 289, 292. (0274) 586734. Fax. (0274) 586734.
Website : <http://ft.uny.ac.id>, email : ft@uny.ac.id, teknik@uny.ac.id



Certificate No. QSC 00592

No : 111/H34/PL/2017

Lamp : -

Hal : Ijin Penelitian

3 Februari 2017

Yth.

1. Gubernur DIY c.q. Ka. Badan Kesatuan Bangsa dan Perlindungan Masyarakat (Kesbanglinmas) DIY
2. Bupati Sleman c.q. Kepala Badan Pelayanan Terpadu Sleman
3. Kepala Sekolah SMK Negeri 2 Depok

Dalam rangka pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian dengan judul Media Pembelajaran Trainer Motor DC, Brushles , Servo dan Strepper Dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno Pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta, bagi Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:

No	Nama	No. Mhs.	Program Studi	Lokasi
1.	Daniel Julianto	13502241024	Pend. Teknik Elektronika	SMK Negeri 2 Depok

Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu


Nama : Drs. Totok Sukardiyono, M.T.

NIP :

Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai Februari-April 2017

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

Wakil Dekan I,




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

Tembusan :

Ketua Jurusan

Lampiran 4. Surat Izin Penelitian dari BAPPEDA Sleman

 **PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN**
BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH
Jalan Parasamya Nomor 1 Beran, Tridadi, Sleman, Yogyakarta 55511
Telepon (0274) 868800, Faksimile (0274) 868800
Website: www.bappeda.slemankab.go.id, E-mail : bappeda@slemankab.go.id

SURAT IZIN
Nomor : 070 / Bappeda / 621 / 2017

TENTANG
PENELITIAN
KEPALA BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH

Dasar : Peraturan Bupati Sleman Nomor : 45 Tahun 2013 Tentang Izin Penelitian, Izin Kuliah Kerja Nyata,
Dan Izin Praktik Kerja Lapangan.
Menunjuk : Surat dari Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kab. Sleman
Nomor : 070/Kesbangpol/595/2016
Hal : Rekomendasi Penelitian
Tanggal : 14 Februari 2017

MENGIZINKAN :

Kepada :
Nama : DANIEL JULIANTO
No.Mhs/NIM/NIP/NIK : 13502241024
Program/Tingkat : S1
Instansi/Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
Alamat instansi/Perguruan Tinggi : Jl. Colombo No. 1 Yogyakarta
Alamat Rumah : Dukuh Kunden Ungaran Kutowinangun Kebumen Jateng
No. Telp / HP : 087732997209
Untuk : Mengadakan Penelitian / Pra Survey / Uji Validitas ~~PKL~~ dengan judul
**MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER MOTOR DC, BRUSHLESS, SERVO,
DAN STEPPER DENGAN KENDALI MIKROKONTROLER ARDUINO UNO
PADA MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR DI SMK NEGERI 2
DEPOK YOGYAKARTA**

Lokasi : SMKN 2 Depok
Waktu : Selama 3 Bulan mulai tanggal 14 Februari 2017 s/d 16 Mei 2017

Dengan ketentuan sebagai berikut :

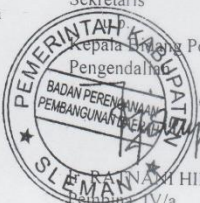
1. Wajib melaporkan diri kepada Pejabat Pemerintah setempat (Camat/ Kepala Desa) atau Kepala Instansi untuk mendapat petunjuk seperlunya.
2. Wajib menjaga tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan setempat yang berlaku.
3. Izin tidak disalahgunakan untuk kepentingan-kepentingan di luar yang direkomendasikan.
4. Wajib menyampaikan laporan hasil penelitian berupa 1 (satu) CD format PDF kepada Bupati diserahkan melalui Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Daerah.
5. Izin ini dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila tidak dipenuhi ketentuan-ketentuan di atas.

Demikian izin ini dikeluarkan untuk digunakan sebagaimana mestinya, diharapkan pejabat pemerintah/non pemerintah setempat memberikan bantuan seperlunya.
Setelah selesai pelaksanaan penelitian Saudara wajib menyampaikan laporan kepada kami 1 (satu) bulan setelah berakhirnya penelitian.


Dikeluarkan di Sleman
Pada Tanggal : 14 Februari 2017
a.n. Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Daerah

Tembusan :
1. - Bupati Sleman (sebagai laporan)
2. Kabid. Kesejahteraan Rakyat & Pemerintahan Bappeda
3. Camat Depok
4. Kepala SMKN 2 Depok
5. Dekan Fak. Teknik UNY
6. Yang Bersangkutan

Sekretaris
Kepala Bidang Penelitian, Pengembangan dan
Pengendalian
BADAN PERENCANAAN
PEMBANGUNAN DAERAH
KABUPATEN SLEMAN
HIDAYATI, MT
Penyidik, TV/a



Lampiran 5. Surat Bukti Telah Melaksanakan Penelitian

**PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA, DAN OLAH RAGA
SMK NEGERI 2 DEPOK
Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman Telepon (0274) 513515 Faksimile (0274) 546809
Laman: www.smkn2depoksleman.sch.id Email: smkn2depok@yahoo.com Kode Pos 55281

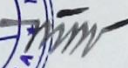
SURAT KETERANGAN
NOMOR : 070 / 0505

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Depok, menerangkan dengan sesungguhnya bahwa :

Nama : DANIEL JULIANTO
No. Induk Mahasiswa : 13502241024
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

Telah melaksanakan Penelitian pada tanggal 6 Maret - 18 April 2017 dengan judul
" Media Pembelajaran Trainer Motor DC, Brushless, Servo, Dan Stepper Dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno Pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor Di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta ".

