

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian ini *Research and Development* (penelitian dan pengembangan) untuk mendapatkan tingkat kelayakan dari media pembelajaran Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik untuk mata kuliah sensor dan transduser. Prosedur pengembangan yang dilakukan terbagi menjadi 5 bagian yaitu : 1) Analisis (*Analysis*) , 2) Desain (*Design*) , 3) Pengembangan (*Development*), 4) Implementasi (*Implementation*), 5) Evaluasi (*Evaluation*). Berikut ini merupakan penjelasan dari tiap tahapan tersebut.

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tujuan dari tahap analisis yaitu untuk menganalisa kemungkinan penyebab dari kesenjangan kinerja peserta didik. Peneliti melakukan observasi langsung dan wawancara pada kelas praktik sensor dan transduser di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY. Berikut ini hasil dari kegiatan observasi yaitu:

- a. Minat mahasiswa dalam mengikuti mata kuliah sensor dan transduser yang masih rendah.
- b. Trainer sensor dan transduser yang kurang aplikatif pada dunia robotika maupun industri.
- c. Belum adanya media pembelajaran sensor dan transduser Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik.

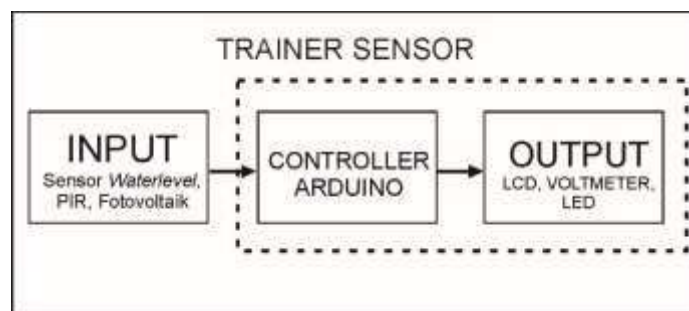
Berdasarkan analisis di atas maka media yang akan dikembangkan adalah media pembelajaran Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik yang digunakan pada

mata kuliah praktik sensor dan tranduser. Media pembelajaran tersebut diharapkan dapat membantu dalam memenuhi kebutuhan praktikum mata kuliah sensor dan tranduser.

2. Tahap Desain (*Design*)

Tujuan pada tahap desain bertujuan menentukan rencana yang akan dilakukan setelah mendapat data hasil dari observasi. Tahapan desain terbagi menjadi desain tata letak komponen dan desain produk yang akan dikembangkan.

Berdasarkan dari hasil analisa, media pembelajaran sensor dan tranduser yang dibutuhkan adalah media yang komunikatif, dan aplikatif sehingga dapat menggambarkan di dunia indutri maupun robotika. Media yang akan dikembangkan berupa trainer Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik. Trainer yang dibuat juga bersifat universal sehingga dapat digunakan untuk praktikum beberapa sensor lain. Trainer tersebut terdiri dari modul utama, *step down*, *controler*, *project board*, *output*. Gambar diagram blok dari media pembelajaran yang akan dikembangkan dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Blok Media Pembelajaran

Berdasarkan rancangan diagram blok di atas , sesudahnya dilanjutkan pada tahap desain tata letak komponen. Pembuatan tata letak komponen disamakan

dengan fungsi utama dari masing-masing komponen sehingga dapat berfungsi dengan maksimal.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan dalam penelitian ini terbagi dari tiga tahapan yang meliputi (a) analisis kebutuhan, (b) pembuatan trainer sensor, dan (c) uji kelayakan media dan materi.

a. Analisis kebutuhan

Penyesuaian dilakukan antara analisis kebutuhan komponen dengan hasil desain produk yang sudah dilakukan sebelumnya. Seperti pada gambar diagram blok di Gambar 7, media pembelajaran yang akan dikembangkan terdiri dari input berupa Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik, untuk kontrolernya menggunakan Arduino Uno. Pada bagian *output* digunakan beberapa komponen diantaranya lcd, voltmeter dan led indikator. Media pembelajaran ini memerlukan sumber tegangan 12 volt dan 5 volt untuk digunakan sebagai sumber tegangan pada beberapa komponen. Sumber tegangan yang akan digunakan pada media ini berupa *power supply* 12 volt dan *stepdown* DC-DC untuk menurunkan sumber tegangan menjadi 5 volt. Komponen yang dibutuhkan pada media pembelajaran sensor yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Komponen Trainer Sensor

No.	Komponen	Type	Jumlah
1.	Power Supply	12V 3A	1
2.	Stepdown DC-DC	LM2596	1
3.	Saklar ON/OFF	-	1
4.	Jack DC	-	1
5.	Konektor XT	XT-60	1
6.	Arduino	Arduino Uno	1
7.	Sensor <i>Waterlevel</i>	K-0135	1
8.	Sensor PIR	HC-SR501	1
9.	Sensor Fotovoltaik	0,6 W / 6V	1
10.	Project board	-	1
11.	LCD 16 x 2	Green Backlight	1
12.	I2C	-	1
13.	Voltmeter DC	0-100V DC	1
14.	LED	Superbright	16
15.	Resistor	470 ohm	16
16.	Pin Header	Female	4
17.	Pin Sisir	Male	3
18.	Terminal Block	2 dan 3 output	3

b. Pembuatan Trainer Sensor

Tahap pembuatan trainer sensor terdiri dari lima tahap, meliputi (1) perancangan media, (2) pembuatan media, (3) pengujian media, dan (4) pembuatan buku petunjuk untuk mahasiswa, (5) pembuatan buku petunjuk untuk dosen.

Berikut ini penjelasan dari masing-masing tahapannya:

1) Perancangan Media

Proses perancangan media terdiri dari dua perancangan yaitu perancangan elektronik dan perancangan *hardware*. Pembuatan elektronik terbagi menjadi perancangan desain komponen indikator, terminal pada trainer, desain skema Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik. Proses ini dilakukan menggunakan *software Eagle 9.2*. sedangkan pada perancangan *hardware* meliputi desain tata

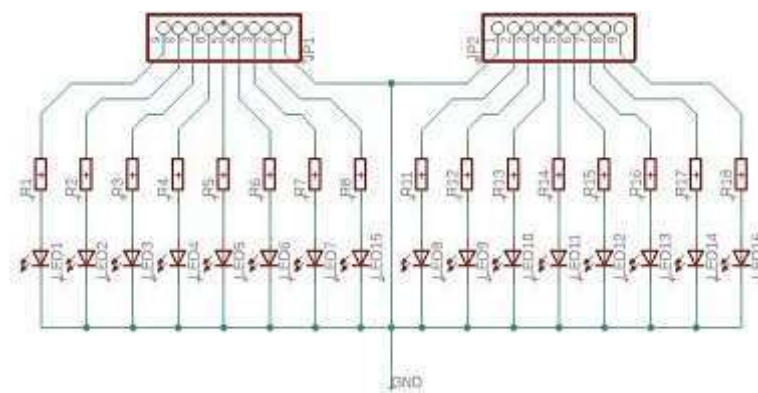
letak komponen, desain box trainer serta desain bagian atas trainer menggunakan corel X8.

a) Komponen Indikator

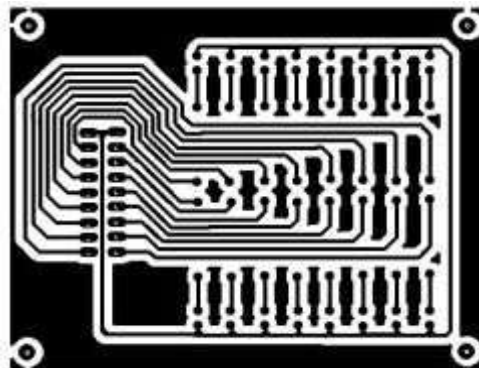
Komponen Indikator terdiri dari led *superbright*, resistor dan pin *header*.

Gambar 8 menunjukkan skematik dari komponen indikator pada trainer sedangkan

Gambar 9 merupakan desain *layout* PCB dari rangkaian komponen indikator.



Gambar 8. Desain Skematik Led Indikator

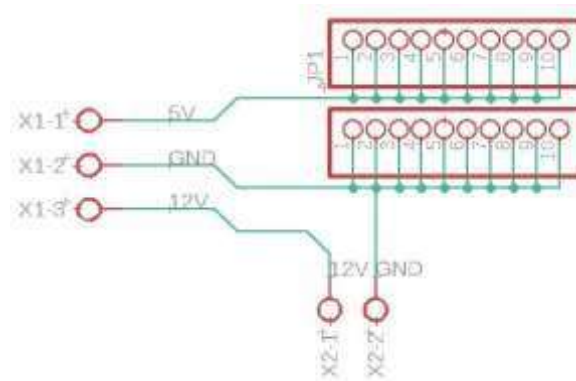


Gambar 9. Desain *Layout* Led Indikator

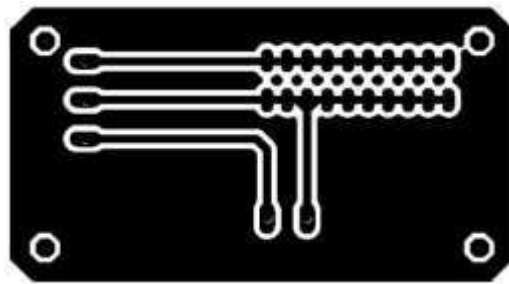
b) Komponen Terminal

Komponen terminal ini sebagai pembagi tegangan 5 Volt dari modul *stepdown*. *Block* terminal dibuat agar trainer sensor dapat menyediakan sumber tegangan $\pm 5V$ DC dengan stabil dalam jumlah yang banyak. Gambar 10

menunjukkan skematik dari komponen terminal pada trainer, sedangkan Gambar 11 merupakan desain *layout* PCB dari rangkaian komponen terminal.



