

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk

Penelitian menggunakan prosedur pengembangan oleh Branch (2009) yaitu model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*). Berikut adalah hasil penelitian prosedur pengembangan model ADDIE:

1. *Analyze* (menganalisa)

Tahap *analysis* dilakukan kegiatan menganalisa dan mengidentifikasi permasalahan yang ada dan kebutuhan pengembangan produk media pembelajaran. Langkah - langkah yang dilakukan pada tahap *analysis* meliputi:

- 1) Observasi di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika
- 2) Wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah komunikasi data dan interface
- 3) Analisis silabus
- 4) Analisis rencana pengembangan media.

Hasil dari tahap *analyze* sebagai berikut:

a. Observasi

Observasi dilakukan dengan wawancara pada dosen pengampu mata kuliah komunikasi data dan interface dan mahasiswa Pendidikan Teknik Elektronika. Hasil dari observasi disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Media pembelajaran untuk mempelajari komunikasi data serial RS-485 pada mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface* belum tersedia.

- 2) Pada mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface* belum diimplementasikan dengan *manual book* dan *jobsheet* praktikum yang terpadu.
- 3) Komponen praktikum yang digunakan masih bersifat terpisah-pisah dan belum terbentuk menjadi sebuah unit kesatuan.

b. Analisis silabus

Silabus mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface* terdiri dari 13 Kompetensi Dasar (KD) dan 16 minggu pertemuan. Strategi perkuliahan yang digunakan meliputi praktikum, pelaporan, tanya jawab, dan diskusi. Berdasarkan hasil analisis silabus mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface*, digunakan 2 Kompetensi Dasar untuk pengembangan media pembelajaran. Kompetensi Dasar digunakan untuk mengetahui kesesuaian materi dasar silabus mata kuliah komunikasi data dan interface dengan media pembelajaran. Hasil analisis silabus yang digunakan terdapat pada tabel berikut.

Tabel 1. Analisis silabus

Minggu ke-	Kompetensi Dasar	Materi Dasar	Strategi Perkuliahan	Sumber/referensi
4.	Mampu mentransfer data secara point to point melalui serial port	Transfer data serial	Praktikum, pelaporan, Tanya jawab, diskusi	
5.	Mampu mengolah data hasil komunikasi	Pengolahan data serial, manipulasi, interpretasi data datalogger	Praktikum, pelaporan, Tanya jawab, diskusi	

c. Analisis rencana pengembangan media

Perencanaan pengembangan media disesuaikan dengan hasil observasi dan analisis silabus, yaitu:

- 1) Media pembelajaran untuk mempelajari komunikasi data serial RS-485 pada mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface* belum tersedia, maka dibuat trainer untuk mempelajari komunikasi data serial RS-485.
- 2) Pada mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface* belum diimplementasikan dengan *manual book* dan *jobsheet* praktikum yang terpadu, maka dibuat media pembelajaran dilengkapi dengan *manual book* (buku panduan penggunaan) dan *jobsheet* praktikum.
- 3) Komponen praktikum yang digunakan masih bersifat terpisah-pisah dan belum terbentuk menjadi sebuah unit kesatuan, maka dibuat trainer dengan komponen praktikum menjadi sebuah unit kesatuan.

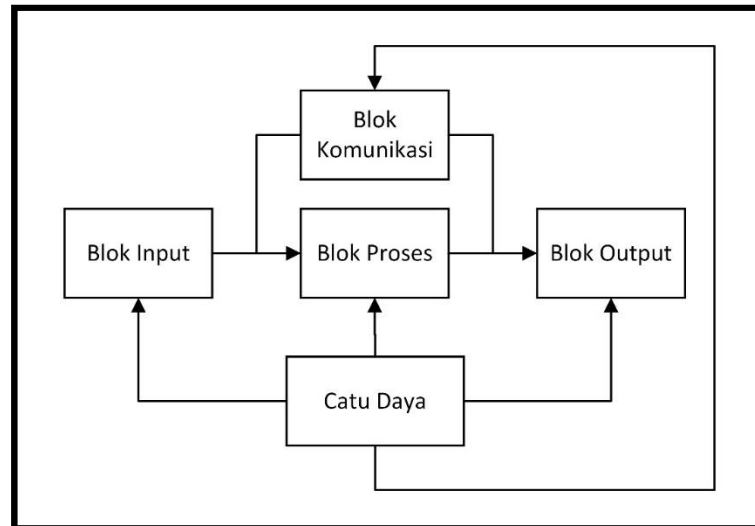
2. Design (mendesain)

Design dilakukan perancangan desain sesuai dengan tahap analisis. Media pembelajaran komunikasi data serial RS-485 terdiri dari trainer, *manual book* dan *jobsheet* praktikum. Tahap yang dilakukan dalam kegiatan mendesain meliputi:

a. Kebutuhan pengembangan

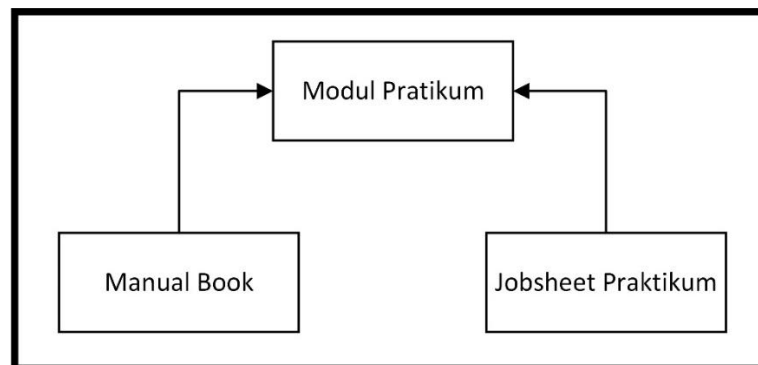
Kebutuhan pengembangan untuk mengetahui bahan yang digunakan dan kebutuhan pengembangan media pembelajaran. Media pembelajaran yang dikembangkan berupa trainer komunikasi data serial RS-485 dan modul praktikum. Trainer komunikasi data serial RS-485 tersusun dari blok catu daya,

blok *input*, blok *proses*, dan blok *output*. Blok diagram *hardware* trainer terdapat pada gambar di bawah.



Gambar 1. Blok diagram *hardware* trainer

Modul praktikum trainer komunikasi data serial RS-485 terdiri dari *manual book* dan *jobsheet* sebagai pendukung praktikum. Blok diagram modul praktikum terdapat pada gambar di bawah.



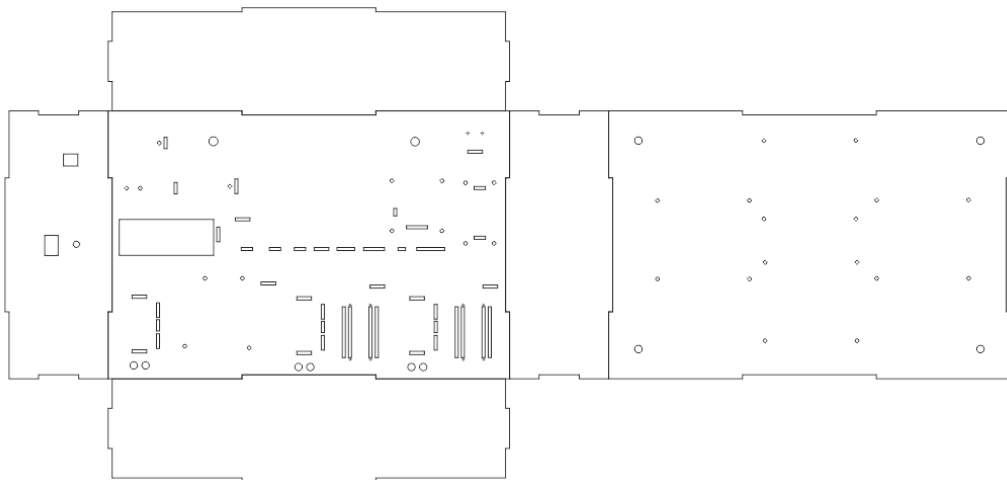
Gambar 2. Blok diagram modul praktikum

b. Desain Trainer Komunikasi Data Serial RS-485

1) Desain *Box* Trainer

Ukuran trainer komunikasi data serial RS-485 yang akan dibuat berbentuk balok dengan ukuran dimensi 30 cm x 20 cm x 8 cm. Dimensi

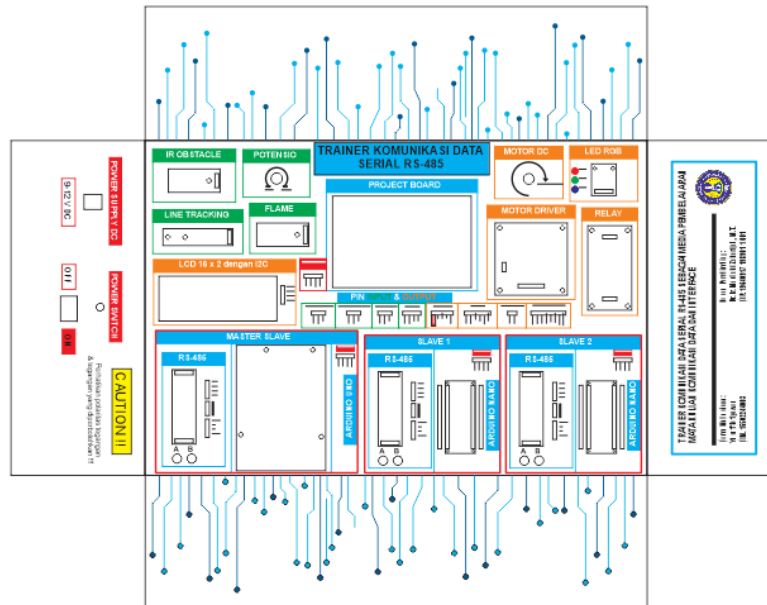
tersebut dianggap baik untuk dibuat media pembelajaran berbentuk trainer. Bahan pembuatan *box* menggunakan akrilik ketebalan 3 mm. Pemotongan dan pembuatan lubang bahan akrilik menggunakan metode laser *cutting*. Layout *box* trainer dapat dilihat pada Gambar 25. Gambar desain *box* trainer beserta keterangan dapat dilihat pada Lampiran 24, yaitu lampiran gambar layout.