Demikian surat keterangan ini diberikan untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Depok, 18 April 2017
Kepala Sekolah

Aragani Mizan Zakaria, M.Pd
Pembina, IV/a
NIP. 19630203 198803 1 010



Lampiran 6. Surat Permohonan Validasi Instrumen TAS Ahli 1

Hal : Permohonan Validasi Instrumen TAS
Lampiran : 1 Bendel


Kepada Yth,
Bapak Muhammad Munir, M.Pd.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:


Nama : Daniel Julianto
NIM : 13502241024
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta


denga hormat mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) Kisi-kisi instrumen penelitian TAS, dan (3) draf instrumen penelitian TAS.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 25 Januari 2017
Pemohon,

Daniel Julianto
NIM 13502241024

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika

Dr. Fatchul Arifin, M.T.
NIP. 19720508 199802 1 002

Pembimbing TAS,

Drs. Totok Sukardiyono, M.T.
NIP. 19670930 199303 1 005

Lampiran 7. Hasil Validasi Instrumen TAS Ahli 1

HASIL VALIDASI INSTRUMEN PENELITIAN TAS

Nama : Daniel Julianto

NIM : 13502241024

Judul TAS : Media Pembelajaran Trainer Motor DC, Brushless, Servo, dan Stepper dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
	Keperluan sistem No. 10 - 31	tidak perlu ditanyakan ke siswa, tp ke guru -
		- siswa ² sbg subjek sbg peng yg ditanya perlu diberikan kda = dya
	Komentar umum/lain-lain:	

Yogyakarta, 31/1/17

Validator

NIP

Lampiran 8. Surat Pernyataan Validasi Instrumen TAS Ahli 1

SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama :

NIP :

Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

Menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Daniel Julianto

NIM : 13502241024

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1

Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

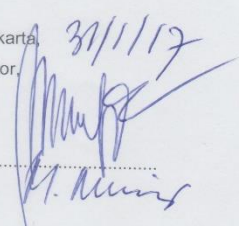
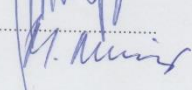
Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

☐ Layak digunakan untuk penelitian

☒ Layak digunakan dengan perbaikan

☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan

Dengan saran/perbaikan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 31/1/17
Validator, 
NIP 

Catatan:

☐ Beri tanda ✓

Lampiran 9. Surat Permohonan Validasi Instrumen TAS Ahli 2

Hal : Permohonan Validasi Instrumen TAS
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth,
Bapak Dr. Fatchul Arifin, M.T.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:


Nama : Daniel Julianto
NIM : 13502241024
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta

denga hormat mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) Kisi-kisi instrumen penelitian TAS, dan (3) draf instrumen penelitian TAS.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 25 Januari 2017

Pemohon,

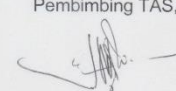

Daniel Julianto
NIM 13502241024

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika


Dr. Fatchul Arifin, M.T.
NIP. 19720308 199802 1 002

Pembimbing TAS,


Drs. Totok Sukardiyono, M.T.
NIP. 19670930 199303 1 005

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
1	1. Lembar 4 siswa.	- 18 kwh guru di hitung - no. 19 → sudah lengkap 2 y guru no. 10 → 2 kemp harap di sarankan
	Komentar umum/lain-lain:	

Yogyakarta, 24/01/2024

Validator,

[Signature]

NIP

Lampiran 11. Surat Pernyataan Validasi Instrumen TAS Ahli 2

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

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fatchul A
NIP : 197205081998021002
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

Menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Daniel Julianto
NIM : 13502241024
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:


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

Dengan saran/perbaikan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta,
Validator,
Fatchul A
NIP

Catatan:
☐ Beri tanda ✓

Lampiran 12. Lembar Observasi Siswa TAV SMK Negeri 2 Depok



DINAS PENDIDIKAN PEMUDA DAN OLAH RAGA
SMK NEGERI 2 DEPOK SLEMAN
Mrican Caturtunggal Depok Sleman Yogyakarta 55281
| Telepon : (0274) 513515 | Fax : (0274)-513438 |
Email : info@smkn2depoksleman.sch.id

LEMBAR OBSERVASI SISWA
MEDIA PEMBELAJARAN MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROPROSESOR
DI SMK N 2 DEPOK SLEMAN

Nama Peneliti : Daniel Julianto
NIM : 13502241024
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
Responden : Cindy Dnyu S.

Deskripsi:
Lembar observasi ini digunakan sebagai landasan dalam pembuatan Tugas Akhir Skripsi dengan judul Media Pembelajaran *Trainer Motor DC, Brushless, Servo, dan Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno. Oleh karena itu dimohon untuk memberikan tanggapan pada pertanyaan-pertanyaan yang ada.

Petunjuk:
Isilah pertanyaan-pertanyaan dengan jawaban sesuai kondisi yang ada. Berilah tanda (X) pada pilihan yang ada atau isi pada baris yang disediakan.

Pertanyaan:

1. Bagaimana proses pembelajaran pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor?
 - a. Guru lebih banyak menyampaikan materi yang ada.
 - ☒ Guru dan siswa bersama-sama mendiskusikan topik materi yang ada.Jawaban lainnya:.....
2. Perangkat pembelajaran apa yang digunakan dalam pembelajaran Teknik Mikroprosesor?
 - ☒ Proyektor.
 - ☒ Laptop/PC.
 - ☒ Buku/LKS/Modul/jobsheet.
 - ☒ Trainer (Arduino, Sensor, Motor, LCD, dll).Jawaban lainnya:.....



**DINAS PENDIDIKAN PEMUDA DAN OLAHRAGA
SMK NEGERI 2 DEPOK SLEMAN**

Mrican Caturtunggal Depok Sleman Yogyakarta 55281
| Telepon : (0274) 513515 | Fax : (0274)-513438 |
Email : info@smkn2depoksleman.sch.id

3. Bagaimana penggunaan perangkat laptop/PC dan *trainer* pada pembelajaran Teknik Mikroprosesor?
- a. Satu orang satu perangkat.
 - b. Dua orang satu perangkat.
 - c. Tiga orang satu perangkat.
 - d. Empat orang satu perangkat.
- Jawaban lainnya: Lima - enam orang satu perangkat
4. Bagaimana bentuk perangkat pembelajaran *trainer* dalam pembelajaran Teknik Mikroprosesor?
- a. Satu kesatuan terpadu.
 - ☒ b. Terpisah-pisah.
- Jawaban lainnya:
5. Apakah ada panduan pembelajaran/*jobsheet*/modul/Lembar Kerja Siswa dalam praktik Teknik Mikroprosesor?
- ☒ a. Ada.
 - b. Tidak.
- Jawaban lainnya:
6. Apa saran Anda untuk meningkatkan pembelajaran mata pelajaran Teknik Mikroprosesor?
- Jawaban: tidak, sudah cukup

Yogyakarta, 2 Maret 2017

Responden

(.. Cindy D.F. ..)