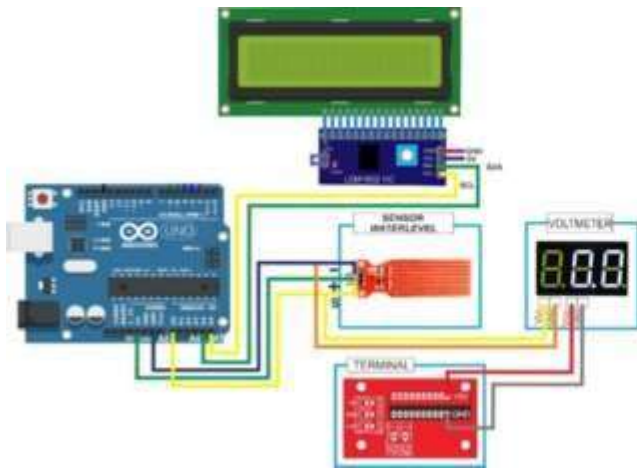
Gambar 10. Desain Skematik Blok Terminal



Gambar 11. Desain *Layout* Blok Terminal

c) Rangkaian Sensor *Waterlevel*

Modul sensor *Waterlevel* mempunyai dua sinyal keluaran yaitu analog dan digital. Data analog dikeluarkan melalui pin S sedangkan data digital dikeluarkan melalui pin S pula dengan pembacaan melalui program ADC converter. Kedua data ini dibaca menggunakan bantuan mikrokontroler Arduino Uno atau langsung menggunakan voltmeter DC untuk menampilkan nilai tegangan keluaran dari sensor. berikut rangkaian untuk membaca data analog dan digital dari sensor:

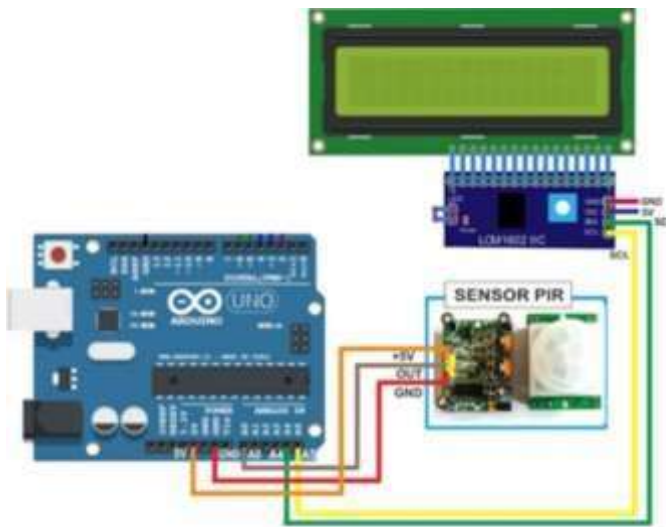


No	Port Arduino	I2C LCD	Voltmeter	Terminal Blok	Waterlevel
1	5V				+
2	GND				-
3	A0				S
4	A4	SDA			
5	A5	SCL			
6		GND		GND	
7		5V		5V	
8			Vin		S
9			GND		-
10			VCC	5V	
11			GND	GND	

Gambar 12. Rangkaian Sensor *Waterlevel*

d) Rangkaian Sensor PIR

Modul Sensor PIR memiliki keluaran data digital yaitu 1 atau 0. Data digital ini berasal dari pin OUT, data yang dibaca menggunakan bantuan mikrokontroler Arduino Uno. Berikut rangkaian untuk membaca data digital sensor PIR:

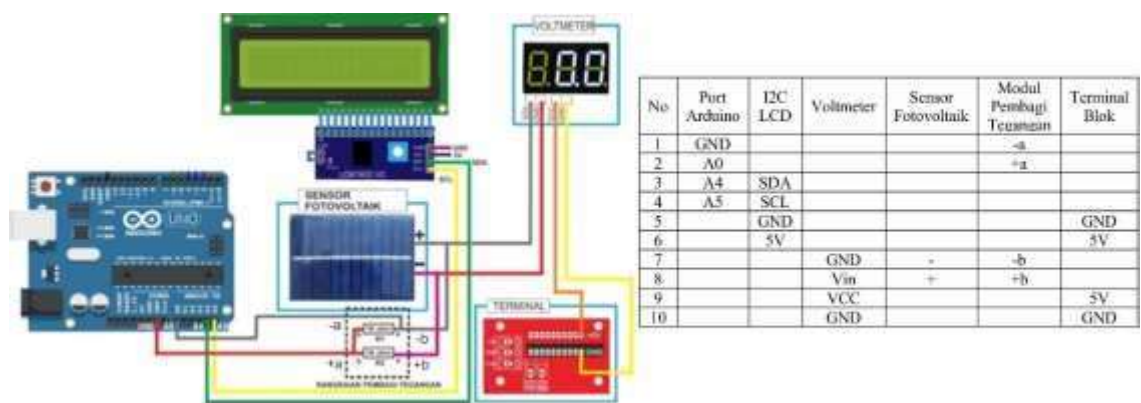


No	Port Arduino	I2C LCD	Sensor PIR	Terminal Blok
1	5V		+	
2	GND		-	
3	A0		OUT	
4	A4	SDA		
5	A5	SCL		
6		GND		GND
7		5V		5V

Gambar 13. Rangkaian Sensor PIR

e) Rangkaian Fotovoltaik

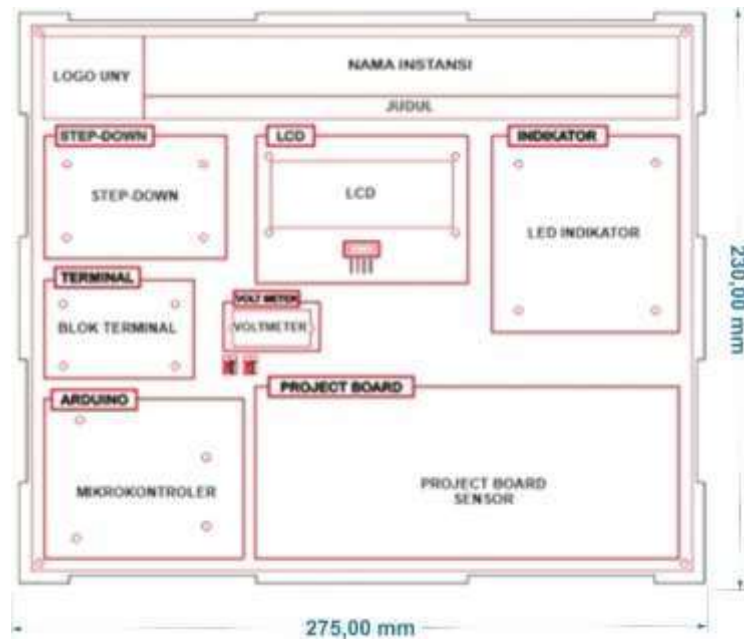
Modul sensor Fotovoltaik mempunyai dua sinyal keluaran yaitu analog dan digital. Data analog dikeluarkan melalui pin (+) sedangkan data digital dikeluarkan melalui pin (+) pula dengan pembacaan melalui program ADC converter. Kedua data ini dibaca menggunakan bantuan mikrokontroler Arduino Uno atau langsung menggunakan voltmeter DC untuk menampilkan nilai tegangan keluaran dari sensor. berikut rangkaian untuk membaca data analog dan digital dari sensor:



Gambar 14. Rangkaian Digital Fotovoltaik

f) Desain Tata Letak Komponen

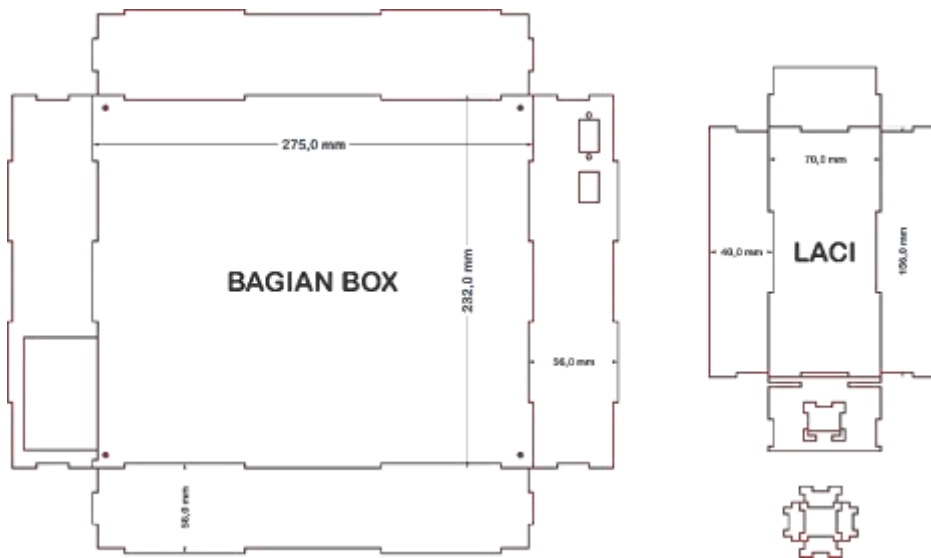
Desain tata letak pada komponen media yang dikembangkan dibuat peneliti dengan memperhatikan kebutuhan komponen yang akan digunakan. Media trainer yang dikembangkan diharapkan dapat digunakan tidak hanya Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik, maka peletakan sensor tidak dibuat permanen melainkan menggunakan media *project board* sehingga media tersebut dapat digunakan untuk praktikum sensor yang lain. Untuk praktikum maka peneliti sudah menyamakan antara warna kabel dan gambar rangkaian. Pada desain tata letak komponen terdiri dari judul media pembelajaran, tempat *stepdown*, tempat terminal, tempat Arduino Uno, tempat LCD, tempat voltmeter, tempat indikator dan tempat *project board*.