Gambar 3. Desain akrilik trainer

2) Desain Sticker

Sticker dipasang pada akrilik yang telah dilakukan cutting sebagai keterangan komponen yang dipasang pada trainer. Ukuran desain sticker disesuaikan dengan desain akrilik trainer pada Gambar 25. Desain sticker trainer seperti pada Gambar 26. Gambar desain sticker beserta keterangan dapat dilihat pada Lampiran 24, yaitu lampiran gambar layout.



Gambar 4. Desain sticker trainer

c. *Manual book*

Manual book merupakan buku panduan penggunaan trainer agar pengguna memiliki kemudahan dalam mengoperasikan Trainer Komunikasi Data Serial RS-485. *Manual book* berisikan spesifikasi trainer, bentuk fisik trainer, bagian-bagian trainer. Desain cover *manual book* terdapat pada Gambar 27.



Gambar 5. Desain cover *manual book*

d. *Jobsheet*

Jobsheet digunakan sebagai pendamping praktikum penggunaan trainer.

Pada *jobsheet* terdapat kegiatan praktikum yang digunakan oleh mahasiswa untuk melakukan praktikum menggunakan trainer komunikasi data serial RS-485. Desain cover *jobsheet* praktikum terdapat pada Gambar 28.



Gambar 6. Desain cover *jobsheet* praktikum

3. *Develop* (mengembangkan)

Tahap *develop* atau mengembangkan meliputi realisasi desain, pengujian produk, validasi dan revisi. Dalam tahap mengembangkan terdapat dua tahap validasi, yaitu validasi ahli materi dan validasi ahli media.

a. Realisasi pembuatan desain trainer

Trainer komunikasi data serial RS-485 sebagai media pembelajaran terdiri dari *hardware* dan *software*. Pengembangan media pembelajaran trainer dalam bentuk *hardware* dari tahap desain terdiri dari blok *input*, blok proses,

blok *output*, blok catu daya dan dikemas menggunakan *box* akrilik. *Software* yang digunakan adalah Arduino IDE dan *Software* Serial. Berikut penjelasan *hardware* dan *software* trainer komunikasi data serial RS-485.

1) **Hardware Trainer komunikasi data serial RS-485**

a) **Blok input**

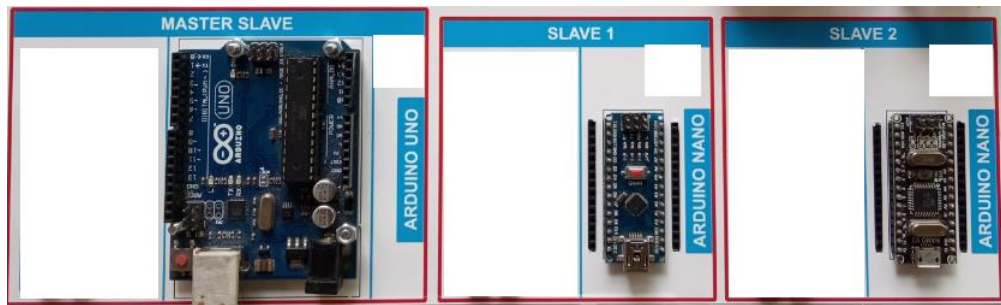
Blok *input* dari trainer merupakan bagian yang terdiri dari komponen elektronika yang berfungsi sebagai *input* digital dan *input* analog pada trainer. *Input* digital meliputi komponen sensor *line tracking* dan sensor IR *obstacle*. *Input* analog meliputi sensor potensiometer dan sensor *flame*. Berikut adalah gambar blok *input* trainer.



Gambar 7. Blok *input* trainer

b) **Blok proses**

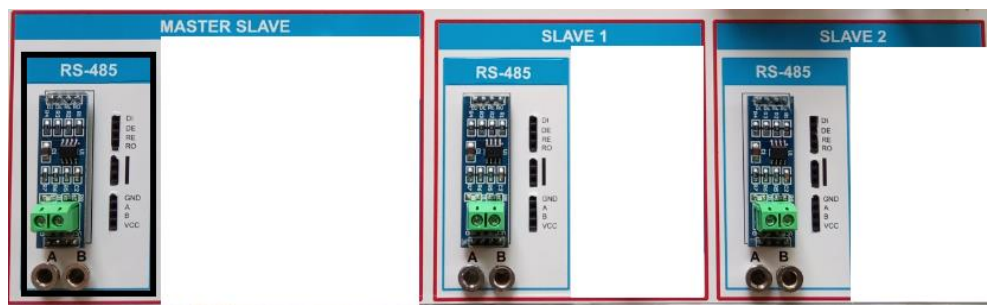
Blok proses dari trainer merupakan bagian yang terdiri dari komponen elektronika yang berfungsi sebagai unit pemroses. Blok proses meliputi komponen Arduino Uno dan Arduino Nano. Berikut adalah blok proses trainer pada Gambar 30.



Gambar 8. Blok proses trainer

c) Blok komunikasi

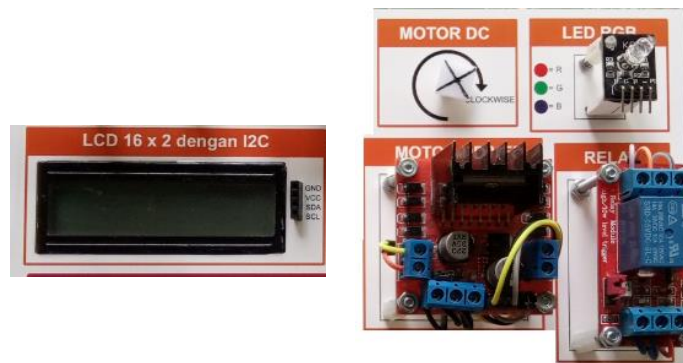
Blok komunikasi dari trainer merupakan bagian yang terdiri dari komponen elektronika yang berfungsi sebagai media komunikasi serial RS-485. Blok komunikasi meliputi komponen modul RS-485. Berikut adalah gambar blok komunikasi trainer.



Gambar 9. Blok komunikasi

d) Blok output

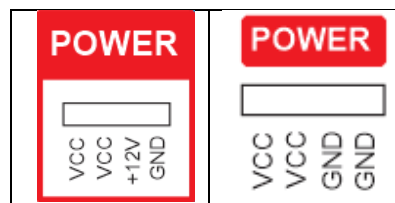
Blok *output* dari trainer merupakan bagian yang terdiri dari komponen elektronika yang berfungsi sebagai keluaran yang berupa gerak dan bentuk lain. Blok *output* meliputi motor driver, relay, motor DC, led RGB, dan LCD 16 x 2. Berikut adalah blok *output* trainer pada Gambar 32.



Gambar 10. Blok *output* trainer

e) Blok catu daya

Blok catu daya dari trainer merupakan bagian yang terdiri dari komponen elektronika yang berfungsi sebagai sumber tegangan. Blok catu daya terdiri dari modul power supply dengan regulator power supply dengan *output* tegangan 5 Volt dengan arus DC dimana dalam trainer diberi nama pin VCC (pin POWER trainer) dan 12 Volt dengan arus DC dengan nama pin +12 (pin POWER trainer). Berikut adalah Blok catu daya trainer.



Gambar 11. Blok catu daya trainer

f) *Box* trainer komunikasi data serial RS-485

Realisasi bentuk *box* trainer komunikasi data serial RS-485 sesuai dengan rancangan desain yang telah dibuat. Trainer berbentuk balok dengan ukuran dimensi 30 cm x 20 cm x 8 cm. Bahan pembuatan *box* dengan akrilik ketebalan 3mm. Desain sticker dicetak menggunakan bahan vinyl dan ditempelkan pada *box* akrilik trainer. Sticker berfungsi memberi keterangan

nama komponen pada trainer. Hasil realisasi bentuk trainer pada gambar di bawah.



Gambar 12. Realisasi *box* trainer

2) *Software* Trainer komunikasi data serial RS-485

a) **Arduino IDE**

Arduino IDE merupakan aplikasi untuk melakukan pemrograman pada mikrokontroler arduino menggunakan bahasa C. Arduino IDE dapat digunakan untuk melakukan pemrograman pada berbagai jenis mikrokontroler Arduino seperti Arduino UNO dan Arduino Nano yang terdapat di trainer komunikasi data serial RS-485. Berikut tampilan arduino IDE saat dijalankan pada Gambar 35.



Gambar 13. Arduino IDE

b) *Software Serial Monitor*

Serial monitor merupakan perangkat lunak pemantau port COM dengan sistem yang professional dan kuat untuk pemantauan dan kontrol port RS-232 / RS-422 / RS-485. Monitor COM menampilkan, mencatat, dan menganalisis semua aktifitas port serial dalam suatu sistem. Ini merupakan cara untuk melacak masalah yang mungkin terjadi selama pengembangan aplikasi atau driver, pengujian dan optimalisasi perangkat serial.

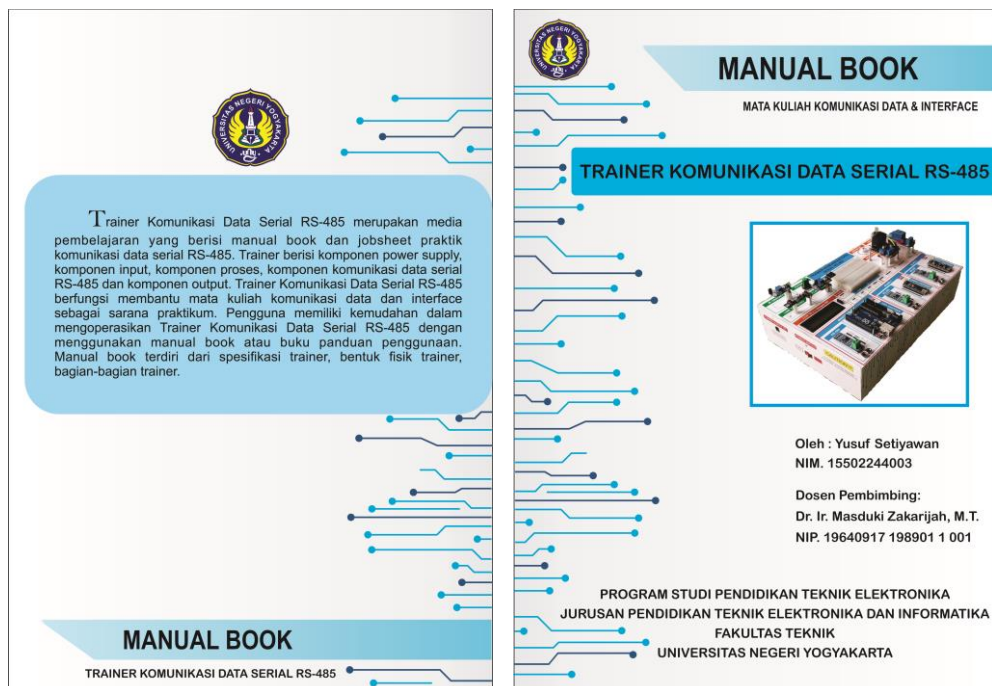
Serial monitor dapat melakukan ekspor data untuk keperluan datalogger, antarmuka yang ramah pengguna dan fleksibel. Serial monitor dapat melakukan monitoring untuk beberapa port sekaligus dan dapat melakukan pengiriman data ke perangkat serial dalam berbagai format (string, biner, octal, decimal, heksadesimal). Berikut adalah *shortcut* desktop aplikasi *software* serial monitor pada Gambar 36.