Lampiran 13. Surat Permohonan Ahli Media 1

Hal : Permohonan Ahli Media
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth,
Ibu Pipit Utami, M.Pd.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:


Nama : Daniel Julianto
NIM : 13502241024
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta

denga hormat mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) Kisi-kisi instrumen penelitian TAS, (3) draf instrumen penelitian TAS, dan (4) media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper*.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 25 Januari 2017

Pemohon,



Daniel Julianto
NIM 13502241024

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika


Dr. Fatchul Arifin, M.T.
NIP. 19720508 199802 1 002

Pembimbing TAS,


Drs. Totok Sukardiyono, M.T.
NIP. 19670930 199303 1 005

Lampiran 14. Lembar Evaluasi Ahli Media 1

Lembar Evaluasi
Media Pembelajaran *Trainer Motor DC, Brushless, Servo, dan Stepper*
Oleh Ahli Media

Mata Pelajaran : Teknik Mikroprosesor
Sasaran : Siswa Kelas X A dan B TAV SMK Negeri 2 Depok DIY
Judul Penelitian : Media Pembelajaran *Trainer Motor DC, Brushless, Servo, dan Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta
Peneliti : Daniel Julianto
Evaluator :
Pekerjaan/Jabatan :

Deskripsi:

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran *Trainer Motor DC, Brushless, Servo, dan Stepper*. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam mengendalikan berbagai jenis motor arus searah (*Direct Current*). Oleh karena itu, Bapak/Ibu sebagai ahli media dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk:

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh ahli media.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pernyataan yang memiliki empat rentang tanggapan.
3. Berilah tanda (√) pada kolom sesuai dengan pendapat Anda dan keadaan yang sebenarnya.
4. Jawaban yang diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi:
 1. STS (Sangat Tidak Setuju)
 2. TS (Tidak Setuju)
 3. S (Setuju)
 4. SS (Sangat Setuju)

5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus mata pelajaran Teknik Mikroprosesor.
6. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		STS	TS	S	SS
Kualitas Tampilan					
1.	Pengaturan tata letak dalam media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah teratur.				✓
2.	Pengaturan tata letak dalam media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mudah dipahami oleh guru dan siswa dalam praktikum.				✓
3.	Kombinasi warna tulisan dan latar dalam media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah sesuai.				✓
4.	Kombinasi warna tulisan dan latar dalam media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> menarik perhatian guru dan siswa.			✓	
5.	Terdapat konsistensi penggunaan ukuran dan bentuk tulisan yang ada pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> .			✓	
6.	Penempatan tulisan berisi keterangan mengenai bagian pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> jelas dan mudah dibaca.				✓
7.	Secara keseluruhan tulisan pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> rapih dan mudah dibaca.				✓

8.	Ukuran komponen pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> terlihat jelas.			✓	
9.	Komponen <i>display</i> pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> terlihat jelas.				✓
Kualitas Teknis					
10.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> bekerja sesuai dengan konsep pengendalian motor.				✓
11.	Unjuk kerja masing-masing blok pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah bekerja dengan baik.				✓
12.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mempunyai unjuk kerja yang stabil.			✓	
13.	Penyambungan kabel pada soket media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dapat dilakukan dengan mudah.			✓	
14.	Secara keseluruhan pengoperasian media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dapat digunakan dengan mudah.			✓	
15.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dikemas dengan rapih dan aman.				✓
16.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> aman untuk digunakan.				✓
Kualitas Instruksional					
17.	Penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> memberikan kesempatan bagi siswa untuk membuktikan teori pengendalian motor yang ada.			✓	

18.	Penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> meningkatkan perhatian siswa.			✓
19.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dapat menumbuhkan semangat belajar siswa.			✓
20.	Penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> meningkatkan motivasi belajar siswa.		✓	
21.	Penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> merangsang siswa untuk mengaplikasikan materi yang dipelajari pada dunia nyata.		✓	
22.	Penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> memberikan keterampilan pada siswa sehingga dapat diaplikasikan di dunia kerja.			✓
23.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> memudahkan siswa dalam memahami materi.			✓
24.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> memudahkan guru dalam menyampaikan materi.			✓

Komentar dan Saran

No.	Saran Perbaikan
1.	
2.	

3.	
4.	

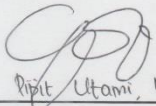
Kesimpulan

Media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor dinyatakan:

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

Yogyakarta, 21. Maret 2017

Validator


Pipit Utami, M.Pd

RUBRIK KINERJA *TRAINER*

A. Hasil Pengujian oleh Peneliti

1. Blok 1 : Pengujian Pengendalian Motor DC

Tabel 1. Pengamatan fungsi program pengendalian motor DC

Fungsi	Hasil Pengamatan
1	Motor berputar searah jarum jam secara langsung
2	Motor berputar searah jarum jam namun kecepatan dapat diatur dengan mengubah nilai pwm pada program
3	Motor berputar searah jarum jam dan kecepatan motor dapat dikendalikan dengan knop pwm
4	Motor berputar berlawanan jarum jam dan kecepatan motor dapat dikendalikan dengan knop pwm
5	Motor berhenti berputar.

Tabel 2. Kebenaran gerak motor DC

EN	DC1	DC2	Gerak Motor
LOW	LOW	LOW	Berhenti
HIGH	LOW	HIGH	Berlawanan jarum jam
HIGH	HIGH	LOW	Searah jarum jam

2. Blok 2 : Pengujian Pengendalian Motor *Brushless*

Tabel 3. Kerja motor *brushless*

Kecepatan Motor	Nilai PWM
Minimal	1,039 ms
Maksimal	1,337 ms

3. Blok 3 : Pengujian Pengendalian Motor *Servo*

Tabel 4. Pengendalian motor *servo*

No	Sudut (derajat)	Waktu <i>Delay</i> (μ s)
1	0	500
2	20	670
3	40	860
4	60	1060
5	80	1300
6	90	1400
7	100	1550

No	Sudut (derajat)	Waktu <i>Delay</i> (μ s)
8	120	1760
9	140	1970
10	160	2170
11	180	2400