Gambar 15. Desain Tata Letak Komponen pada Media Pembelajaran

g) Desain Box

Box pada media ini digunakan untuk menopang tata letak komponen serta digunakan sebagai tempat penyimpanan kabel dan sensor. Desain Box media dibuat dengan bantuan *software* Coreldraw X8. Bahan yang digunakan dalam pembuatan box adalah akrilik berwarna putih susu dengan ketebalan 3mm. Ukuran box yang dibuat memiliki dimensi panjang 27,5 cm, lebar 23 cm, tinggi 5,6 cm. Pada box tersebut terdapat tempat untuk meletakkan *power supply* dan laci sebagai tempat penyimpan kabel dan sensor. Desain box dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Desain Box dan Laci Media Pembelajaran

h) Desain Bagian Atas Media

Bagian atas pada media yang dikembangkan diberi blok warna dengan bantuan jasa printing. Bahan yang digunakan untuk bagian atas trainer adalah akrilik bening dengan ketebalan 3 mm. Pemberian warna tersebut dilakukan untuk memberikan keterangan pada setiap komponen yang ada pada media. Pemberian warna juga dapat menambah nilai estetika media pembelajaran tersebut sehingga dapat menarik minat belajar mahasiswa. Desain bagian atas media yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Desain Bagian Depan Box

2) Pembuatan Media

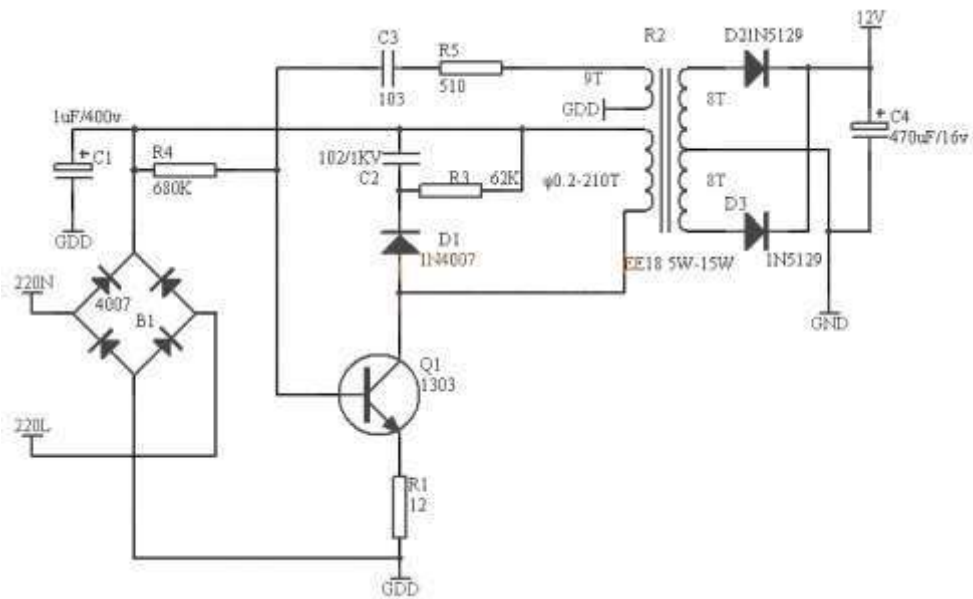
Pembuatan media trainer sensor terdiri dari dua tahapan yang meliputi pembuatan bagian elektronik dan pembuatan bagian *hardware box*. Proses pembuatan elektronik meliputi pembuatan jalur pada PCB dan pemasangan komponen elektronik pada jalur PCB. Pada tahap pembuatan box trainer menggunakan bantuan jasa *laser cutting* agar bahan *box* dapat terpotong rapi sesuai dengan desain.. Berikut ini merupakan tahapan pembuatan media yang dikembangkan:

a) Elektronik

(1) Bagian *Power Supply* dan Converter AC to DC

Power Supply pada media pembelajaran *trainer* menggunakan kabel power dengan sumber tegangan AC 220 Volt. Kemudian power supply dihubungkan pada modul converter tegangan yang berfungsi merubah tegangan sumber 220 Volt AC

menjadi tegangan 12 Volt DC. Pada bagian power supply 220 Volt AC terdapat saklar yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan trainer ketika digunakan saat praktikum. Rangkaian *Power Supply* dan *Converter AC to DC* dapat dilihat di Gambar 18. Hasil perakitan dari bagian *Power Supply* dan *Converter AC to DC* dapat dilihat di Gambar 19.



Gambar 18. Rangkaian *Power Supply* dan *Converter AC to DC*

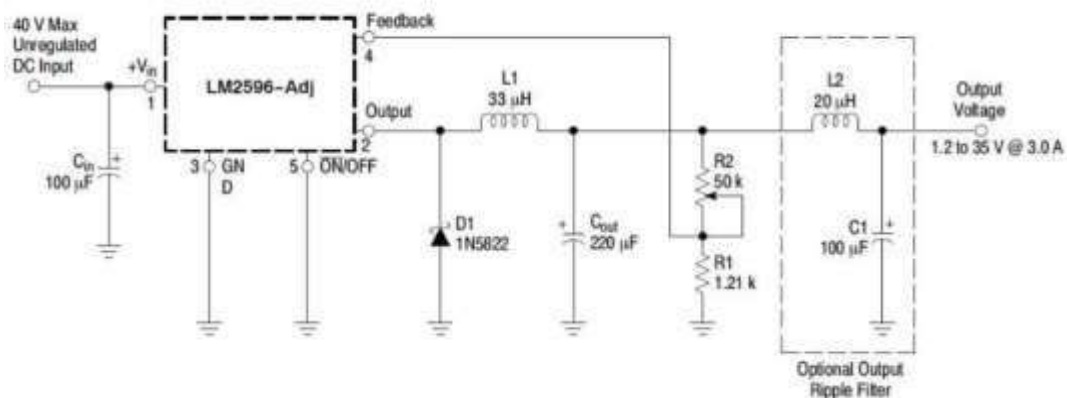
(Sumber : <http://belajarelektronika.net>)



Gambar 19. Bagian *Power Supply* dan *Converter AC to DC*

(2) Bagian *Stepdown* atau *Converter* DC to DC

Step down pada media pembelajaran trainer berfungsi untuk menurunkan tegangan sebesar 12 volt yang dihasilkan modul converter AC to DC menjadi 5 volt DC. Bagian utama pada modul step down yaitu IC LM2596 yang dapat merubah sumber tegangan DC menjadi DC dan dapat diatur menggunakan potensiometer. Pada modul step down terdapat sebuah modul 7 segment yang berfungsi menampilkan hasil konversi tegangan modul. Sumber modul step down didapat dari modul converter AC to DC yang dihubungkan menggunakan XT 60 agar mudah untuk dibongkar dan pasang. Berikut ditunjukkan pada Gambar 20. Rangkaian *Stepdown* dan *Converter* AC to DC. Modul step down LM2596 ditunjukkan pada Gambar 21.