Gambar 14. *Software serial monitor*

b. *Manual book*

Manual book merupakan buku panduan penggunaan yang dapat membantu pengguna mengetahui cara penggunaan, detail komponen dan fungsi dari trainer. *Manual book* berisi cover, daftar isi, daftar gambar, pendahuluan, spesifikasi trainer, bentuk fisik trainer, penjabaran bagian-bagian trainer. *Manual book* dilengkapi dengan gambar penjelasan bagian komponen, gambar pin komponen dan keterangan pada trainer untuk mempermudah pengguna dalam pengoperasian trainer. Hasil realisasi pembuatan *manual book* pada Gambar 37.



Gambar 15. *Manual book* Trainer Komunikasi Data Serial RS-485

c. *Jobsheet*

Jobsheet merupakan lembar kerja yang digunakan untuk praktikum. *Jobsheet* berisi cover, daftar isi, etiket, tujuan, teori dasar, alat dan bahan, keselamatan kerja, skema rangkaian, langkah kerja dan tugas. Trainer ini terdiri dari 3 *jobsheet*, 2 *jobsheet* diantaranya sesuai dengan silabus mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface* (*jobsheet* 1&2) dan 1 *jobsheet* pengembangan (*jobsheet* 3). *Jobsheet* terdiri dari *jobsheet* 1 dengan judul Transfer Data Serial RS-485 (Asinkron), *jobsheet* 2 dengan judul Pengolahan Data Serial RS-485 (Datalogger), dan *jobsheet* 3 dengan judul Master-Slave Arduino Serial RS-485. Hasil realisasi pembuatan *jobsheet* pada Gambar 38.



Gambar 16. *Jobsheet* Trainer Komunikasi Data Serial RS-485

d. Pengujian Produk

Pengujian produk merupakan pengujian komponen pada trainer komunikasi data serial untuk mengetahui unjuk kerja dari trainer ketika digunakan. Pengujian produk dilakukan dengan menggunakan alat ukur berupa

multimeter atau pengamatan secara langsung. Pengujian produk dilakukan pada 1) pengujian power supply, 2) pengujian komponen *input* sensor, 3) pengujian mikrokontroler dengan melakukan pemrograman, 4) pengujian komponen *output*. Berikut hasil pengujian dari komponen yang digunakan pada trainer komunikasi data serial RS-485.

1) Adaptor DC

Pengujian adaptor DC dilakukan dengan mengukur tegangan *output* yang dihasilkan. Tegangan *input* untuk adaptor DC yaitu 220 Volt dengan arus AC. Tegangan *output* yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi adaptor DC adalah 12 Volt dengan arus DC. Berikut adalah hasil pengujian adaptor DC.

Tabel 2. Hasil pengujian adaptor DC

Pengujian ke-	Tegangan <i>Input</i>	Tegangan <i>Output</i>	Error (%)
1	220 V AC	12,47 VDC	3,91
2	220 V AC	12,49 VDC	4,08
3	220 V AC	12,49 VDC	4,08
4	220 V AC	12,50 VDC	4,16
5	220 V AC	12,50 VDC	4,16
Σ Rerata Error (%)			4,07

2) Modul *power supply* (regulator tegangan)

Pengujian *power supply* dilakukan dengan mengukur tegangan *output* yang dihasilkan pada pin POWER yang ada pada trainer. Tegangan *input* untuk *power supply* yaitu 12 Volt dengan arus DC. Tegangan *output* yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi *power supply* adalah 12 Volt dengan arus DC pada pin +12 dan 5 Volt dengan arus DC pada pin VCC. Berikut adalah hasil pengujian *power supply* pada Tabel 13.

Tabel 3. Hasil pengujian *power supply*

Pengujian ke-	Tegangan <i>Input</i>	Tegangan <i>Output</i> (pin VCC)	Error (%)	Tegangan <i>Output</i> (pin +12V)	Error (%)	Rerata Error (%)
1	12 V DC	5,01 VDC	0,2	12,41 VDC	3,41	1,80
2	12 V DC	5,00 VDC	0	12,43 VDC	3,58	1,79
3	12 V DC	5,00 VDC	0	12,43 VDC	3,58	1,79
4	12 V DC	5,00 VDC	0	12,43 VDC	3,58	1,79
5	12 V DC	5,00 VDC	0	12,43 VDC	3,58	1,79
Σ Rerata Error (%)						1,79

3) Sensor IR *Obstacle* (Infra Red *Obstacle*)

Pengujian sensor IR *obstacle* dilakukan dengan melewati benda (penghalang) di depan sensor IR *obstacle*. Sensor IR *obstacle* akan mengeluarkan kondisi *low* (0) ketika ada halangan benda di depan sensor IR *obstacle* dan mengeluarkan kondisi *high* (1) ketika tidak ada halangan benda di depan sensor IR *obstacle*. Berikut tabel pengujian tegangan sensor IR *obstacle*.

Tabel 4. Hasil pengujian tegangan sensor IR *obstacle*

No.	Kondisi	Tegangan keluaran (DO)	kondisi keluaran (DO)
1.	Ada halangan	0,14 VDC	<i>LOW</i>
2.	Tidak ada halangan	4,93 VDC	<i>HIGH</i>

Berikut pada Tabel 15 adalah tabel hasil persentase pengujian sensor IR *obstacle* dengan hasil persentase error 0%.

Tabel 5. Hasil persentase pengujian sensor IR *obstacle*

Pengujian ke-	Hasil pengujian	Error (%)
1	√	0
2	√	0
3	√	0
4	√	0
5	√	0
Σ Rerata Error (%)		0

4) Sensor *Line tracking*

Pengujian sensor *line tracking* dilakukan dengan melewati benda berwarna putih dan benda berwarna hitam di depan sensor *line tracking* secara bergantian. Sensor *line tracking* akan mengeluarkan kondisi *low* (0) ketika ada halangan benda berwarna putih di depan sensor *line tracking* dan mengeluarkan kondisi *high* (1) ketika tidak ada halangan benda berwarna hitam di depan sensor *line tracking*. Berikut tabel pengujian tegangan sensor *line tracking*.

Tabel 6. Hasil pengujian tegangan sensor *line tracking*

No.	Kondisi	Tegangan keluaran	Kondisi keluaran
1.	Benda warna putih (terang)	0,12 VDC	<i>LOW</i>
2.	Benda warna hitam	3,47 VDC	<i>HIGH</i>

Berikut pada Tabel 17 adalah tabel hasil persentase pengujian sensor *line tracking* dengan hasil persentase error 0%.

Tabel 7. Hasil persentase pengujian sensor *line tracking*

Pengujian ke-	Hasil pengujian	Error (%)
1	√	0
2	√	0
3	√	0
4	√	0
5	√	0
Σ Rerata Error (%)		0

5) Potensiometer

Pengujian potensiometer dilakukan dengan pengukuran tegangan *output* pada pin AO (*analog output*). Kondisi potensiometer pada posisi MIN (Minimum putaran ke kiri) adalah tanpa resistansi ($0\ \Omega$) dengan tegangan 5 Volt arus DC. Kondisi potensiometer pada posisi MAX (Maksimal putaran ke kanan) adalah dengan resistansi (50Ω) dengan tegangan 0 Volt arus DC.

Kondisi tengah (Setengah putaran ke kanan) yang seharusnya memiliki resistansi (25Ω) dengan tegangan 2,5 Volt arus DC. Berikut tabel pengujian potensiometer.

Tabel 8. Hasil pengujian potensiometer

No.	Kondisi	Resistansi	Error (%)	Tegangan output(A0)	Error (%)	Rerata Error(%)
1	Minimum putaran ke kiri	0 Ω	0	5,01 VDC	0,2	0,1
2	Setengah putaran ke kanan	27,4 k Ω	9,6	2,52 VDC	0,8	5,2
3	Maksimal putaran ke kanan	54,0 k Ω	8	0 VDC	0	4
Σ Rerata Error (%)						3,1

Hasil pengujian potensiometer dapat berjalan dengan baik dengan persentase error 3,1%.

6) Sensor *Flame*

Pengujian sensor *flame* dengan cara diuji dengan nyala api yang ada di depan sensor *flame*. Saat ada api di depan sensor maka sensor kondisi *low* (0) dan saat tidak ada api di depan sensor maka sensor kondisi *high* (1). Saat sensor kondisi *high* dan kondisi *low* sensor mengeluarkan tegangan pada pin DO (digital *output*) dan pin AO (analog *output*). Berikut adalah hasil pengujian tegangan sensor *flame*.

Tabel 9. Hasil pengujian tegangan sensor *flame*

No.	Kondisi	Tegangan Digital output (DO)	Tegangan Analog output (AO)	Kondisi keluaran
1	Ada api	0,18	0,13	<i>LOW</i>
2	Tidak ada api	4,95	4,95	<i>HIGH</i>

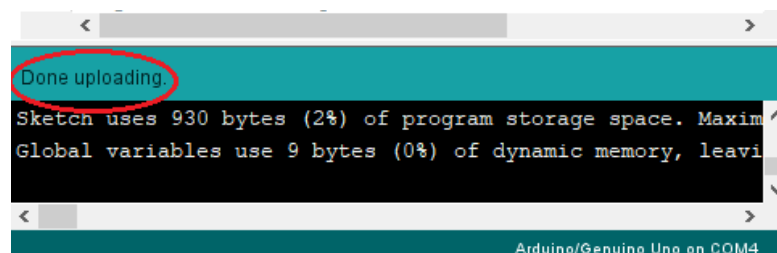
Hasil pengujian sensor *flame* dapat berjalan dengan baik dengan persentase error 0% seperti tabel berikut.