4. Blok 4 : Pengujian Pengendalian Motor *Stepper*

Tabel 5. Pengamatan fungsi program motor *stepper*

Fungsi	Hasil Pengamatan
1	Motor berputar berlawanan jarum jam
2	Motor berputar berlawanan jarum jam

B. Hasil Pengujian oleh Ahli Media

Tabel 6. Hasil pengujian oleh ahli media

Blok Pengujian*	Hasil Pengujian		Keterangan
	Sesuai**	Tidak Sesuai**	
1	✓		
2	✓		
3	✓		
4	✓		

Ket:

*) Diisi sesuai dengan pengujian blok yang dipilih

**) Dipilih salah satu dengan memberikan tanda ✓

Lampiran 15. Surat Pernyataan Validasi Ahli Media 1

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

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Pipit Utami, M.Pd.
NIP : 19880922 201404 2 001
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

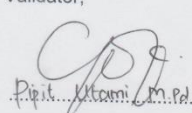
Menyatakan bahwa media pembelajaran penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Daniel Julianto
NIM : 13502241024
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*,
Servo, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler
Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik
Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

Setelah dilakukan kajian dan ujicoba atas media pembelajaran tersebut seperti
data terlampir dapat dinyatakan:

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

Dengan saran/perbaikan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 21. Maret 2017
Validator,

Pipit Utami, M.Pd.
NIP. 19880922 201404 2 001

Catatan:
☐ Beri tanda ✓

Lampiran 16. Surat Permohonan Ahli Media 2

Hal : Permohonan Ahli Media
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth,
Bapak Ponco Wali Pranoto, M.Pd.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

Nama : Daniel Julianto
NIM : 13502241024
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta

denga hormat mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) Kisi-kisi instrumen penelitian TAS, (3) draf instrumen penelitian TAS, dan (4) media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper*.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 25 Januari 2017

Pemohon,



Daniel Julianto
NIM 13502241024


Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika



Dr. Fatchul Arifin, M.T.
NIP. 19720508 199802 1 002

Pembimbing TAS,



Drs. Totok Sukardiyono, M.T.
NIP. 19670930 199303 1 005

Lampiran 17. Lembar Evaluasi Ahli Media 2

Lembar Evaluasi
Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper*
Oleh Ahli Media

Mata Pelajaran : Teknik Mikroprosesor
Sasaran : Siswa Kelas X A dan B TAV SMK Negeri 2 Depok DIY
Judul Penelitian : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta
Peneliti : Daniel Julianto
Evaluator :
Pekerjaan/Jabatan :

Deskripsi:

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper*. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam mengendalikan berbagai jenis motor arus searah (*Direct Current*). Oleh karena itu, Bapak/Ibu sebagai ahli media dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk:

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh ahli media.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pernyataan yang memiliki empat rentang tanggapan.
3. Berilah tanda (√) pada kolom sesuai dengan pendapat Anda dan keadaan yang sebenarnya.
4. Jawaban yang diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi:
 1. STS (Sangat Tidak Setuju)
 2. TS (Tidak Setuju)
 3. S (Setuju)
 4. SS (Sangat Setuju)

5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus mata pelajaran Teknik Mikroprosesor.
6. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		STS	TS	S	SS
Kualitas Tampilan					
1.	Pengaturan tata letak dalam media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah teratur.			✓	
2.	Pengaturan tata letak dalam media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mudah dipahami oleh guru dan siswa dalam praktikum.			✓	
3.	Kombinasi warna tulisan dan latar dalam media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah sesuai.				✓
4.	Kombinasi warna tulisan dan latar dalam media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> menarik perhatian guru dan siswa.			✓	
5.	Terdapat konsistensi penggunaan ukuran dan bentuk tulisan yang ada pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> .				✓
6.	Penempatan tulisan berisi keterangan mengenai bagian pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> jelas dan mudah dibaca.				✓
7.	Secara keseluruhan tulisan pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> rapih dan mudah dibaca.			✓	

8.	Ukuran komponen pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> terlihat jelas.			✓	
9.	Komponen <i>display</i> pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> terlihat jelas.			✓	
Kualitas Teknis					
10.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> bekerja sesuai dengan konsep pengendalian motor.				✓
11.	Unjuk kerja masing-masing blok pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah berkerja dengan baik.				✓
12.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mempunyai unjuk kerja yang stabil.			✓	
13.	Penyambungan kabel pada soket media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dapat dilakukan dengan mudah.			✓	
14.	Secara keseluruhan pengoperasian media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dapat digunakan dengan mudah.			✓	
15.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dikemas dengan rapih dan aman.				✓
16.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> aman untuk digunakan.				✓
Kualitas Instruksional					
17.	Penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> memberikan kesempatan bagi siswa untuk membuktikan teori pengendalian motor yang ada.				✓

18.	Penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> meningkatkan perhatian siswa.			✓	
19.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dapat menumbuhkan semangat belajar siswa.				✓
20.	Penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> meningkatkan motivasi belajar siswa.				✓
21.	Penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> merangsang siswa untuk mengaplikasikan materi yang dipelajari pada dunia nyata.			✓	
22.	Penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> memberikan keterampilan pada siswa sehingga dapat diaplikasikan di dunia kerja.			✓	
23.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> memudahkan siswa dalam memahami materi.			✓	
24.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> memudahkan guru dalam menyampaikan materi.			✓	

Komentar dan Saran

No.	Saran Perbaikan
1.	Tutup pada bagian <i>trainer</i> utama.
2.	

3.	
4.	

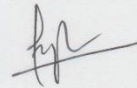
Kesimpulan

Media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor dinyatakan:

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

Yogyakarta, 21... Maret 2017

Validator



Ponce Wulipranoto

RUBRIK KINERJA TRAINER

A. Hasil Pengujian oleh Peneliti

1. Blok 1 : Pengujian Pengendalian Motor DC

Tabel 1. Pengamatan fungsi program pengendalian motor DC

Fungsi	Hasil Pengamatan
1	Motor berputar searah jarum jam secara langsung
2	Motor berputar searah jarum jam namun kecepatan dapat diatur dengan mengubah nilai pwm pada program
3	Motor berputar searah jarum jam dan kecepatan motor dapat dikendalikan dengan knop pwm
4	Motor berputar berlawanan jarum jam dan kecepatan motor dapat dikendalikan dengan knop pwm
5	Motor berhenti berputar.