Gambar 20. Rangkaian *Stepdown* atau *Converter* DC to DC

(Sumber : <http://pulangore.com>)



Gambar 21. Modul *Stepdown* pada Media Pembelajaran

(3) Bagian Kontrol dan Penampil Data

Bagian kontrol yang terdapat pada media ini adalah mikrokontroler Arduino Uno. Arduino Uno memiliki 6 pin analog dan 14 pin digital. Bagian keluaran serta penampil data yang digunakan pada media ini terdiri dari lcd 16x2, voltmeter dan led indikator. Lcd yang terdapat pada media ini sudah terhubung dengan modul I2C. Hal ini dilakukan supaya dapat menghemat penggunaan pin pada Arduino Uno. Jumlah pin yang dibutuhkan lcd agar dapat berkomunikasi dengan Arduino adalah 6 pin, kemudian jika menggunakan bantuan modul I2C hanya membutuhkan 4 pin. Voltmeter yang digunakan dapat mengukur tegangan 0-100 V DC, sedangkan led indikator yang digunakan terdiri dari 8 led *superbright* berwarna biru dan 8 led *superbright* berwarna – warni. Bagian kontroler dapat dilihat pada Gambar 22. dan penampil data pada media pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 22. Bagian Kontroler



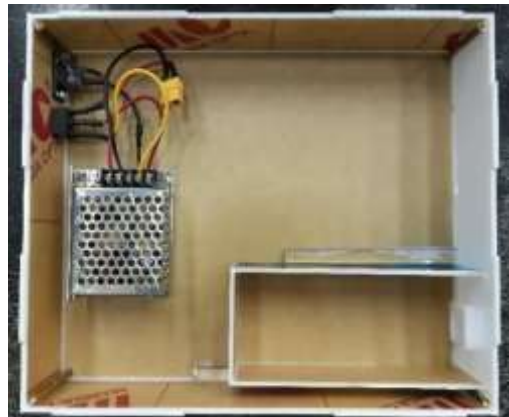
Gambar 23. Bagian Penampil Data

b) *Hardware*

Pembuatan media pada bagian *hardware* meliputi pembuatan box media, *printing* bagian atas box, serta pemasangan komponen elektronik.

(1) Box Media Pembelajaran

Box media pembelajaran terbuat dari bahan akrilik dengan ketebalan 3 mm. Ukuran boks yang dibuat memiliki dimensi panjang 27,5cm, lebar 23cm, tinggi 5,6cm. Proses pemotongan akrilik menggunakan jasa *cutting* agar hasilnya lebih rapi dan akurat. Pada box terdapat tempat untuk meletakkan *power supply* dan laci sebagai tempat penyimpanan kabel dan sensor. Realisasi peletakan box dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 24. Realisasi Peletakan Box

(2) Pewarnaan (*printing*)

Proses pewarnaan (*printing*) pada bagian atas media pembelajaran dilakukan dengan bantuan jasa *printing*. Dengan dilakukannya proses *printing* diharapkan media pembelajaran dapat menarik perhatian mahasiswa serta dapat memperjelas keterangan dalam setiap komponennya. Bahan yang digunakan yaitu akrilik bening dengan ketebalan 3mm. Pewarnaan dilakukan dibagian sisi dalam

akrilik agar warna tidak mudah mengelupas dan lebih tahan lama. Gambar 25 merupakan gambar akrilik yang sudah dilakukan proses *printing*.



Gambar 25. Realisasi Pewarnaan

3) Pengujian Media

Pengujian pada tahap awal dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui kinerja dari media pembelajaran yang sudah dibuat. Tahap ini dilakukan sebelum mengujikan media pembelajaran kepada para ahli dan pengguna. Pengujian dilakukan pada setiap komponen yang terdapat pada media pembelajaran. Berikut ini hasil dari pengujian yang dilakukan peneliti:

a) Pengujian *Stepdown*

Modul *stepdown* digunakan untuk menurunkan tegangan 11,6V DC dari power supply menjadi 5 V DC yang akan dihubungkan pada blok terminal. *Stepdown* yang digunakan sudah dalam bentuk modul dengan jenis LM2596. Modul ini bersifat *adjustable* dengan rentang keluaran 1,3V - 37V DC. Pada media ini, keluaran *stepdown* diatur pada 5V DC dengan nilai input 11,6V DC. Pengaturan pada tegangan 5V dipilih karena semua sensor yang dipraktikan membutuhkan

tegangan sumber 5V DC. Modul *stepdown* bekerja dengan baik apabila modul tersebut dapat diatur pada rentang 1,3V – 37V dengan kondisi stabil. Nilai keluaran dapat dilihat pada 7 segmen yang terdapat pada modul *stepdown* tersebut.



Gambar 26. Pengujian Modul *Step-down*

Tabel 9. Hasil Pengujian Modul *Step-down*

Percobaan	Tegangan Input (VDC)	Tegangan Output (VDC)
Percobaan 1	11,6	4,9
Percobaan 2	11,5	4,9
Percobaan 3	11,4	5
Percobaan 4	11,6	5
Percobaan 5	11,6	4,9
Percobaan 6	11,6	4,9
Percobaan 7	11,6	5

b) Pengujian *Port* Terminal

Port terminal pada media ini mempunyai fungsi sebagai supply tegangan 5V untuk beberapa komponen seperti sensor, lcd dan voltmeter. Selain itu port terminal juga dijadikan sumber arduino dengan tegangan 11,6 V. Berikut ini pengujian *port* terminal dengan cara mengecek satu persatu pin menggunakan voltmeter.



Gambar 27. Pengujian Port Terminal

Tabel 10. Hasil Pengujian Port Terminal

No	Pin	Tegangan Voltmeter (VDC)	Kondisi
1	ke-1	4,61	Baik
2	ke-2	4,69	Baik
3	ke-3	4,63	Baik
4	ke-4	4,69	Baik
5	ke-5	4,66	Baik
6	ke-6	4,61	Baik
7	ke-7	4,69	Baik
8	ke-8	4,61	Baik
9	ke-9	4,63	Baik
10	ke-10	4,69	Baik
11	Out +12	11,6	Baik

c) Pengujian LCD

Pengujian lcd dilakukan dengan meng-*upload* program sederhana pada Arduino Uno menggunakan aplikasi Arduino IDE. Konektivitas antara Arduino Uno dengan lcd menggunakan bantuan modul I2C. Modul I2C ini memberikan efisiensi terhadap penggunaan pin pada Arduino, karena pin yang diperlukan hanya 4 yaitu SDA, SCL, Vcc dan *Ground*. Pada pengujian lcd, hal yang perlu diatur pada lcd yaitu kontras, caranya dengan memutar potensio yang terdapat di belakang lcd sampai karakter yang diinginkan muncul jelas. Berikut ini hasil dari uji coba lcd

16x2 dengan kode program sederhana LCD i2C menampilkan kalimat “TEST LCD i2C Trainer Sensor”.



Gambar 28. Pengujian LCD 16x2

Program sederhana LCD i2C:

```
#include
<LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,
16, 2);
void setup() {
  lcd.begin();
}
void loop(){
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("TEST LCD i2C");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Trainer
Sensor");
}
```

d) Pengujian Indikator

Blok indikator berisi susunan led dengan konfigurasi blok A memiliki susunan led berwarna biru dan blok B memiliki susunan led berwarna-warni. Pengujian blok indikator dilakukan dengan cara mengecek satu persatu led menggunakan multimeter. Multimeter diatur pada bagian pengukuran hambatan, kemudian *probe* positif diarahkan pada kaki anoda led sedangkan *probe* negatif diarahkan pada kaki katoda led. Hasil dari pengecekan led pada blok indikator dapat dilihat pada Tabel 11.



Gambar 29. Pengujian Blok Led Indikator

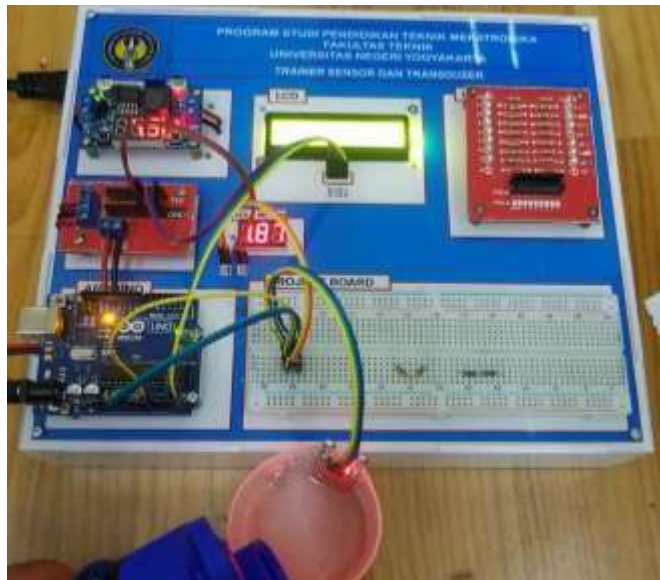
Tabel 11. Hasil Pengujian Blok Led Indikator

No	LED	Kondisi
1	Led A1	Menyala
2	Led A2	Menyala
3	Led A3	Menyala
4	Led A4	Menyala
5	Led A5	Menyala
6	Led A6	Menyala
7	Led A7	Menyala
8	Led A8	Menyala
9	Led B9	Menyala
10	Led B10	Menyala
11	Led B11	Menyala
12	Led B12	Menyala
13	Led B13	Menyala
14	Led B14	Menyala
15	Led B15	Menyala
16	Led B16	Menyala

e) Pengujian Sensor *Waterlevel*

Pada pengujian sensor *Waterlevel* dilakukan dengan merakit sensor dengan Arduino Uno serta voltmeter, dan memprogram Arduino Uno menggunakan *software* Arduino IDE. Program yang diberikan ke Arduino Uno berisi perintah untuk menampilkan nilai ADC tiap pin serta menampilkan nilai tegangan keluaran

masing-masing pin berdasarkan rumus teori. Pada pin S pada sensor *Waterlevel* di hubungkan ke voltmeter untuk mengetahui tegangan output. Tegangan yang terdapat pada LCD berdasarkan rumus teori dan tegangan pada voltmeter dibandingkan sehingga mendapatkan nilai *error*. Berikut pengujian yang sudah dilakukan di Gambar 30. dan hasil pengujian terdapat di Tabel 12.