Tabel 10. Hasil persentase pengujian sensor *flame*

Pengujian ke-	Hasil pengujian	Error (%)
1	√	0
2	√	0
3	√	0
4	√	0
5	√	0
Σ Rerata Error (%)		0

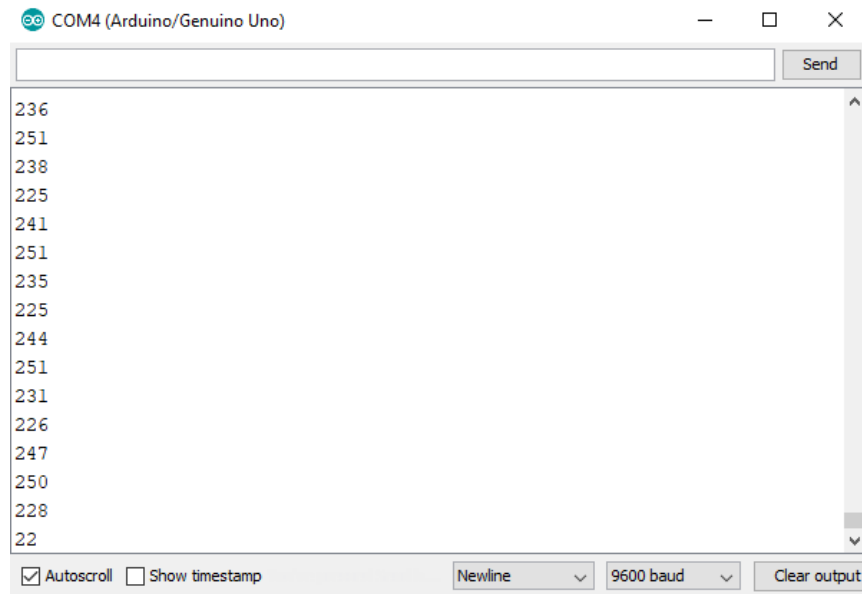
7) Arduino Uno & Arduino Nano

Pengujian Arduino Uno dan Arduino Nano dengan melakukan upload program *example* dari Arduino IDE yaitu *Blink* dan *AnalogReadSerial*. Program Arduino IDE *Blink* dan *AnalogReadSerial* berhasil diupload di Arduino Uno dan Arduino Nano dengan pemberitahuan *done uploading* seperti gambar di bawah.



Gambar 17. *Done Uploading* Arduino IDE

Program *example* Arduino IDE *Blink* berhasil diupload dan berjalan sesuai program Arduino IDE yaitu menyalakan led pada pin 13 secara berkedip. *AnalogReadSerial* berhasil diupload dan berjalan sesuai program Arduino IDE yaitu membaca data analog dan ditampilkan pada serial monitor arduino IDE. Pembacaan data serial dapat dilihat pada Gambar 40.

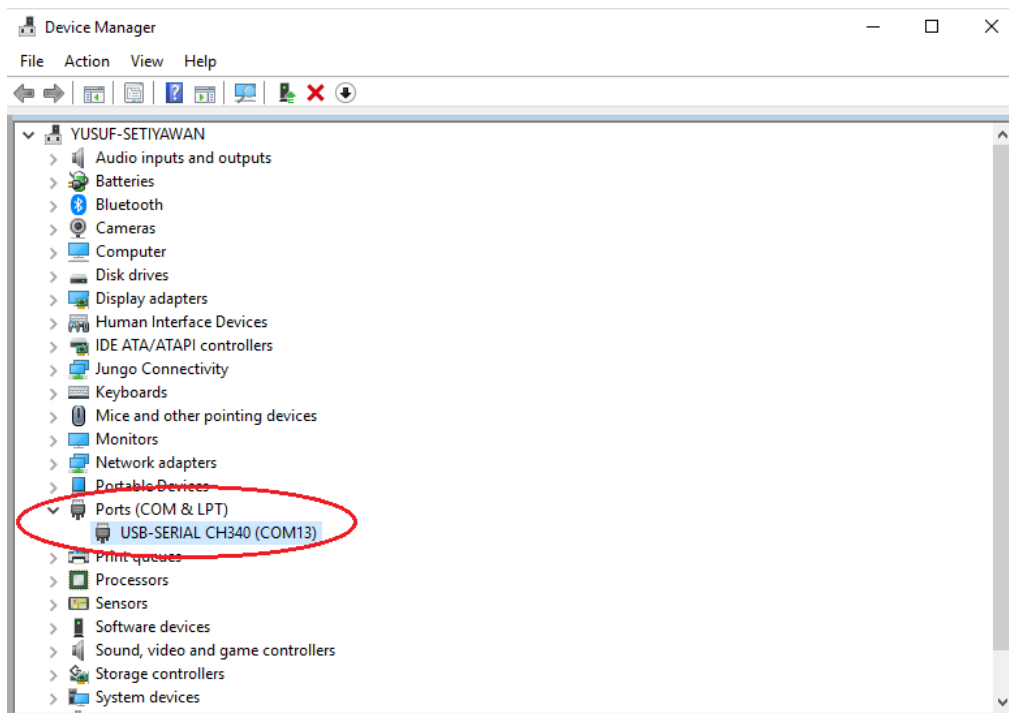


Gambar 18. Pengujian program *AnalogReadSerial*

Hasil pengujian Arduino Uno dan Arduino Nano dapat berjalan sesuai dengan program Arduino IDE dengan persentase error 0%.

8) **Converter RS-485 to USB**

Pengujian *converter RS-485 to USB* dilakukan dengan pengujian pada *device manager* dan pengujian dengan *software serial monitor*. Pengujian pada *device manager* dilakukan dengan menghubungkan *converter RS-485 to USB* pada laptop. Setelah terhubung dilakukan pengecekan pada *device manager* dan didapatkan bahwa *converter RS-485 to USB* terdeteksi pada *device manager* seperti Gambar 41.



Gambar 19. Pengujian *converter* RS-485 to USB

Pengujian *converter* RS-485 to USB dengan *software* Serial Monitor dengan cara menghubungkan port yang telah terdeteksi pada *device manager* (COM13) dengan *software* Serial Monitor. Hasil pengujian didapatkan *converter* RS-485 to USB bekerja dengan baik seperti gambar berikut.



Gambar 20. Pengujian *converter* RS-485 dengan *software* Serial Monitor

9) Modul RS-485

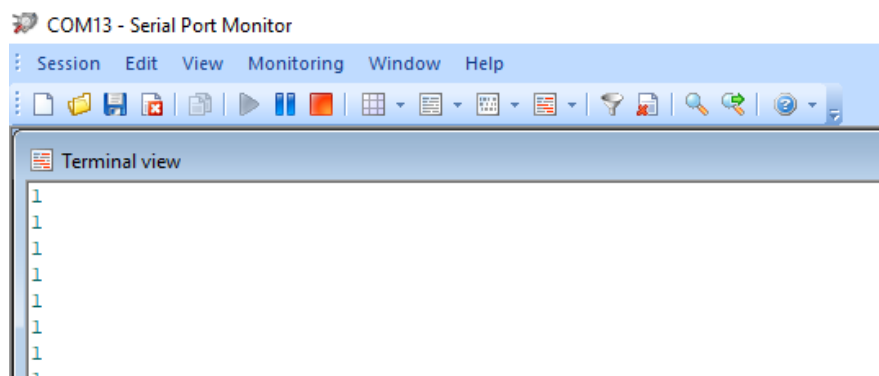
Pengujian modul RS-485 dengan menghubungkan dengan mikrokontroler Arduino dan *software* Serial Monitor. Pengujian dengan menghubungkan Arduino kemudian dilakukan upload *example* program pengiriman data serial RS-485 pada Arduino IDE. Program *example* pengiriman data serial RS-485 yang digunakan sebagai berikut.

```
int sensorDigital = 7; //deklarasi pin 7 sebagai pin sensorDigital
void setup() {

    Serial.begin(9600); //Setting kecepatan baudrate
    pinMode(sensorDigital, INPUT); //pin 7 sebagai pembaca sensorDigital
    pinMode(3, OUTPUT); //Pin 3 pada arduino sebagai output ke DE & RE
    digitalWrite(3,HIGH); //Disable RS485 Transmit
}
void loop() {

    int sensor = digitalRead(sensorDigital);
    Serial.println(sensor); //menampilkan data sensor dengan komunikasi serial
    delay(500); //delay waktu pembacaan sensor
}
```

Pengujian dengan menggunakan *software* Serial Monitor berjalan sesuai dengan program yang telah di upload. Hasil pengiriman data serial RS-485 yang ditampilkan pada *software* Serial Monitor pada Gambar 43.



Gambar 21. Pengujian modul RS-485 dengan *software* serial monitor

10) Driver motor L293

Pengujian driver motor dengan menguji kemampuan driver mengontrol putaran arah motor searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam. Pengujian kedua dengan memberikan kecepatan yang berbeda melalui program Arduino IDE. Hasil pengujian driver motor bekerja sesuai dengan program yang dijalankan Arduino. Berikut tabel hasil pengujian driver motor L293.

Tabel 11. Hasil pengujian driver motor L293

No.	Pin ENA	Pin IN 1	Pin IN 2	Arah putaran motor
1	LOW	LOW	LOW	Berhenti
2	HIGH	LOW	HIGH	Searah jarum jam
3	HIGH	HIGH	LOW	Berlawanan jarum jam

11) Motor DC

Pengujian motor DC dengan menguji arah putaran motor dengan merubah polaritas yang dihubungkan menggunakan tegangan VCC (5 VDC). Motor DC berputar dengan benar sesuai dengan polaritas yang dihubungkan ke motor DC. Hasil pengujian motor DC terdapat pada Tabel 22.

Tabel 12. Hasil pengujian Motor DC

No.	Pin VCC	Pin GND	Arah putaran motor
1	LOW	HIGH	Searah jarum jam
2	HIGH	LOW	Berlawanan jarum jam

Hasil pengujian motor DC adalah motor DC dapat berubah arah putaran motor sesuai dengan polaritas yang diberikan pada pin VCC dan GND dengan persentase error 0%.

12) Modul Relay

Pada modul relay pada trainer ini dapat dilakukan setting untuk mengubah apakah relay aktif *HIGH* atau aktif *LOW*. Pada pengujian ini relay dibuat aktif *high* dengan *input high* VCC (5 VDC) untuk mengetahui kondisi pin Com, pin Normaly Close, dan pin Normaly Open sesuai dengan *input* yang diberikan pada pin IN. Hasil pengujian Modul Relay terdapat pada tabel di bawah.