Tabel 2. Kebenaran gerak motor DC

EN	DC1	DC2	Gerak Motor
LOW	LOW	LOW	Berhenti
HIGH	LOW	HIGH	Berlawanan jarum jam
HIGH	HIGH	LOW	Searah jarum jam

2. Blok 2 : Pengujian Pengendalian Motor *Brushless*

Tabel 3. Kerja motor *brushless*

Kecepatan Motor	Nilai PWM
Minimal	1,039 ms
Maksimal	1,337 ms

3. Blok 3 : Pengujian Pengendalian Motor *Servo*

Tabel 4. Pengendalian motor *servo*

No	Sudut (derajat)	Waktu Delay (μ s)
1	0	500
2	20	670
3	40	860
4	60	1060
5	80	1300
6	90	1400
7	100	1550

No	Sudut (derajat)	Waktu <i>Delay</i> (μ s)
8	120	1760
9	140	1970
10	160	2170
11	180	2400

4. Blok 4 : Pengujian Pengendalian Motor *Stepper*

Tabel 5. Pengamatan fungsi program motor *stepper*

Fungsi	Hasil Pengamatan
1	Motor berputar berlawanan jarum jam
2	Motor berputar berlawanan jarum jam

B. Hasil Pengujian oleh Ahli Media

Tabel 6. Hasil pengujian oleh ahli media

Blok Pengujian*	Hasil Pengujian		Keterangan
	Sesuai**	Tidak Sesuai**	
1	✓		
2	✓		
3	✓		
4	✓		

Ket:

*) Diisi sesuai dengan pengujian blok yang dipilih

**) Dipilih salah satu dengan memberikan tanda ✓

Lampiran 18. Surat Pernyataan Validasi Ahli Media 2

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

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama :

NIP :

Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

Menyatakan bahwa media pembelajaran penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Daniel Julianto

NIM : 13502241024

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1

Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*,
Servo, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler
Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik
Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

Setelah dilakukan kajian dan ujicoba atas media pembelajaran tersebut seperti
data terlampir dapat dinyatakan:

☒ Layak digunakan untuk penelitian.

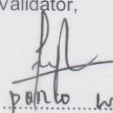
☐ Layak digunakan dengan perbaikan.

☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan.

Dengan saran/perbaikan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 21. Maret 2017

Validator,


.....
NIP.

Catatan:

☐ Beri tanda ✓

Lampiran 19. Surat Permohonan Ahli Materi 1

Hal : Permohonan Ahli Materi
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth,
Bapak Agus Sugiharto
Guru Teknik Audio Video
Di SMK Negeri 2 Depok Sleman, Yogyakarta

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

Nama : Daniel Julianto
NIM : 13502241024
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta

denga hormat mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) Kisi-kisi instrumen penelitian TAS, (3) draf instrumen penelitian TAS, dan (4) media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper*.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 25 Januari 2017

Pemohon,



Daniel Julianto

NIM 13502241024

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika



Dr. Fatchul Arifin, M.T.
NIP. 19720503 199802 1 002

Pembimbing TAS,



Drs. Totok Sukardiyono, M.T.
NIP. 19670930 199303 1 005

Lampiran 20. Lembar Evaluasi Ahli Materi 1

Lembar Evaluasi Media Pembelajaran *Trainer Motor DC, Brushless, Servo, dan Stepper* Oleh Ahli Materi

Mata Pelajaran : Teknik Mikroprosesor
Sasaran : Siswa Kelas X A dan B SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta
Judul Penelitian : Media Pembelajaran *Trainer Motor DC, Brushless, Servo, dan Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta
Peneliti : Daniel Julianto
Evaluator : Agus Sugiharto, M.Eng
Pekerjaan/Jabatan : Guru

Deskripsi:

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran *Trainer Motor DC, Brushless, Servo, dan Stepper*. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam mengendalikan berbagai jenis motor arus searah (*Direct Current*). Oleh karena itu, Bapak/Ibu sebagai ahli materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk:

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh ahli materi.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pernyataan yang memiliki empat rentang tanggapan.
3. Berilah tanda (√) pada kolom sesuai dengan pendapat Anda dan keadaan yang sebenarnya.
4. Jawaban yang diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi:
 1. STS (Sangat Tidak Setuju)
 2. TS (Tidak Setuju)
 3. S (Setuju)
 4. SS (Sangat Setuju)

5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus mata pelajaran Teknik Mikroprosesor.
6. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		ST	TS	S	SS
Kualitas Materi					
1.	Media <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sesuai dengan silabus Teknik Mikroprosesor.			✓	
2.	Media <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mendukung pencapaian kompetensi dasar Teknik Mikroprosesor.				✓
3.	Materi yang disajikan pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sesuai dengan teori yang telah ada.			✓	
4.	Materi yang disajikan pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sesuai dengan <i>trainer</i> yang ada.				✓
5.	Cakupan materi yang disajikan pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah mencukupi.			✓	
6.	Materi yang disajikan dalam <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah runtut.			✓	
7.	Langkah-langkah praktikum yang disajikan dalam <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah runtut.			✓	
8.	Materi yang ada pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mudah dipahami.			✓	
9.	Simbol dan gambar yang ada pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> jelas dan mudah dipahami.				✓

10.	Penyajian komponen penyusun <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah lengkap.				✓
11.	<i>Jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dilengkapi dengan tugas praktik.				✓
12.	Konsep dan kosakata pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sesuai dengan kemampuan intelektual peserta didik.			✓	
13.	Langkah kerja pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> jelas dan mudah dipahami siswa.			✓	
14.	Prosedur keselamatan kerja memuat prosedur keamanan praktikum jelas dan mudah dipahami siswa.			✓	
15.	Pemaparan bagian-bagian <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mudah dimengerti siswa.			✓	
Kualitas Instruksional					
16.	Penggunaan <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mempermudah guru dalam menyampaikan materi pengendalian motor.				✓
17.	Penggunaan <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mempermudah siswa dalam memahami materi pengendalian motor.				✓
18.	Penggunaan <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mempermudah guru dalam proses pembelajaran.				✓
19.	Penggunaan <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mempermudah siswa dalam proses pembelajaran.				✓

20.	Penggunaan <i>jobsheet</i> <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mempermudah dalam proses pembelajaran.				✓
-----	---	--	--	--	---

Komentar dan Saran

No.	Saran Perbaikan
1.	Keselamatan dan keamanan kerja (K3) khususnya pada <i>Brushless Motor</i> perlu di perhatikan untuk di tambah pengaman / tutup.
2.	Perlu di lengkapi gambar penunjuk arah putaran CW & CCW pada motor DC
3.	Perlu di perbaiki skala sudut modul motor servo sudut 0° ada di sebelah kiri 180° di sebelah kanan
4.	