Gambar 30. Pengujian Sensor *Waterlevel*

Tabel 12. Percobaan Nilai ADC Sensor *Waterlevel*

No	Ketinggian Air (cm)	P1 2 menit	P2 1 menit	P3 30 detik	P4 20 detik	P5 10 detik	Rata-rata
1	0,5	363	350	326	333	358	346
2	1	435	405	416	463	530	450
3	1,5	462	439	488	493	535	483
4	2	480	468	513	524	545	506
5	2,5	515	486	548	550	560	532
6	3	517	518	560	570	570	547
7	3,5	552	538	580	577	584	566
8	4	580	558	602	628	590	592

Pada percobaan nilai ADC ini digunakan untuk menentukan nilai maksimal dan minimal dalam sensor *Waterlevel* dan didapatkan nilai minimal yaitu 346 dan nilai maksimal 592.

Tabel 13. Hasil Pengujian Sensor *Waterlevel*

No	Posisi Sensor pada Air	Ketinggian Air (cm)	Ketinggian Air di LCD (cm)	Nilai ADC
1	Rendah	1,5	1,7	489
2	Tengah	2	2,1	524
3	Tinggi	3,5	3,6	570

f) Pengujian Sensor PIR

Pada pengujian sensor (*Passive Infrared Receiver*) dilakukan dengan merangkai sensor dengan Arduino Uno menggunakan *software* Arduino IDE. Program yang diberikan ke Arduino Uno berisi perintah untuk menampilkan nilai digital pin OUT yang menunjukkan adanya gerakan atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan box modul sensor PIR agar sensor PIR dapat bekerja secara optimal, karena jika tidak menggunakan box modul sensor maka deteksi gerakan akan menyebar, sensor PIR diletakkan di bagian tengah dari box modul sensor. Setelah sensor sudah siap dan arduino sudah di program maka pengujian siap dilakukan. pengujian ini dilakukan dengan tiga jenis penghalang yaitu tanpa penghalang, kertas hvs dan kardus 3mm. Jarak untuk pengujian juga beragam tergantung pengguna. Tampilan data yang terdapat pada lcd jika terdapat gerakan atau sensor aktif yaitu "*Motion detected*" dan led indikator menyala. Jika sensor tidak aktif maka tampilan di lcd yaitu "*Motion Ended*" dan led indikator akan mati. Berikut pengujian yang sudah dilakukan di Gambar 31. dan hasil pengujian terdapat di Tabel 14.



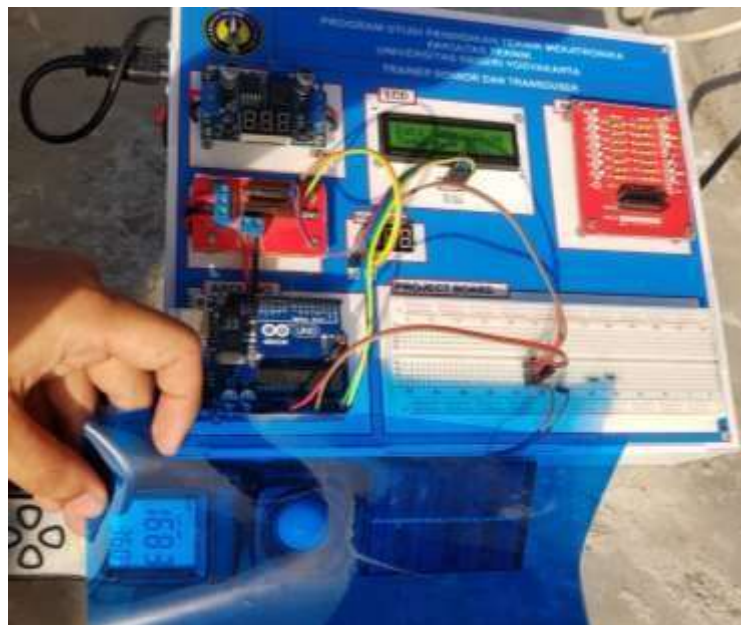
Gambar 31. Pengujian Sensor PIR

Tabel 14. Hasil Pengujian Sensor PIR

No	Sudut (derajat)	Jarak (cm)	Sensor Aktif (Ya/Tidak)	Led 1 (Nyala/Tidak)	Led 2 (Nyala/Tidak)
1.	0	5	Ya	Ya	Tidak
		10	Ya	Ya	Tidak
		30	Ya	Ya	Tidak
		50	Ya	Ya	Tidak
		100	Ya	Ya	Tidak
		150	Ya	Ya	Tidak
		200	Tidak	Tidak	Ya
2.	20	5	Ya	Ya	Tidak
		10	Ya	Ya	Tidak
		30	Ya	Ya	Tidak
		50	Ya	Ya	Tidak
		100	Ya	Ya	Tidak
		150	Tidak	Tidak	Ya
3.	30	5	Ya	Ya	Tidak
		10	Ya	Ya	Tidak
		30	Ya	Ya	Tidak
		50	Tidak	Tidak	Ya
4.	45	5	Ya	Ya	Tidak
		10	Tidak	Tidak	Ya
		30	Tidak	Tidak	Ya
5.	60	5	Tidak	Tidak	Ya
		10	Tidak	Tidak	Ya

g) Pengujian Sensor Fotovoltaik

Pada pengujian sensor fotovoltaik dilakukan dengan merangkai sensor dengan Arduino Uno serta voltmeter, dan memprogram Arduino Uno menggunakan *software* Arduino IDE. Program yang diberikan ke Arduino Uno berisi perintah untuk menampilkan nilai ADC tiap pin serta menampilkan nilai tegangan keluaran masing-masing pin berdasarkan rumus teori. Pada pin + pada sensor fotovoltaik di hubungkan ke voltmeter untuk mengetahui tegangan output. Tegangan yang terdapat pada LCD berdasarkan rumus teori dan tegangan pada voltmeter dibandingkan sehingga mendapatkan nilai *error*. Berikut pengujian yang sudah dilakukan di Gambar 32. dan hasil pengujian terdapat di Tabel 15.

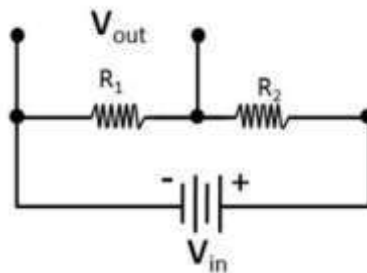


Gambar 32. Pengujian Sensor Fotovoltaik

Tabel 15. Hasil Pengujian Sensor Fotovoltaik

No	Lux meter (L)	Nilai ADC	Tegangan Keluaran LCD (volt)	Tegangan Keluaran Voltmeter (volt)
1	9827	530	5,18	4,5
2	3166	263	2,57	2,2
3	1964	176	1,72	1,8
4	1372	102	1,15	1,2
5	992	87	0,85	1
6	733	57	0,56	0,8
7	565	44	0,43	0,6

Pada rangkaian ini menggunakan bantuan rangkaian pembagi tegangan dikarenakan tegangan dari fotovoltaik yang dapat melebihi 5V maka dari itu dibutuhkan rangkaian pembagi tegangan berikut penjelasannya:



Gambar 33. Rangkaian Pembagi Tegangan

Rumus pembagi tegangan:

$$V_{out} = V_{in} \times (R_2 / (R_1 + R_2))$$

Pada rangkaian pengujian sensor fotovoltaik ini mencari nilai setengah dari V_{in} maka dari itu resistornya harus bernilai sama. Resistor yang digunakan pada rangkaian ini yaitu masing-masing 1000 ohm.

4) Pembuatan Buku Petunjuk untuk Mahasiswa

Buku petunjuk yang digunakan dalam pembelajaran mata kuliah sensor dan transduser yaitu *labsheet*. Dalam *labsheet* terdapat materi sensor dan transduser, alat

dan bahan praktikum, keselamatan kerja, cara merangkai sensor, tabel data praktikum serta kesimpulan dari hasil praktikum. *Labsheet* yang digunakan oleh mahasiswa ini dibuat agar dapat memudahkan mahasiswa dalam melakukan praktikum sensor.



Gambar 34. Sampul *Labsheet* Praktik Mahasiswa

5) Pembuatan Buku Pegangan Dosen

Buku pegangan dosen dibuat dalam bentuk modul yang berisi materi terkait Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik. Modul ini berisi tentang pengertian sensor, cara kerja sensor, penjelasan software Arduino IDE dan cara mengakses sensor menggunakan arduino. Pembuatan modul materi ini bertujuan untuk memudahkan dosen dalam menjelaskan Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik kepada mahasiswa.