Tabel 13. Hasil pengujian Modul Relay

No.	<i>Input pin IN</i>	Com - NC	Com - NO
1	<i>HIGH</i>	Tidak terhubung	Terhubung
2	<i>LOW</i>	Terhubung	Tidak terhubung

Hasil pengujian modul relay adalah kondisi Com-NC dan Com-NO sesuai dengan *input* tegangan VCC yang diberikan dan berfungsi dengan baik dengan persentase error 0%.

13) Modul LED RGB

Pengujian LED RGB dilakukan dengan memberikan tegangan dari VCC (5 V DC) pada pin *input* modul LED RGB. Hasil pengujian modul LED RGB terdapat pada tabel di bawah.

Tabel 14. Hasil pengujian modul LED RGB

No.	<i>Input Red</i>	<i>Input Green</i>	<i>Input Blue</i>	Warna LED output
1	5 V DC	0	0	Merah
2	0	5 V DC	0	Hijau
3	0	0	5 V DC	Biru
4	5 V DC	5 V DC	0	Kuning
5	0	5 V DC	5 V DC	Cyan
6	5 V DC	0	5 V DC	Magenta
7	5 V DC	5 V DC	5 V DC	Putih

Hasil pengujian LED RGB adalah warna LED *output* sesuai dengan *input* tegangan VCC yang diberikan dan berfungsi dengan baik dengan persentase error 0%.

14) LCD 16 x 2 dengan I2C

Pengujian dengan menghubungkan LCD 16 x 2 yang telah di pasang modul I2C dengan mikrokontroler untuk menampilkan tulisan “Komunikasi Data” pada baris ke-1. Berikut program pengujian tampilan LCD dengan menggunakan library I2C pada Arduino IDE.