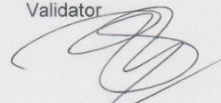
Kesimpulan

Media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor dinyatakan:

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

Yogyakarta, 17... Maret 2017

Validator


Agus Sugiharto, M.Eng

Lampiran 21. Surat Pernyataan Validasi Ahli Materi 1

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

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Agus Suntharto, M.Eng
NIP : 19680801 19912 1 002
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika

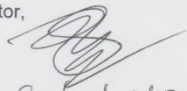
Menyatakan bahwa media pembelajaran penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Daniel Julianto
NIM : 13502241024
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*,
Servo, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler
Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik
Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

Setelah dilakukan kajian dan ujicoba atas media pembelajaran tersebut seperti data terlampir dapat dinyatakan:

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

Dengan saran/perbaikan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 17. Maret 2017
Validator,

Agus Suntharto, M.Eng
NIP. 19680801 19912 1 002

Catatan:
☐ Beri tanda ✓

Lampiran 22. Surat Permohonan Ahli Materi 2

Hal : Permohonan Ahli Materi
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth,
Ibu Bkti Wulandari, M.Pd.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
Di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

Nama : Daniel Julianto
NIM : 13502241024
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta

denga hormat mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) Kisi-kisi instrumen penelitian TAS, (3) draf instrumen penelitian TAS, dan (4) media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper*.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 25 Januari 2017

Pemohon,



Daniel Julianto
NIM 13502241024

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika



Dr. Fatchul Arifin, M.T.
NIP. 19720503 199802 1 002

Pembimbing TAS,



Drs. Totok Sukardiyono, M.T.
NIP. 19670930 199303 1 005

Lampiran 23. Lembar Evaluasi Ahli Materi 2

Lembar Evaluasi
Media Pembelajaran *Trainer Motor DC, Brushless, Servo, dan Stepper*
Oleh Ahli Materi

Mata Pelajaran : Teknik Mikroprosesor
Sasaran : Siswa Kelas X A dan B SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta
Judul Penelitian : Media Pembelajaran *Trainer Motor DC, Brushless, Servo, dan Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta
Peneliti : Daniel Julianto
Evaluator : Betti Wulandari, M.Pd
Pekerjaan/Jabatan : Dosen Pendidikan Teknik Elektronika

Deskripsi:

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran *Trainer Motor DC, Brushless, Servo, dan Stepper*. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam mengendalikan berbagai jenis motor arus searah (*Direct Current*). Oleh karena itu, Bapak/Ibu sebagai ahli materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk:

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh ahli materi.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pernyataan yang memiliki empat rentang tanggapan.
3. Berilah tanda (√) pada kolom sesuai dengan pendapat Anda dan keadaan yang sebenarnya.
4. Jawaban yang diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi:
 1. STS (Sangat Tidak Setuju)
 2. TS (Tidak Setuju)
 3. S (Setuju)
 4. SS (Sangat Setuju)

5. Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus mata pelajaran Teknik Mikroprosesor.
6. Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar evaluasi ini.

Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		ST	TS	S	SS
Kualitas Materi					
1.	Media <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sesuai dengan silabus Teknik Mikroprosesor.			✓	
2.	Media <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mendukung pencapaian kompetensi dasar Teknik Mikroprosesor.			✓	
3.	Materi yang disajikan pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sesuai dengan teori yang telah ada.				✓
4.	Materi yang disajikan pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sesuai dengan <i>trainer</i> yang ada.				✓
5.	Cakupan materi yang disajikan pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah mencukupi.			✓	
6.	Materi yang disajikan dalam <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah runtut.				✓
7.	Langkah-langkah praktikum yang disajikan dalam <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah runtut.				✓
8.	Materi yang ada pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mudah dipahami.				✓
9.	Simbol dan gambar yang ada pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> jelas dan mudah dipahami.			✓	

10.	Penyajian komponen penyusun <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah lengkap.			✓	
11.	<i>Jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dilengkapi dengan tugas praktik.				✓
12.	Konsep dan kosakata pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sesuai dengan kemampuan intelektual peserta didik.			✓	
13.	Langkah kerja pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> jelas dan mudah dipahami siswa.				✓
14.	Prosedur keselamatan kerja memuat prosedur keamanan praktikum jelas dan mudah dipahami siswa.			✓	
15.	Pemaparan bagian-bagian <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mudah dimengerti siswa.			✓	
Kualitas Instruksional					
16.	Penggunaan <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mempermudah guru dalam menyampaikan materi pengendalian motor.				✓
17.	Penggunaan <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mempermudah siswa dalam memahami materi pengendalian motor.			✓	
18.	Penggunaan <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mempermudah guru dalam proses pembelajaran.				✓
19.	Penggunaan <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mempermudah siswa dalam proses pembelajaran.			✓	

20.	Penggunaan <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mempermudah dalam proses pembelajaran.			✓	
-----	--	--	--	---	--

Komentar dan Saran

No.	Saran Perbaikan
1.	
2.	
3.	
4.	

Kesimpulan

Media pembelajaran *trainer* motor DC, *brushless*, *servo*, dan *stepper* pada mata pelajaran Teknik Mikroprosesor dinyatakan:

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

Yogyakarta, ... Maret 2017

Validator



Bekti Wulandari, M.Pd

Lampiran 24. Surat Pernyataan Validasi Ahli Materi 2

SURAT PERNYATAAN VALIDASI
MATERI PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Betti Wulandari, M.Pd
NIP : 19881224 201404 2 002
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektronika


Menyatakan bahwa media pembelajaran penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Daniel Julianto
NIM : 13502241024
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika S1
Judul TAS : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*,
Servo, dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler
Arduino Uno pada Mata Pelajaran Teknik
Mikroprosesor SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta.