Gambar 35. Sampul Modul Materi untuk Dosen

c. Uji Kelayakan

Tahap uji kelayakan digunakan untuk mendapatkan pernyataan bahwa media yang digunakan layak digunakan sebagai media pembelajaran atau tidak. Tahap uji kelayakan meliputi uji kelayakan media dan uji kelayakan materi. Uji kelayakan media dan materi dilakukan oleh dua ahli media dan dua ahli materi (*expert judgement*) dari Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY. Ahli media merupakan dosen yang dianggap ahli dalam bidang media pembelajaran, sedangkan ahli materi merupakan dosen yang dianggap ahli dalam kompetensi sensor transduser dan pemrograman mikrokontroler. Hasil penilaian dari ahli media dapat dilihat pada Tabel 16 dan ahli materi pada Tabel 17.

Tabel 16. Penilaian Media

No	Aspek	No Butir	Ahli 1	Ahli 2
1.	Edukatif	1	3	4
		2	3	4
		3	4	3
		4	4	3
		5	4	3
		6	3	4
		7	4	4
		8	3	4
		9	3	4
		10	4	4
2.	Teknik Pembuatan	11	3	3
		12	3	4
		13	3	3
		15	3	4
		19	4	4
		21	3	4
		22	4	4
3.	Keindahan	14	3	4
		16	3	3
		17	3	4
		18	4	4
		20	3	4

Penilaian media pembelajaran oleh ahli media dibagi menjadi tiga aspek yaitu aspek edukatif, aspek teknik pembuatan, dan aspek keindahan. Aspek untuk kelayakan media terdiri dari 22 butir indikator menggunakan skala *likert* 4 pilihan. Skor 1 untuk penilaian sangat tidak setuju, skor 2 untuk penilaian tidak setuju, skor 3 untuk penilaian setuju, dan skor 4 untuk penilaian sangat setuju. Hasil dari penilaian ahli media selanjutnya akan dianalisis dan menghasilkan ketetapan media layak digunakan atau tidak.

Tabel 17. Penilaian Materi

No	Aspek	No Butir	Ahli 1	Ahli 2
1	Relevansi	1	4	4
		2	4	3
		3	4	3
		4	3	3
		5	4	4
		6	3	4
		7	4	4
		8	4	3
		9	3	3
		10	4	3
		11	4	3
		12	4	4
2	Penyajian	13	4	3
		14	3	4
3	Bahasa	15	4	3
		16	4	3
		17	4	4
		18	3	4

Penilaian materi pembelajaran dilakukan oleh ahli materi yang terbagi menjadi tiga aspek yaitu aspek relevansi, aspek teknik penyajian, dan aspek bahasa. Aspek untuk kelayakan materi terdiri dari 18 butir indikator menggunakan skala *likert* 4 pilihan. Skor 1 untuk penilaian sangat tidak setuju, skor 2 untuk penilaian tidak setuju, skor 3 untuk penilaian setuju, dan skor 4 untuk penilaian sangat setuju. Hasil penilaian dari ahli materi selanjutnya akan dianalisis apakah media layak digunakan atau tidak.

d. Melakukan perbaikan

Saran perbaikan diberikan oleh ahli media dan ahli materi saat uji kelayakan media dan materi. Perbaikan dapat tidak dilakukan apabila para ahli memutuskan media pembelajaran layak digunakan tanpa revisi. Hasil dari uji kelayakan media dan materi oleh ahli media dan materi menyatakan bahwa media pembelajaran layak digunakan dengan perbaikan sesuai saran yang telah

diberikan. Saran perbaikan media dapat dilihat pada Tabel 18, sedangkan saran perbaikan materi pada Tabel 19.

Tabel 18. Saran dan Perbaikan Media Pembelajaran

No.	Validator	Saran dan Perbaikan
1.	Eko Prianto, S.Pd.T., M.Eng	<ul style="list-style-type: none"> • Rangkaian pembagi tegangan jangan ditampilkan di project board • Kalibrasi pengukur level air agar hasil tampilan sama dengan pengukuran • Masing-masing sensor diberi rumahan tersendiri untuk menjaga agar komponen tidak mudah rusak atau kabel yang mudah lepas. • Box atau rumahan diberi keterangan agar pengguna tahu identitas dari peralatan tersebut.
2.	Amelia Fauziah Husna S.Pd	<ul style="list-style-type: none"> • Jobsheet diubah menjadi labsheet • Gambar pada jobsheet modul diperjelas • Diberi nama gambar • Bagian program diberi tanda khusus • Gambar rangkaian pada fotovoltaiik diperjelas dengan rangkaian pembagi tegangannya • Ditambah perhitungan rangkaian pembagi tegangan pada fotovoltaiik

Tabel 19. Saran dan Perbaikan Materi Pembelajaran

No.	Validator	Saran dan Perbaikan
1.	Ariadie Chandra Nugraha, M.T.	<ul style="list-style-type: none"> • Perjelas detail mengenai sensor dan karakteristik perlu ditambah • Komentar pada kode program diatur supaya tidak membingungkan • Pada gambar diagram hubungan komponen perlu diperjelas • Pada gambar diagram hubungan komponen perlu diperjelas labelnya
2.	Sigit Yatmono, ST., M.T.	<ul style="list-style-type: none"> • Josheet 1 pada hal 9 pada langkah kerja terdapat pernyataan yang tidak berkaitan dengan sensor <i>Waterlevel</i> – rubah intensitas cahaya. • Langkah kerja <i>Waterlevel</i> perlu digambarkan penempatan sensor pada tabung uji sehingga tinggi air bisa diamati dengan benar • Sensor PIR perlu ditambah materi tentang karakteristiknya misal grafik karakteristik

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi dilakukan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Fakultas Teknik UNY. Media pembelajaran di implementasikan pada 20 mahasiswa Prodi tersebut. Mahasiswa diminta untuk membaca *labsheet* kemudian melakukan praktik menggunakan media pembelajaran sesuai dengan langkah kerja pada *labsheet*. Mahasiswa diperkenankan untuk mengobservasi media pembelajaran sembari melakukan praktikum. Selanjutnya mahasiswa diminta untuk memberikan penilaian serta saran terhadap media pembelajaran yang sudah digunakan. Penilaian yang diberikan oleh mahasiswa berupa pengisian angket yang sudah disiapkan peneliti. Jumlah butir soal yang terdapat pada angket yaitu 20 butir. Hasil implementasi untuk mendapatkan data uji kelayakan dari pengguna dijabarkan pada Tabel 20.

Tabel 20. Hasil Uji Kelayakan oleh Pengguna

No	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Persentase	Kategori
1	Kualitas Isi dan Tujuan	16,9	85%	Layak
2	Kualitas Pembelajaran	15,8	79%	Layak
3	Kualitas Penggunaan	33,45	84%	Layak
Total Keseluruhan Aspek		66,15	83%	Layak

Berdasarkan hasil yang didapat dari uji kelayakan media pembelajaran oleh pengguna, didapatkan rerata skor pada aspek kualitas isi dan tujuan sebesar 16,9 dengan kategori layak, skor 15,8 pada aspek kualitas pembelajaran dengan kategori layak, skor 33,45 pada aspek kualitas penggunaan dengan kategori layak serta skor total pada keseluruhan aspek mendapatkan nilai 66,15. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik layak digunakan sebagai media pembelajaran mata kuliah praktik sensor dan transduser di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

a. Revisi Tahap Pertama

Revisi pada tahap pertama dilakukan berdasarkan kritik dan saran dari ahli media maupun ahli materi. Revisi ini dilakukan sebelum masuk pada tahap implementasi pada pengguna. Perbaikan dilakukan untuk menyempurnakan media pembelajaran agar layak sebelum digunakan pada pengguna. Berikut ini merupakan revisi yang dilakukan pada tahap pertama:

1) Revisi Fisik

Revisi fisik yang dimaksud adalah perbaikan kelengkapan trainer sensor yaitu:

- a) Membuat dalam satu modul rangkaian pembagi tegangan, sehingga tidak tampil pada *project board*
- b) Membuat box modul masing-masing sensor agar tidak mudah rusak atau lepas
- c) Memberi keterangan pada box modul masing-masing sensor
- 2) Revisi *Labsheet* dan Modul
 - a) Nama judul dihalaman judul dari *Jobsheet* menjadi *Labsheet*
 - b) Nama pin pada gambar rangkaian perlu ditambahkan agar jelas
 - c) Bagian program diberi tanda khusus
 - d) Ditambah teori pembagi tegangan untuk rangkaian photovoltaik
 - e) Penjelasan tentang sensor dan karakteristiknya perlu ditambahkan
 - f) Terdapat langkah kerja yang tidak sesuai dengan langkah kerja pada *Waterlevel*
 - g) Menambah program pada sensor PIR jika terdeteksi LED juga menyala
- b. Revisi Tahap Kedua

Revisi pada tahap kedua dilakukan berdasarkan saran dari hasil uji coba media pembelajaran terhadap pengguna. Pengujian dilakukan pada 20 responden yang merupakan mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika yang pernah mengikuti mata kuliah sensor dan transduser . Saran yang diberikan oleh responden diantaranya pemasangan jumper pada trainer yang lebih dikencangkan dan langkah kerja pada *labsheet* yang lebih diperjelas.