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2) // library modul I2C  
lcd.init();  
lcd.backlight(); // cahaya latar belakang LCD  
lcd.setCursor(0,0); // baris pertama LCD  
lcd.print("Komunikasi Data"); // tulisan yang ditampilkan LCD
```



Gambar 22. Tampilan pengujian LCD 16 x 2 dengan I2C

Hasil pengujian LCD 16 x 2 dengan I2C adalah LCD dapat menampilkan dan berfungsi sesuai dengan program yang diunggah pada Arduino dengan persentase error 0%.

e. Validasi Ahli Instrumen

Validasi ahli instrumen dilakukan sebelum instrumen yang telah dibuat diberikan kepada ahli materi, ahli media dan responden. Validasi instrumen dilakukan oleh dosen Bapak Dr. Ir. Masduki Zakarijah, M.T. dengan hasil sebagai berikut pada Tabel 25.

Tabel 15. Hasil Validasi Instrumen

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
1.		Tuliskan acuan untuk penyusunan instrumen →modifikasi, referensi dll
2.		Alasan penentuan jumlah masing masing item dalam instrumen (butir)
	Komentar Umum/Lain-lain	

f. Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

Validasi ahli materi dan validasi ahli media digunakan untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran. Validator melakukan penilaian dengan cara mengisi angket yang telah diberikan. Validator memberikan saran dan masukan untuk media pembelajaran melalui angket yang diberikan.

1) Hasil validasi ahli materi

Validasi materi merupakan uji kelayakan untuk melihat aspek kelayakan materi pada media pembelajaran oleh ahli materi dalam bidang materi pembelajaran yang dikembangkan. Ahli materi adalah Bapak Dr. Ir. Drs. Eko Marpanaji, M.T. sebagai ahli materi 1 dan Bapak Muhammad Izzuddin M,

S.Pd.T, M.Cs. sebagai ahli materi 2. Hasil uji kelayakan oleh ahli materi adalah sebagai berikut:

a) Data hasil validasi ahli materi

Penilaian ahli materi mencakup aspek kualitas materi dan kemanfaatan. Aspek kualitas materi terdiri dari 6 indikator dengan 16 butir penilaian. Aspek kemanfaatan terdiri dari 2 indikator dengan 4 butir penilaian. Data hasil validasi ahli materi dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 16. Data Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek	Indikator	No Butir	Skor Maks	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor
Kualitas Materi	Kesesuaian materi	1	4	4	4	4
		2	4	4	4	4
		3	4	4	4	4
		4	4	4	3	3.5
	Jumlah		16	16	15	15.5
	Kelengkapan materi	5	4	3	3	3
		6	4	4	3	3.5
	Jumlah		8	7	6	6.5
	Keruntutan materi	7	4	3	3	3
		8	4	3	3	3
	Jumlah		8	6	6	6
	Kejelasan materi	9	4	4	3	3.5
		10	4	3	3	3
	Jumlah		8	7	6	6.5
	Kelengkapan media cetak	11	4	3	4	3.5
		12	4	4	4	4
	Jumlah		8	7	8	7.5
	Kesesuaian dengan situasi mahasiswa	13	4	3	3	3
		14	4	4	3	3.5
		15	4	4	3	3.5
		16	4	4	3	3.5
	Jumlah		8	15	12	13.5

Tabel 26. (Lanjutan) Data Hasil Validasi Ahli Materi

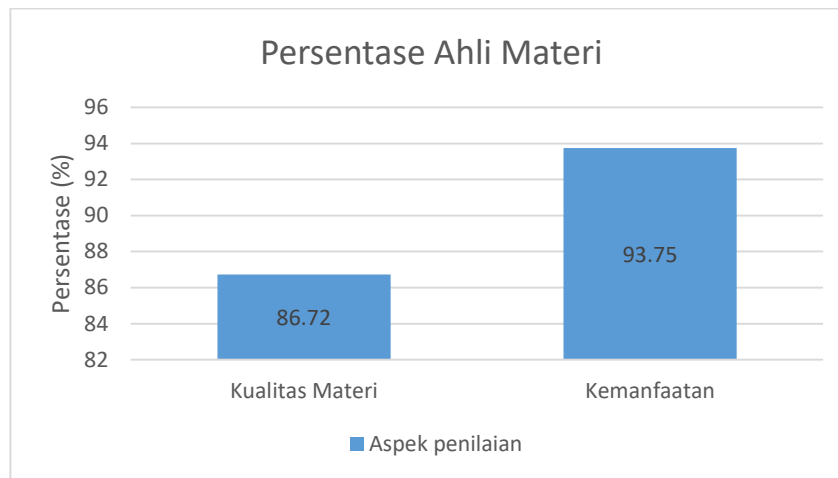
Aspek	Indikator	No Butir	Skor Maks	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor
Jumlah aspek kualitas materi			64	58	53	55.5
Kemanfaatan	Memperjelas penyampaian pesan	17	4	4	4	4
		18	4	3	3	3
	Jumlah		8	7	7	7
	Membantu proses pembelajaran	19	4	4	4	4
		20	4	4	4	4
	Jumlah		8	8	8	8
Jumlah aspek kemanfaatan			16	15	15	15
Jumlah Total			80	73	68	70.5
Persentase (%)			100	91.25	85	88.13

Setelah didapatkan hasil dari validasi ahli materi, maka dihitung persentase kelayakan yang didapatkan dari aspek penilaian kualitas materi, kemanfaatan dan rerata ahli materi pada tabel di bawah.

Tabel 17. Persentases Hasil Validasi Materi

No.	Aspek Penilaian	\sum Skor Maks	Ahli 1	Ahli 2	Rerata skor	Persentase (%)
Ahli Materi						
1	Kualitas Materi	64	58	53	55.5	86.72
2	Kemanfaatan	16	15	15	15	93.75
Rerata Ahli Materi						88.13

Dari hasil persentase aspek penilaian yang terdiri dari aspek kualitas materi dan kemanfaatan dapat dibuat diagram batang persentase ahli materi pada Gambar 45.



Gambar 23. Diagram Persentase Ahli Materi

b) Saran perbaikan ahli materi

Berikut saran dan komentar yang diberikan oleh ahli materi:

Saran dari ahli materi 1 Bapak Dr. Ir. Drs. Eko Marpanaji, M.T.

Tabel 18. Saran Ahli Materi 1

No.	Saran Ahli Materi
1	Gambar harus jelas dengan notasi-notasi nya
2	Materi selalu mengacu pada tujuan pembelajaran
3	Gunakan buku referensi yang lebih formal tentang komunikasi data
4	Urutan langkah kerja praktek mohon diperhatikan jangan sampai mengulang hal/langkah yang sudah dilakukan (redundant)

Saran dari ahli materi 2 Bapak Muhammad Izzuddin M, S.Pd.T, M.Cs.

Tabel 19. Saran Ahli Materi 2

No.	Saran Ahli Materi
1	Perlu adanya penambahan materi tentang baudrate
2	Pengaturan tataletak gambar berikut keterangannya
3	Beberapa gambar yang harus diperjelas
4	Penggantian penomoran langkah kerja

2) Hasil validasi ahli media

Validasi ahli media merupakan uji kelayakan untuk melihat aspek kelayakan media pada media pembelajaran oleh ahli media. Ahli media adalah

Bapak Suprpto, S.Pd., M.T., Ph.D. sebagai ahli media 1 dan Bapak Ponco Wali Pranoto, M.Pd sebagai ahli media 2.

a) Data hasil validasi ahli media

Validasi oleh ahli media mencakup 3 aspek penilaian yaitu aspek kualitas tampilan, aspek kualitas teknis, dan aspek kemanfaatan. Data hasil validasi ahli media dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 20. Data hasil validasi ahli media

Aspek	Indikator	No Butir	Skor Maks	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor
Kualitas Tampilan	Tata letak komponen	1	4	3	4	3.5
		2	4	3	3	3
	Jumlah		8	6	7	6.5
	Warna	3	4	4	3	3.5
		4	4	4	3	3.5
	Jumlah		8	8	6	7
	Ukuran dan bentuk tulisan	5	4	3	3	3
		6	4	3	3	3
		7	4	3	3	3
	Jumlah		12	9	9	9
	Kejelasan komponen	8	4	2	3	2.5
		9	4	3	3	3
	Jumlah		8	5	6	5.5
Jumlah aspek kualitas tampilan			36	28	28	28
Kualitas Teknis	Unjuk kerja	10	4	3	3	3
		11	4	3	3	3
		12	4	3	3	3
	Jumlah		12	9	9	9
	Kemudahan pengoperasian	13	4	3	3	3
		14	4	4	3	3.5
	Jumlah		8	7	6	6.5
	Tingkat keamanan	15	4	3	4	3.5
		16	4	4	4	4
	Jumlah		8	7	8	7.5

Tabel 30. (Lanjutan) Data hasil validasi ahli media

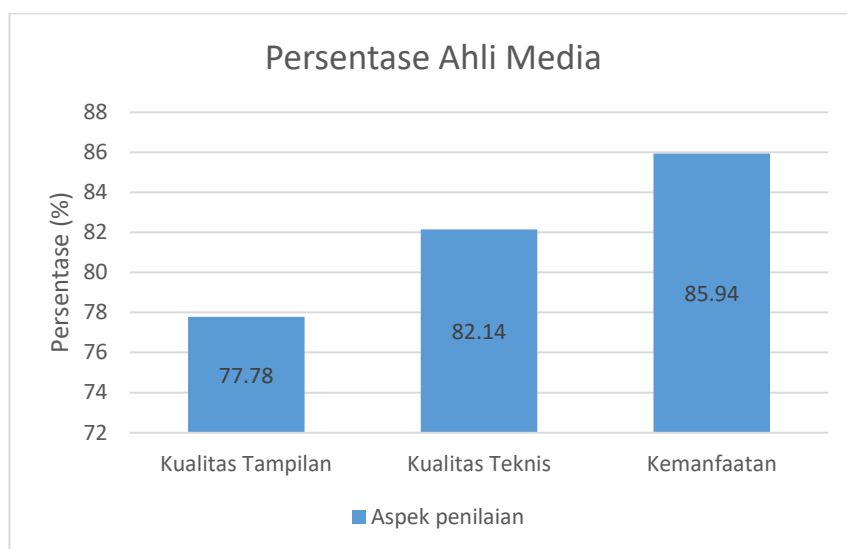
Aspek	Indikator	No Butir	Skor Maks	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor
Jumlah aspek kualitas teknis			28	23	23	23
Kemanfaatan	Merangsang kegiatan belajar siswa	17	4	4	4	4
		18	4	4	3	3.5
	Jumlah		8	8	7	7.5
	Meningkatkan motivasi belajar	19	4	3	3	3
		20	4	3	3	3
	Jumlah		8	6	6	6
	Meningkatkan keterampilan siswa	21	4	4	3	3.5
		22	4	4	3	3.5
	Jumlah		8	8	6	7
	Mempermudah proses pembelajaran	23	4	4	3	3.5
		24	4	4	3	3.5
	Jumlah		8	8	6	7
Jumlah aspek kemanfaatan			32	30	25	27.5
Jumlah Total			96	81	76	78.5
Persentase (%)			100	84.38	79.16	81.77

Setelah didapatkan hasil dari validasi ahli media, maka dihitung persentase kelayakan yang didapatkan dari aspek penilaian kualitas tampilan, kualitas teknis, kemanfaatan dan rerata ahli materi pada tabel di bawah.

Tabel 21. Persentase Hasil Validasi Media

No	Aspek Penilaian	Σ Skor Maks	Ahli 1	Ahli 2	Rerata skor	Persentase (%)
Ahli Media						
1	Kualitas Tampilan	36	28	28	28	77,78
2	Kualitas Teknis	28	23	23	23	82,14
3	Kemanfaatan	32	30	25	27.5	85,94
Rerata Ahli Media						81,77

Berdasarkan data Tabel 31, persentase kelayakan ahli media aspek tampilan, aspek teknis, aspek kemanfaatan dapat digambarkan pada diagram gambar berikut.



Gambar 24. Diagram Persentase Ahli Media

b) Saran perbaikan ahli media

Berikut saran dan komentar yang diberikan oleh ahli media:

Saran dari ahli media 1 Bapak Suprpto, S.Pd., M.T., Ph.D..

Tabel 22. Saran Ahli Media 1

No.	Saran Ahli Media
1	Keterangan pada gambar tidak detail
2	Gambar pada labsheet perlu diperbesar atau diperjelas

Saran dari ahli media 2 Bapak Ponco Wali Pranoto, M.Pd

Tabel 23. Saran Ahli Media 2

No.	Saran Ahli Media
1	Diberi fuse
2	Ditambah tutup untuk proses penyimpanan
3	Perbaikan label/stiker agar presisi dan rapi

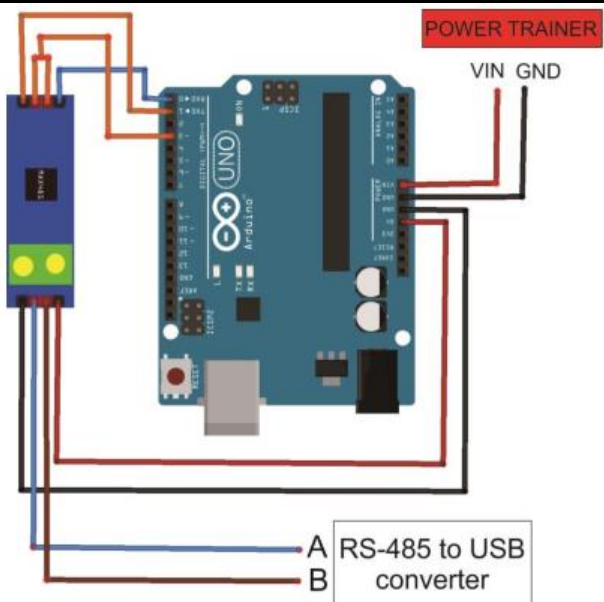
g. Hasil Revisi Media Pembelajaran

Revisi dilakukan sesuai dengan hasil saran validasi ahli materi dan validasi ahli media. Tidak semua revisi yang diberikan oleh Ahli matero dan Ahli media dilaksanakan. Revisi dilakukan sesuai dengan kemampuan dan waktu pengerjaan yang dibutuhkan. Berikut adalah hasil revisi ahli materi dan ahli media:

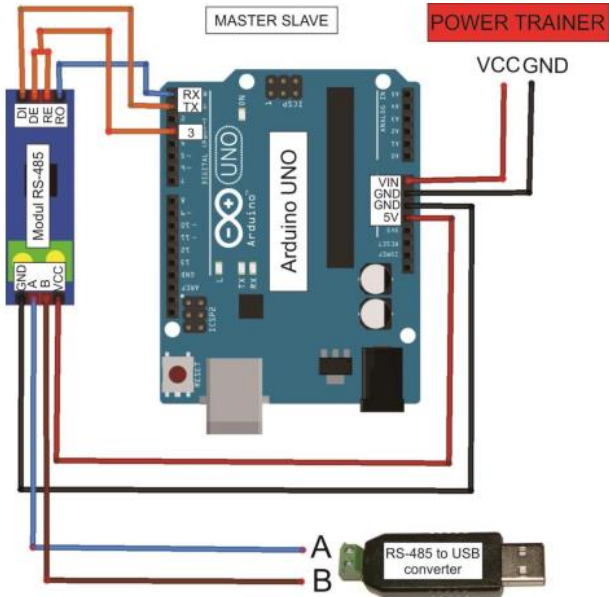
a) Hasil Revisi Ahli Materi

Revisi dari ahli materi dilakukan sesuai dengan kemampuan berdasarkan segi biaya dan waktu pengerjaan yang dibutuhkan. Berikut hasil revisi ahli materi yang dapat dilihat pada Tabel 34.