Setelah dilakukan kajian atas materi dalam media pembelajaran tersebut dapat dinyatakan:

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

Dengan saran/perbaikan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 2. Maret 2017
Validator,

Betti Wulandari, M.Pd
NIP. 198812242014042002

Catatan:
☐ Beri tanda ✓

Lampiran 25. Lembar Evaluasi Responden (Siswa)

①

Lembar Evaluasi
Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper*
Oleh Responden (Siswa)

Mata Pelajaran : Teknik Mikroprosesor
Sasaran : Siswa Kelas X A dan B Teknik Audio Video (TAV)
SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta
Judul Penelitian : Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*,
dan *Stepper* dengan Kendali Mikrokontroler Arduino Uno
pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor di SMK Negeri
2 Depok Yogyakarta
Peneliti : Daniel Julianto

Deskripsi:
Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran *Trainer* Motor DC, *Brushless*, *Servo*, dan *Stepper*. Media ini digunakan sebagai pendukung pembelajaran dalam mengendalikan berbagai jenis motor arus searah (*Direct Current*). Oleh karena itu, siswa/siswi sebagai responden dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar serta saran yang membangun terhadap media pembelajaran ini.

Petunjuk:

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh responden (siswa).
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari butir-butir pernyataan yang memiliki empat rentang tanggapan.
3. Berilah tanda (√) pada kolom sesuai dengan pendapat Anda dan keadaan yang sebenarnya.
4. Jawaban yang diberikan pada kolom skala penilaian yang sudah disediakan meliputi:
 1. STS (Sangat Tidak Setuju)
 2. TS (Tidak Setuju)
 3. S (Setuju)
 4. SS (Sangat Setuju)
5. Terima kasih atas kesediaan untuk mengisi lembar evaluasi ini.

Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		STS	TS	S	SS
Kualitas Tampilan					
1.	Pengaturan tata letak dalam media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah teratur.				✓
2.	Kombinasi warna tulisan dan latar dalam media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> menarik.			✓	
3.	Penempatan tulisan berisi keterangan mengenai bagian pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> jelas dan mudah dibaca.			✓	
4.	Secara keseluruhan tulisan pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> rapi dan mudah dibaca.			✓	
5.	Ukuran komponen pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> terlihat jelas.			✓	
Kualitas Teknis					
6.	Unjuk kerja masing-masing blok pada media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> sudah berkerja dengan baik.			✓	
7.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mempunyai unjuk kerja yang stabil.				✓
8.	Penyambungan kabel pada soket media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dapat dilakukan dengan mudah.				✓
9.	Secara keseluruhan pengoperasian media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dapat digunakan dengan mudah.				✓

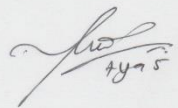
10.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dikemas dengan rapi dan aman.				✓
Kualitas Materi					
11.	Simbol dan gambar yang ada pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> jelas dan mudah dipahami.				✓
12.	<i>Jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dilengkapi dengan tugas praktik.				✓
13.	Konsep dan kosakata pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> mudah dipahami.			✓	
14.	Langkah kerja pada <i>jobsheet trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> jelas dan mudah dipahami.			✓	
Kualitas Instruksional					
15.	Penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> memberikan kesempatan bagi siswa untuk membuktikan teori pengendalian motor yang ada.				✓
16.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> dapat menumbuhkan semangat belajar.				✓
17.	Penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> meningkatkan motivasi belajar.				✓
18.	Penggunaan media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> memberikan keterampilan sehingga dapat diaplikasikan di dunia kerja.			✓	
19.	Media pembelajaran <i>trainer</i> motor DC, <i>brushless</i> , <i>servo</i> , dan <i>stepper</i> memudahkan dalam memahami materi.				✓

Komentar dan Saran

No.	Saran Perbaikan
1.	Good Job!
2.	
3.	
4.	

Yogyakarta, ...22 Maret 2017

Siswa,



Handwritten signature in cursive script, possibly reading 'Fio' or 'Fioy'.

Lampiran 26. Hasil Uji Validitas Butir Instrumen

Responden	Butir Item X																												Y	Y²
	Kualitas Tampilan									Kualitas Teknis						Kualitas Materi						Kualitas Instruksional								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
1	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	99	9801
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	81	6561
3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	2	3	3	2	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	97	9409
4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	96	9216
5	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	99	9801
6	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	98	9604
7	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	103	10609
8	3	3	4	4	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	80	6400
9	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	89	7921
10	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	86	7396
11	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3	3	2	4	4	2	2	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	98	9604
12	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	82	6724
13	3	3	3	3	3	4	3	4	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	84	7056
14	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	2	3	3	2	2	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	2	3	92	8464
15	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	92	8464
16	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	4	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	81	6561
17	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	93	8649
18	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	105	11025
19	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	4	3	4	3	2	4	80	6400
20	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	88	7744
21	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	94	8836
22	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	91	8281
23	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	4	94	8836
24	4	4	3	3	3	4	3	4	2	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	100	10000
25	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	93	8649
26	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	96	9216
27	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	98	9604
28	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	86	7396
29	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	112	12544
30	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	112	12544
ΣX	106	102	103	104	101	105	99	100	99	97	99	96	93	96	98	100	99	104	98	97	98	101	105	100	103	98	98	100	2799	263315
(ΣX)²	11236	10404	10609	10816	10201	11025	9801	10000	9801	9409	9801	9216	8649	9216	9604	10000	9801	10816	9604	9409	9604	10201	11025	10000	10609	9604	9604	10000		
Rxy	0,6539	0,6259	0,4847	0,4732	0,6241	0,5058	0,6578	0,4741	0,4495	0,4707	0,3901	0,5174	0,5541	0,6417	0,3938	0,4596	0,5166	0,564	0,7698	0,6172	0,6348	0,5183	0,5539	0,6488	0,6758	0,4334	0,6194	0,5617		
Rtabel	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361		
Status	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID		