B. Analisis Data

Angket ahli media, ahli materi, dan pengguna yang sudah dilakukan uji kelayakan dan mendapatkan data, kemudian dilakukan analisis untuk mencari nilai validitas serta reliabilitas sehingga dapat diketahui kelayakan dari media

pembelajaran yang dikembangkan. Berikut ini merupakan analisis dari masing-masing data:

1. Analisis Data Kelayakan Media

a. Ahli Media

Penilaian pada kelayakan media pembelajaran diberikan oleh dua ahli media yang merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY. Aspek penilaian yang diberikan meliputi aspek edukatif, teknik pembuatan, dan keindahan. Nilai yang diberikan dari ketiga aspek tersebut nantinya akan diakumulasikan dan dibandingkan dengan kategori penilaian kelayakan media. Kategori penilaian kelayakan media dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Kategori Penilaian Kelayakan Media

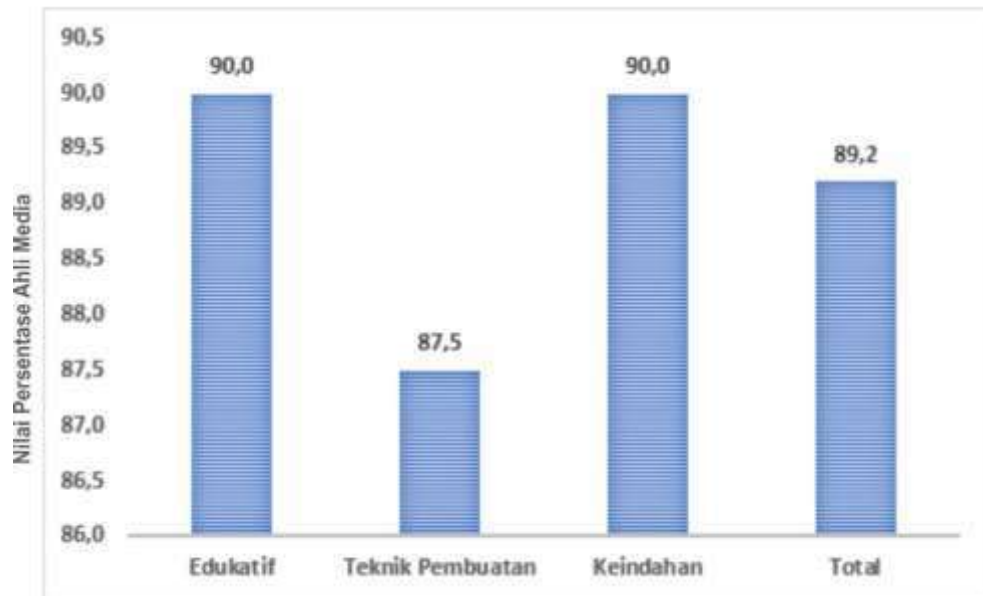
Kategori Penilaian	Interval Aspek Edukatif	Interval Aspek Teknik Pembuatan	Interval Aspek Keindahan	Keseluruhan
Sangat Layak	$34 \leq X$	$23,8 \leq X$	$17 \leq X$	$74,8 \leq X$
Layak	$28 \leq X < 34$	$19,6 \leq X < 23,8$	$14 \leq X < 17$	$61,6 \leq X < 74,8$
Cukup Layak	$22 \leq X < 28$	$15,4 \leq X < 19,6$	$11 \leq X < 14$	$48,4 \leq X < 61,6$
Kurang Layak	$16 \leq X < 22$	$11,2 \leq X < 15,4$	$8 \leq X < 11$	$35,2 \leq X < 48,4$
Sangat Kurang	$X < 16$	$X < 11,2$	$X < 8$	$X < 35,2$

Aspek pada penilaian kelayakan media mempunyai nilai interval yang berbeda-beda pada kategori penilaiannya. Nilai interval menjadi acuan untuk menentukan kategori penilaian dari data yang sudah didapat. Data yang didapat dari penilaian ahli media dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 22. Data Hasil Penilaian Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Skor Maks	Skor Min	Nilai Rerata Tiap Aspek	Persentase Tiap Aspek	Kategori
1	Aspek Edukatif	40	10	36	90 %	Sangat Layak
2	Aspek Teknik Pembuatan	28	7	24,5	87,5 %	Sangat Layak
3	Aspek Keindahan	20	5	18	90 %	Sangat Layak
Total		88	22	78,5	89,2 %	Sangat Layak

Menurut data yang telah diperoleh, penilaian aspek edukatif dari kedua ahli media yaitu mendapatkan nilai rerata 36 dari nilai skor maksimal 40 dan nilai skor minimal 10 dengan persentase aspek 90% dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Aspek teknik pembuatan dari kedua ahli media yaitu mendapatkan nilai rerata 24,5 dari nilai skor maksimal 28 dan nilai skor minimal 7 dengan persentase aspek 87,5 % dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Aspek keindahan dari kedua ahli media yaitu mendapatkan nilai rerata 18 dari nilai skor maksimal 20 dan nilai skor minimal 5 dengan persentase aspek 90% dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Dari ketiga aspek tersebut maka mendapatkan nilai rerata total yaitu 55 dari nilai total maksimal 88 dan nilai total minimal 22 dengan persentase 89,2% yang berarti termasuk dalam kategori sangat layak.



Gambar 36. Persentase Penilaian Ahli Media

b. Ahli materi

Penilaian pada kelayakan media pembelajaran diberikan oleh dua ahli materi yang merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY. Aspek penilaian yang diberikan meliputi aspek relevansi, penyajian, dan bahasa. Nilai yang diberikan dari ketiga aspek tersebut nantinya akan diakumulasikan dan dibandingkan dengan kategori penilaian kelayakan media. Kategori penilaian kelayakan media dapat dilihat pada Tabel 22. Kemudian data yang didapat dari ahli materi ada pada Tabel 23.

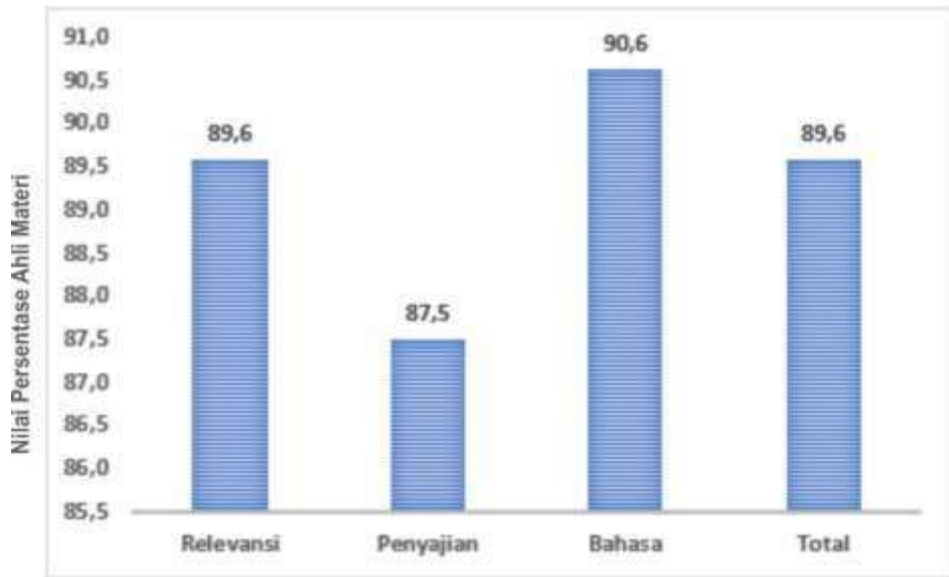
Tabel 23. Kategori Penilaian Kelayakan Materi

Kategori Penilaian	Interval Aspek Relevansi	Interval Aspek Penyajian	Interval Aspek Bahasa	Keseluruhan
Sangat Layak	$40,8 \leq X$	$6,8 \leq X$	$13,6 \leq X$	$68 \leq X$
Layak	$33,6 \leq X < 40,8$	$5,6 \leq X < 6,8$	$11,2 \leq X < 13,6$	$56 \leq X < 68$
Cukup Layak	$26,4 \leq X < 33,6$	$4,4 \leq X < 5,6$	$8,8 \leq X < 11,2$	$44 \leq X < 56$
Kurang Layak	$19,2 \leq X < 26,4$	$3,2 \leq X < 4,4$	$6,4 \leq X < 8,8$	$32 \leq X < 44$
Sangat Kurang	$X < 19,2$	$X < 3,2$	$X < 6,4$	$X < 32$

Tabel 24. Data Hasil Penilaian Materi

No	Aspek Penilaian	Skor Maks	Skor Min	Nilai Rerata Tiap Aspek	Persentase Tiap Aspek	Kategori
1	Aspek Relevansi	48	12	43	89,6 %	Sangat Layak
2	Aspek Penyajian	8	2	7	87,5 %	Sangat Layak
3	Aspek Bahasa	16	4	14,5	90,6 %	Sangat layak
Total		72	18	64,5	89,6 %	Sangat Layak

Menurut data yang telah diperoleh, penilaian aspek relevansi dari kedua ahli materi yaitu mendapatkan nilai rerata 43 dari nilai skor maksimal 48 dan nilai skor minimal 12 dengan persentase aspek 89,6% dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Aspek penyajian dari kedua ahli materi yaitu mendapatkan nilai rerata 7 dari nilai skor maksimal 8 dan nilai skor minimal 2 dengan persentase aspek 87,5%, dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Aspek bahasa dari kedua ahli materi yaitu mendapatkan nilai rerata 14,5 dari nilai skor maksimal 16 dan nilai skor minimal 4 dengan persentase aspek 90,6% dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Dari ketiga aspek tersebut maka mendapatkan nilai rerata total yaitu 64,5 dari nilai total maksimal 72 dan nilai total minimal 18 dengan persentase 89,6% yang berarti termasuk dalam kategori sangat layak.