Tabel 24. Hasil revisi ahli materi

Revisi 1	
Sebelum Revisi	 <p>Gambar 11. Skema rangkaian baca data serial dengan komputer (Sumber: dokumen pribadi)</p>
Saran	Gambar harus jelas dengan notasi-notasi nya

Tabel 34. (Lanjutan) Hasil revisi ahli materi

<p>Hasil Revisi</p>	 <p>Gambar 14. Skema rangkaian baca data serial dengan komputer (Sumber: dokumen pribadi)</p>
<p>Revisi 2</p>	
<p>Sebelum Revisi</p>	<p>Teori dasar yang ada di <i>jobsheet</i> praktik</p>
<p>Saran</p>	<p>Materi selalu mengacu pada tujuan pembelajaran</p>
<p>Hasil Revisi</p>	<p>Hasil revisi adalah materi pada teori dasar disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang dicantumkan pada <i>jobsheet</i></p>
<p>Revisi 3</p>	
<p>Sebelum Revisi</p>	<p>Teori dasar yang ada di <i>jobsheet</i> praktik</p>
<p>Saran</p>	<p>Gunakan buku referensi yang lebih formal tentang komunikasi data</p>
<p>Hasil Revisi</p>	<p>Karena keterbatasan buku yang relevan maka penggunaan buku referensi yang lebih formal diterapkan pada beberapa point pada teori dasar seperti teori dasar komunikasi serial (asinkron)</p>
<p>Revisi 4</p>	
<p>Sebelum Revisi</p>	<p>Langkah kerja yang ada di <i>jobsheet</i> praktik</p>

Tabel 34. (Lanjutan) Hasil revisi ahli materi

Saran	Urutan langkah kerja praktek mohon diperhatikan jangan sampai mengulang hal/langkah yang sudah dilakukan (redundant)
Hasil Revisi	<p>Hasil revisi adalah dengan memberikan halaman yang ada pada <i>manual book</i> untuk mengurangi langkah kerja yang sudah dilakukan, seperti gambar berikut:</p> <p>13. Sambungkan kabel USB Arduino pada USB PC/laptop anda (dapat dilihat di manual book halaman 21).</p> <p>14. Sambungkan RS-485 to USB converter pada USB PC/laptop anda (dapat dilihat di manual book halaman 27).</p>
Revisi 5	
Sebelum Revisi	Tidak ada materi baudrate pada teori dasar di <i>jobsheet</i> praktik
Saran	Perlu adanya penambahan materi tentang baudrate
Hasil Revisi	<p>b. Baudrate</p> <p>Baudrate mengindikasikan seberapa cepat data dikirim melalui komunikasi serial dengan satuan bit-per-second (bps) atau bit per detik. Bit per detik ini mengartikan bahwa berapa bit data dapat ditransfer setiap detiknya. Nilai baudrate dapat diatur dengan menggunakan standar kecepatan yang disediakan, diantaranya 1.200, 2.400, 4.800, 9.600, 19.200, 38.400, 57.600, dan 115.200 bps. Salah satu kecepatan yang paling umum digunakan adalah 9.600 bps. Semakin besar nilai baudrate, semakin tinggi kecepatan transfer. Namun demikian, karena komunikasi yang melibatkan sinyal elektrik dan proses sinkronisasi data sangat rentan dengan error dan derau, maka disarankan untuk tidak melebihi kecepatan 115.200 bps untuk komunikasi pada Arduino. Kecepatan baudrate antara device pengirim dan penerima harus sama untuk dapat berkomunikasi dengan baik, baudrate pada Trainer komunikasi data serial RS-485 dapat diatur melalui pemrograman Arduino IDE.</p> <p>(Sumber: https://tutorkeren.com/artikel/dasar-komunikasi-serial.htm)</p>
Revisi 6	
Sebelum Revisi	Gambar yang terdapat di <i>jobsheet</i> praktik
Saran	Pengaturan tataletak gambar berikut keterangannya
Hasil Revisi	Hasil revisi adalah merapikan tata letak gambar dan memperjelas keterangan gambar seperti pada revisi 1 ahli materi
Revisi 7	
Sebelum Revisi	Gambar yang terdapat di <i>jobsheet</i> praktik
Saran	Beberapa gambar yang harus diperjelas
Hasil Revisi	Hasil revisi adalah memperbesar gambar dan memperjelas keterangan gambar seperti pada revisi 1 ahli materi

Tabel 34. (Lanjutan) Hasil revisi ahli materi

Revisi 8	
Sebelum Revisi	F. LANGKAH KERJA 1. (PRAKTIK PERTAMA) 2. Buatlah rangkaian seperti blog diagram berikut.
Saran	Penggantian penomoran langkah kerja
Hasil Revisi	E. LANGKAH KERJA • (PRAKTIK PERTAMA) 1. Bacalah secara cermat manual book trainer komunikasi d 2. Buatlah rangkaian seperti blok diagram Gambar 6.

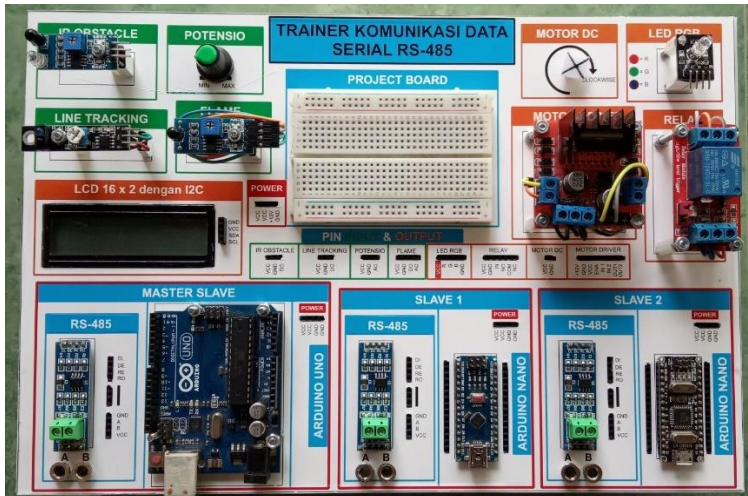
b) Hasil Revisi Ahli Media

Revisi dari ahli media dilakukan sesuai dengan kemampuan berdasarkan segi biaya dan waktu yang dibutuhkan. Tidak semua revisi yang diberikan oleh Ahli media dilaksanakan. Berikut hasil revisi ahli media yang dapat dikerjakan dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 25. Hasil revisi ahli media

Revisi 1	
Sebelum Revisi	Gambar yang terdapat di <i>jobsheet</i> praktik
Saran	Keterangan pada gambar tidak detail
Hasil Revisi	Hasil revisi adalah memperbesar gambar dan memperjelas keterangan gambar seperti pada revisi 1 ahli materi
Revisi 2	
Sebelum Revisi	Gambar yang terdapat di <i>jobsheet</i> praktik
Saran	Gambar pada labsheet perlu diperbesar atau diperjelas
Hasil Revisi	Hasil revisi adalah memperbesar gambar dan memperjelas keterangan gambar seperti pada revisi 1 ahli materi
Revisi 3	
Sebelum Revisi	Trainer komunikasi data serial RS-485 belum terdapat fuse

Tabel 35. (Lanjutan) Hasil revisi ahli media

Saran	Diberi fuse
Hasil Revisi	Saran dari ahli media belum dibuat, sehingga hasil revisi belum bisa ditampilkan
Revisi 4	
Sebelum Revisi	Trainer komunikasi data serial RS-485 belum memiliki tutup untuk proses penyimpanan
Saran	Ditambah tutup untuk proses penyimpanan
Hasil Revisi	Saran dari ahli media belum dibuat, sehingga hasil revisi belum bisa ditampilkan
Revisi 5	
Sebelum Revisi	Trainer komunikasi data serial RS-485
Saran	Perbaiki label/stiker agar presisi dan rapi
Hasil Revisi	<p>Hasil revisi adalah merapikan stiker yang belum presisi dan rapi seperti gambar berikut:</p> 

4. Implement (mengimplementasikan)

a. Hasil uji validitas instrumen

Instrumen yang telah dilakukan validasi instrumen oleh ahli selanjutnya diuji validitas tiap butir pertanyaan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui valid tidaknya butir instrumen untuk pengambilan data. Tabel 36 menunjukkan hasil uji validitas pada butir ke-1 instrumen.

Tabel 26. Hasil Uji Validitas Instrumen butir 1

No	Responden	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	Afrizal Wachid Sulistyawan	4	114	456	16	12996
2	R. Hidayah Balulu	4	104	416	16	10816
3	Frendy Febriantoro	3	92	276	9	8464
4	Amin Syukur	3	87	261	9	7569
5	Utami Nur Melyasari	3	92	276	9	8464
6	Rila Inda Belga	3	92	276	9	8464
7	Denny Ardi Yuda Pratama	3	97	291	9	9409
8	Fardiansyah Nur Aziz	3	78	234	9	6084
9	Muhammad Rofiq Banu AlFath	3	104	312	9	10816
10	Retno Oktaviana	2	84	168	4	7056
11	Herizal K	3	98	294	9	9604
12	Muhammad Zovi Zain	4	96	384	16	9216
13	Liesty Emelia	3	87	261	9	7569
14	Feri Candra Yunianto	3	89	267	9	7921
15	Wahyu Putradi	4	116	464	16	13456
16	Andi Ferano Herawan	3	85	255	9	7225
17	Rayana Jaka Surya	4	114	456	16	12996
18	Dwiki Gunawan	4	108	432	16	11664
19	Rizki Oki Tomy	4	109	436	16	11881
20	Chandra Pangestu Aji	4	99	396	16	9801
21	Adib Wicaksono	3	99	297	9	9801
22	M Alfian Azmi	4	108	432	16	11664
23	Lutfi Maulana V	4	104	416	16	10816
Σ		78	2256	7756	272	223752

Dari tabel di atas dapat diambil nilai sebagai berikut:

$$\begin{array}{ll}
 \Sigma X & = 78 \\
 \Sigma Y & = 2256 \\
 \Sigma XY & = 7756 \\
 \Sigma X^2 & = 272 \\
 \Sigma Y^2 & = 223752 \\
 N & = 23
 \end{array}$$

Valid atau tidak valid butir ke-1 instrumen dapat diketahui dengan mengkorelasikan skor butir (X) terhadap skor total (Y). Berikut adalah hasilnya:

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

$$r_{xy} = \frac{23 \times 7756 - (78)(2256)}{\sqrt{\{23 \times 272 - (78)^2\}\{23 \times 223752 - (2256)^2\}}}$$

$$r_{xy} = 0,774515206968394$$

Berdasarkan tabel nilai *r product moment* dengan jumlah $N = 23$ menggunakan taraf signifikan 5% maka *r* tabel yang digunakan 0,413. Instrumen dikatakan valid apabila nilai *r* hitung (r_{xy}) lebih dari atau sama dengan (\geq) *r* tabel. Berdasarkan hasil perhitungan butir ke-1 instrumen nilai *r* hitung 0,775 sehingga butir ke-1 valid karena $r_{xy} \geq 0,413$. Hasil perhitungan seluruh butir instrumen dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 27. Hasil Analisis Item Instrumen

Butir	R		Keterangan	Butir	R		Keterangan
	hitung	tabel			hitung	tabel	
1	0,775	0,413	Valid	16	0,706	0,413	Valid
2	0,745	0,413	Valid	17	0,772	0,413	Valid
3	0,524	0,413	Valid	18	0,664	0,413	Valid
4	0,634	0,413	Valid	19	0,699	0,413	Valid
5	0,363	0,413	Tidak valid	20	0,782	0,413	Valid
6	0,576	0,413	Valid	21	0,549	0,413	Valid
7	0,742	0,413	Valid	22	0,702	0,413	Valid
8	0,701	0,413	Valid	23	0,686	0,413	Valid
9	0,734	0,413	Valid	24	0,708	0,413	Valid