Lampiran 27. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen

Responden	Butir Item X																												Y	Y²	
	Kualitas Tampilan									Kualitas Teknis						Kualitas Materi						Kualitas Instruksional									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
1	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	99	9801	
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	81	6561	
3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	2	3	3	2	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	97	9409	
4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	96	9216	
5	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	99	9801	
6	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	99	9801	
7	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	104	10816	
8	3	3	4	4	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	80	6400	
9	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	89	7921	
10	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	86	7396	
11	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3	3	2	4	4	2	2	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	98	9604	
12	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	82	6724	
13	3	3	3	3	3	4	3	4	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	84	7056	
14	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	2	3	3	2	2	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	2	3	92	8464	
15	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	92	8464	
16	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	4	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	81	6561	
17	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	93	8649	
18	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	105	11025	
19	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	4	3	4	3	2	4	80	6400	
20	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	88	7744	
21	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	94	8836	
22	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	91	8281	
23	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	4	94	8836	
24	4	4	3	3	3	4	3	4	2	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	100	10000	
25	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	93	8649	
26	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	94	8836	
27	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	98	9604	
28	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	86	7396	
29	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	112	12544	
30	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	112	12544	
ΣX	106	102	103	104	101	105	99	100	99	97	99	96	93	96	98	100	99	104	98	97	100	101	104	99	103	98	98	100	2799	263339	
ΣX²	382	356	365	370	347	375	337	340	335	325	337	320	297	318	330	342	335	370	330	325	340	347	370	333	365	328	330	342			
σ²b	0,249	0,307	0,379	0,316	0,232	0,25	0,343	0,222	0,277	0,379	0,343	0,427	0,29	0,36	0,329	0,289	0,277	0,316	0,329	0,379	0,222	0,232	0,316	0,21	0,379	0,262	0,329	0,289			
Σσ²b	8,53																														
σ²t	73,08																														
r11	0,916	RELIABILITAS TINGGI																													

Lampiran 28. Hasil Uji Pemakaian oleh Siswa

Responden	Butir Item X																			Rerata Total
	Kualitas Tampilan					Kualitas Teknis					Kualitas Materi				Kualitas Instruksional					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	68,00
2	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	69,00
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	64,00
4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	73,00
5	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	63,00
6	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	65,00
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57,00
8	4	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	62,00
9	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	4	4	65,00
10	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	73,00
11	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	66,00
12	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	73,00
13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57,00
14	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	67,00
15	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	66,00
16	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	71,00
17	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	65,00
18	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	72,00
19	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	68,00
20	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	68,00
21	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	58,00
22	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	72,00
23	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	66,00
24	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	67,00
25	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	69,00
26	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57,00
27	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57,00
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	58,00
29	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	65,00
30	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	59,00
31	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	66,00
32	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	66,00
33	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57,00
34	3	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	66,00
35	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	62,00
36	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	72,00
37	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	60,00
38	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	60,00
39	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	61,00
40	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57,00
41	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	69,00
42	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	68,00
43	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57,00
44	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	59,00
45	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	60,00
46	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	73,00
47	3	4	3	2	2	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3	4	63,00
48	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54,00
49	3	4	3	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	65,00
50	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	61,00
51	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	67,00
52	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	73,00
53	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	60,00
54	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	72,00
Rerata Skor	3,44	3,37	3,37	3,33	3,35	3,37	3,37	3,35	3,35	3,37	3,28	3,54	3,35	3,43	3,44	3,48	3,46	3,44	3,48	64,59

Lampiran 29. Dokumentasi Penelitian



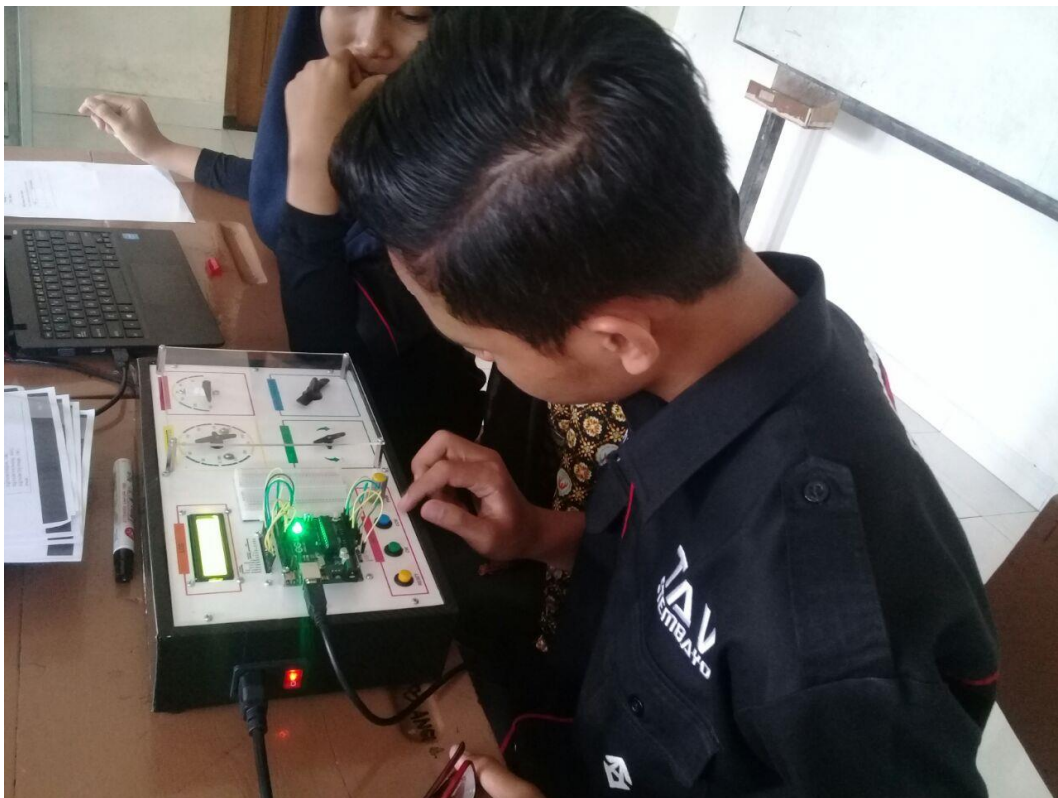
Uji Validasi Butir Instrumen





Uji Pemakaian di Kelas A





Uji Pemakaian di Kelas B