10	0,542	0,413	Valid	25	0,647	0,413	Valid

Tabel 37. (Lanjutan) Hasil Analisis Item Instrumen

Butir	R		Keterangan	Butir	R		Keterangan
	hitung	tabel			hitung	tabel	
11	0,613	0,413	Valid	26	0,694	0,413	Valid
12	0,783	0,413	Valid	27	0,706	0,413	Valid
13	0,732	0,413	Valid	28	0,551	0,413	Valid
14	0,583	0,413	Valid	29	0,780	0,413	Valid
15	0,813	0,413	Valid				

Hasil analisis item instrumen didapatkan butir instrumen tidak valid yaitu butir ke-5 dikarenakan $r_{hitung} < r_{tabel}$ yaitu $0,363 < 0,413$. Karena ketidak validan tersebut, butir instrumen ke-5 tidak dihitung untuk uji kelayakan pemakaian. Pengurangan butir instrumen dapat dilakukan karena butir yang dihilangkan masih mempunyai butir yang lain untuk mewakili indikator di dalam kisi-kisi.

b. Hasil uji reliabilitas instrumen

Pengujian reliabilitas instrumen menggunakan rumus alpha. Diketahui nilai n adalah 29, nilai $\Sigma \sigma_b^2$ adalah 8,58 dan nilai σ_t^2 adalah 112,17. Hasil pengujian reliabilitas menggunakan rumus alpha sebagai berikut:

$$r_i = \left(\frac{n}{(n-1)} \right) \left(1 - \frac{\Sigma \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right)$$

$$r_i = \left(\frac{29}{(29-1)} \right) \left(1 - \frac{8,58}{112,17} \right) = 0,956$$

Berdasarkan hasil pengujian reliabilitas r_i adalah 0,956 apabila disesuaikan dengan tabel terkait kategori koefisien reliabilitas maka instrumen termasuk dalam kategori reliabilitas **sangat tinggi** sehingga dapat dipercaya untuk digunakan.

c. Hasil uji coba penggunaan

Ujicoba penggunaan oleh responden atau mahasiswa semester 4 (16 mahasiswa) dan mahasiswa semester 8 (7 mahasiswa) program studi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik UNY. Sebelum melakukan pengujian penggunaan kepada mahasiswa instrumen penilaian telah dilakukan validasi instrumen oleh ahli instrumen. Berikut adalah persentase hasil uji coba responden.

Tabel 28. Persentase Hasil Responden (Mahasiswa)

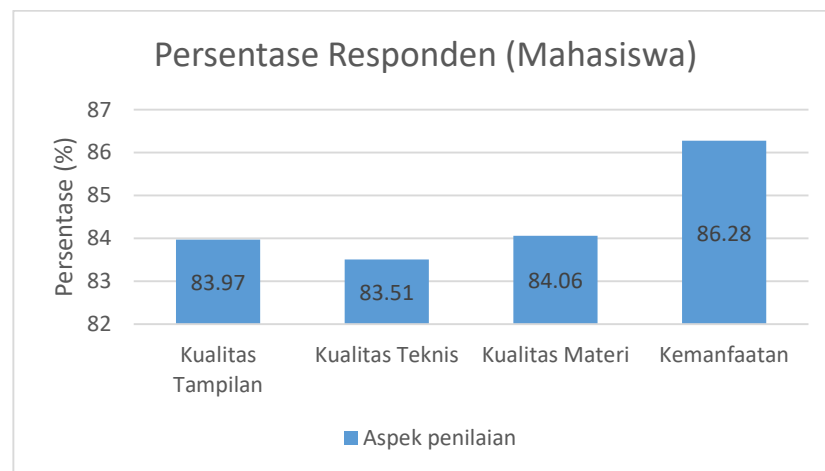
No	Responden	Rerata	Total	Skor Max	Persentase (%)
1	Afrizal Wachid Sulistyawan	3,96	111	116	95,69
2	R. Hidayah Balulu	3,61	101	116	87,07
3	Frendy Febriantoro	3,14	88	116	75,86
4	Amin Syukur	3,00	84	116	72,41
5	Utami Nur Melyasari	3,14	88	116	75,86
6	Rila Inda Belga	3,14	88	116	75,86
7	Denny Ardi Yuda Pratama	3,36	94	116	81,03
8	Fardiansyah Nur Aziz	2,68	75	116	64,66
9	Muhammad Rofiq Banu AlFath	3,61	101	116	87,07
10	Retno Oktaviana	2,89	81	116	69,83
11	Herizal K	3,39	95	116	81,90
12	Muhammad Zovi Zain	3,32	93	116	80,17
13	Liesty Emelia	3,00	84	116	72,41
14	Feri Candra Yunianto	3,07	86	116	74,14
15	Wahyu Putradi	4,00	112	116	96,55
16	Andi Ferano Herawan	2,93	82	116	70,69
17	Rayana Jaka Surya	3,93	110	116	94,83
18	Dwiki Gunawan	3,71	104	116	89,66
19	Rizki Oki Tomy	3,79	106	116	91,38
20	Chandra Pangestu Aji	3,39	95	116	81,90
21	Adib Wicaksono	3,43	96	116	82,76
22	M Alfian Azmi	3,71	104	116	89,66
23	Lutfi Maulana V	3,57	100	116	86,21
Jumlah (Σ)		77,79	2178	2668	81,63

Setelah didapatkan hasil uji coba responden, maka dihitung persentase yang didapatkan dari aspek penilaian kualitas tampilan, kualitas teknis, kualitas materi, kemanfaatan dan rerata responden pada tabel di bawah.

Tabel 29. Persentase Aspek Penilaian Responden (Mahasiswa)

No.	Aspek Penilaian	Σ Skor Maks	Rerata skor	Persentase (%)
1	Kualitas Tampilan	36	30.26	83.97
2	Kualitas Teknis	24	20.04	83.51
3	Kualitas Materi	24	20.17	84.06
4	Kemanfaatan	32	27.61	86.28
Jumlah		116	98.09	84.55

Berdasarkan tabel persentase aspek penilaian responden (mahasiswa) maka dapat dibuat diagram batang pada gambar berikut.

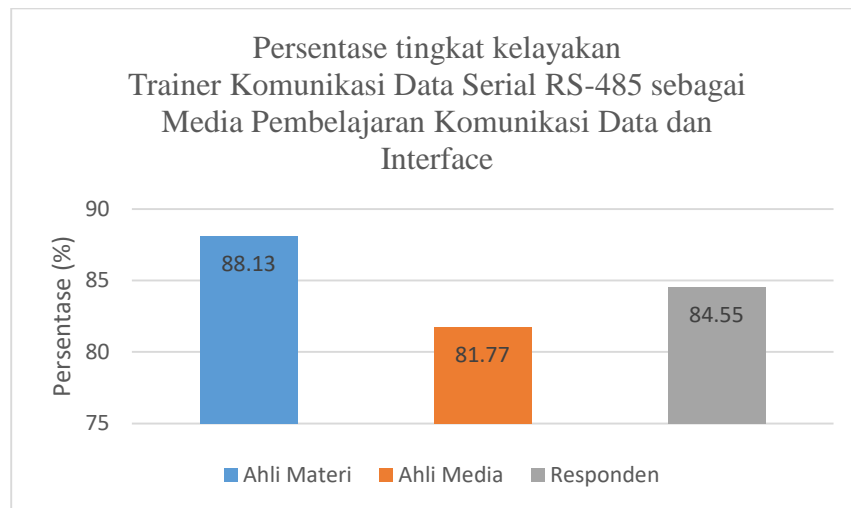


Gambar 25. Diagram Persentase Responden (Mahasiswa)

5. Evaluate (mengevaluasi)

Evaluate merupakan hasil akhir dari uji kelayakan oleh ahli materi, ahli media, dan responden (mahasiswa). Persentase kelayakan oleh ahli materi mendapatkan 88,13 %, oleh ahli media 81,77 %, dan dari responden atau pengguna 84,55 %. Dapat dikatakan trainer komunikasi data serial RS-485

sangat layak menjadi media pembelajaran pada mata kuliah komunikasi data dan interface. Hasil dari persentase evaluasi kelayakan dapat dilihat pada diagram Gambar 48.



Gambar 26. Diagram Evaluasi Persentase Kelayakan

B. Pembahasan Hasil Penelitian

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

1. Merancang Trainer Komunikasi Data Serial RS-485 sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface* di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik UNY.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam merancang Trainer Komunikasi Data Serial RS-485 terdiri dari: (1) kebutuhan pengembangan, (2) Desain *box* trainer, (3) Desain sticker trainer, (4) Desain *manual book* trainer, (5) Desain *jobsheet* praktikum. Hasil rancangan Trainer Komunikasi Data Serial RS-485 terdiri dari blok *input*, blok proses, dan blok *output*. Blok *input* terdiri dari komponen sensor *line tracking*, sensor IR *obstacle*,

potensiometer dan sensor *flame*. Blok proses terdiri dari Arduino Uno dan Nano. Blok *output* terdiri dari motor driver, relay, motor DC, LED RGB, dan LCD 16 x 2 dengan I2C. Komponen yang digunakan sebagai media komunikasi RS-485 pada trainer adalah modul RS-485.

2. Mengimplementasikan rancangan Trainer Komunikasi Data Serial RS-485 sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface* di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY.

Trainer diuji kinerja dengan cara pengujian produk untuk mengetahui tingkat persentase (%) error pada tiap komponen penyusun Trainer Komunikasi Data Serial RS-485. Hasil pengujian produk didapatkan komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

Trainer Komunikasi Data Serial RS-485 dapat diimplementasikan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface* dengan dilengkapi *manual book* dan *jobsheet*. *Manual book* berisi panduan penggunaan Trainer Komunikasi Data Serial RS-485. *Jobsheet* berisi lembar kerja praktikum Trainer Komunikasi Data Serial RS-485 yang terdiri dari 3 *jobsheet* disesuaikan dengan silabus mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface*. *Jobsheet* terdiri dari *jobsheet* 1 dengan judul Transfer Data Serial RS-485 (Asinkron), *jobsheet* 2 dengan judul Pengolahan Data Serial RS-485 (Datalogger), dan *jobsheet* 3 dengan judul Master-Slave Arduino Serial RS-485.

3. Mengetahui tingkat kelayakan trainer Komunikasi Data Serial RS-485 sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface* di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY.

a) Tingkat kelayakan oleh Ahli Materi

Uji kelayakan oleh dua orang ahli materi untuk melihat kelayakan materi pada media pembelajaran. Aspek yang dinilai meliputi kualitas materi dan kemanfaatan. Hasil persentase aspek kualitas materi 86,72% dan persentase aspek kemanfaatan 93,75%. Hasil persentase rerata ahli materi adalah 88,13% dengan kategori Sangat Layak.

b) Tingkat kelayakan oleh Ahli Media

Uji kelayakan oleh dua orang ahli media untuk melihat kelayakan media pada media pembelajaran. Aspek yang dinilai meliputi kualitas tampilan, kualitas teknis, dan kemanfaatan. Hasil persentase aspek kualitas tampilan 77,78%, persentase aspek kualitas teknis 82,14%, dan persentase aspek kemanfaatan 85,94%. Hasil persentase rerata ahli media adalah 81,77% dengan kategori Sangat Layak.

c) Uji coba oleh responden

Hasil uji coba oleh responden dengan aspek yang dinilai meliputi kualitas tampilan, kualitas teknis, kualitas materi, dan kemanfaatan. Hasil persentase aspek kualitas tampilan 83,97%, persentase aspek kualitas teknis 83,51%, persentase kualitas materi 84,06% dan persentase aspek kemanfaatan 86,28%. Hasil persentase rerata pendapat responden adalah 84,55% dengan kategori Sangat Layak.

C. Keterbatasan Penelitian dan Produk

Penelitian dan produk yang dikembangkan tidak terlepas dari adanya keterbatasan, berikut adalah keterbatasan penelitian dan produk yang dihasilkan:

1. Produk trainer, *manual book* dan *jobsheet* praktikum yang dibuat masih terbatas, namun dapat diatasi dengan membagikan *softfile manual book* dan *jobsheet* praktik pada responden.
2. Pengembangan trainer masih terbatas dengan kompetensi yang ada pada silabus mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface*.
3. Revisi produk yang diberikan oleh ahli materi dan ahli media tidak semua diperbaiki sesuai dengan saran ahli.