Gambar 37. Persentase Penilaian Ahli Materi

2. Uji Pengguna

Pengujian dilakukan kepada 20 mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika. Dari penilaian yang diberikan, kemudian diakumulasikan dan dibandingkan dengan kategori penilaian pengguna. Kategori penilaian pengguna dapat dilihat dari Tabel 24.

Tabel 25. Kategori Penilaian Pengguna

Kategori Penilaian	Interval Kualitas Isi & Tujuan	Interval Aspek Penggunaan	Interval Aspek Pembelajaran	Keseluruhan
Sangat Layak	$17 \leq X$	$17 \leq X$	$34 \leq X$	$68 \leq X$
Layak	$14 \leq X < 17$	$14 \leq X < 17$	$28 \leq X < 34$	$56 \leq X < 68$
Cukup Layak	$11 \leq X < 14$	$11 \leq X < 14$	$22 \leq X < 28$	$44 \leq X < 56$
Kurang Layak	$8 \leq X < 11$	$8 \leq X < 11$	$16 \leq X < 22$	$32 \leq X < 44$
Sangat Kurang	$X < 8$	$X < 8$	$X < 16$	$X < 32$

Nilai interval diatas menjadi acuan untuk penentuan kategori penilaian terhadap data yang telah didapat. Data yang telah didapat dari penelitian uji pengguna dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 26. Data Penilaian Pengguna

No	Aspek Penilaian	Skor Maks	Skor Min	Nilai Rerata Tiap Aspek	Persentase Tiap Aspek	Kategori
1	Kualitas Isi dan Tujuan	20	5	16,9	85 %	Layak
2	Penggunaan	20	5	15,8	79 %	Layak
3	Kualitas Pembelajaran	40	10	33,45	84 %	Layak
Total		80	10	66,15	83 %	Layak

Menurut data yang telah diperoleh, penilaian aspek kualitas isi dan tujuan mendapatkan nilai rerata 16,9 dari nilai skor maksimal 20 dan nilai skor minimal 5 dengan persentase aspek 85 % dari data tersebut maka termasuk dalam kategori layak. Aspek penggunaan mendapatkan nilai rerata 15,8 dari nilai skor maksimal 20 dan nilai skor minimal 5 dengan persentase aspek 79 %, dari data tersebut maka termasuk dalam kategori layak. Aspek kualitas pembelajaran mendapatkan nilai rerata 33,45 dari nilai skor maksimal 40 dan nilai skor minimal 10 dengan persentase aspek 83 % dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Dari ketiga aspek tersebut maka mendapatkan nilai rerata total yaitu 66,15 dari nilai total maksimal 80 dan nilai total minimal 10 dengan persentase 83 % sehingga termasuk dalam kategori layak.



Gambar 38. Persentase Penilaian Pengguna

3. Uji Reliabilitas

Instrumen yang telah divalidasi akan diuji realibilitasnya. Uji reliabilitas dilakukan pada instrumen pengguna dengan menggunakan rumus *alpha cronbach*. Perhitungan reliabilitas menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel. Hasil dari perhitungan data uji reliabilitas instrumen dapat dilihat dari Tabel 26.

Tabel 27. Hasil Reliabilitas Instrumen Responden

Jumlah Responden (N)	20
Banyak Butir Soal (n)	20
Jumlah Varian Skor $\sum \sigma_i^2$	8,089
Varian Total (σ^2)	29,36
Reliabilitas α_{11}	0,763
Kategori	Reliabilitas Tinggi

Berdasarkan tabel di atas, hasil reliabilitas instrumen yang diterapkan pada pengguna mendapatkan kategori reliabilitas tinggi. Uji coba dilakukan dengan jumlah mahasiswa 20, banyaknya butir soal 20, jumlah varian skor mendapat nilai 8,089, varian total mendapat nilai 29,36, dan reliabilitas mendapat nilai 0,763.

C. Kajian Produk

Media pembelajaran Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik dikembangkan menggunakan model ADDIE menurut Robert Maribe Branch. Media pembelajaran ini dilengkapi dengan labsheet sebagai petunjuk praktikum mahasiswa dan buku modul materi terkait sensor yang digunakan dan cara penggunaannya. Sensor yang digunakan pada media pembelajaran yang dikembangkan ini menggunakan: (1) sensor *Waterlevel*, (2) PIR (*Passive Infrared Receiver*), dan (3) Fotovoltaik. Proses akses sensor tersebut menggunakan mikrokontroler jenis Arduino Uno, kemudian komponen yang digunakan untuk menampilkan data tegangan yaitu voltmeter DC, kemudian untuk menampilkan data dari sensor menggunakan LCD 16 x 2.

Media pembelajaran Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik telah melewati beberapa tahap ujian, yaitu uji validasi oleh dua orang ahli media dan dua orang ahli materi, dan uji kelompok besar dari pengguna. Pengujian media yang dilakukan oleh dua orang ahli media yang merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY yaitu Bapak Eko Prianto, S.Pd.T., M.Eng yang menyatakan bahwa media pembelajaran layak digunakan dengan perbaikan, serta Ibu Amelia Fauziah Husna S.Pd yang menyatakan bahwa media pembelajaran layak digunakan dengan perbaikan. Pengujian media dari segi materi dilakukan oleh dua orang ahli materi yang merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY yaitu Bapak Ariadie Chandra Nugraha, M.T. menyatakan bahwa media pembelajaran layak digunakan dengan perbaikan serta Bapak Sigit Yatmono, ST., M.T. menyatakan bahwa media pembelajaran layak digunakan dengan perbaikan.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Pembahasan hasil penelitian ini bertujuan untuk menjawab rumusan masalah yang sudah dibuat sebelum melakukan penelitian. Berikut ini merupakan hasil penelitian yang diperoleh:

1. Pengembangan media pembelajaran Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik pada mata kuliah praktik sensor dan tranduser.

Berdasarkan identifikasi masalah yang terdapat pada mata kuliah sensor dan tranduser di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY kemudian dijadikan sebagai acuan dalam pengembangan mengenai media pembelajaran sensor dan tranduser. Media pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti memiliki tiga sensor yang masing-masing memiliki data analog dan digital kecuali pada sensor PIR hanya data digital. Mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino Uno, serta lcd ukuran 16x2 dan voltmeter DC sebagai penampil data sensor. Selain itu terdapat blok indikator yang terdiri dari beberapa led berfungsi sebagai *output* pada pengembangan praktikum. Media pembelajaran juga disertai dengan labsheet sebagai petunjuk praktikum untuk mahasiswa dan juga modul materi yang dapat digunakan sebagai buku pegangan dosen.

Proses pengembangan pada media pembelajaran ini terdiri dari tahap analisis kebutuhan yaitu tahapan menganalisis kebutuhan yang diperlukan pada media pembelajaran yang akan dikembangkan. Perancangan media yang terdiri dari perancangan elektronik dan *hardware*, pembuatan media terdiri dari elektronik dan hardware. Tahap selanjutnya adalah pembuatan buku petunjuk untuk mahasiswa dan buku petunjuk untuk dosen.

Media pembelajaran yang sudah jadi kemudian di uji coba pada ahli media dan ahli materi untuk mendapatkan tingkat kelayakan dari media tersebut. masukan dan saran dari para ahli dijadikan bahan revisi media pembelajaran agar layak untuk diimplementasikan pada pengguna. Pasca dilakukan validasi oleh para ahli dan telah dilakukan perbaikan berdasarkan saran ahli, tahap selanjutnya yaitu melakukan uji coba pada kelompok kecil. Tahapan ini dilakukan untuk mendapat perbaikan sebelum dilakukan pengujian kepada pengguna atau mahasiswa

2. Unjuk kerja media pembelajaran Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik pada mata kuliah praktik sensor dan tranduser.

Hasil unjuk kerja dari pengujian terhadap media pembelajaran Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik yaitu sebagai berikut:

a. *Stepdown*

Pengujian pada modul *stepdown* menunjukkan bahwa saat input pada modul diukur menggunakan voltmeter hasilnya sama dengan keluaran dari *power supply* yaitu 11,6 V DC, saat potensio pada modul *stepdown* diputar ke kanan tegangan keluaran *stepdown* bertambah, saat diputar ke kiri tegangan keluaran menurun. Pada media pembelajaran ini keluaran *stepdown* diatur pada tegangan 5V DC. Hasil pengujian menunjukkan *stepdown* dapat berfungsi dengan baik.

b. Blok terminal

Pengujian pada modul terminal menunjukkan bahwa setiap pin pada modul dapat mengeluarkan tegangan sesuai dengan tegangan keluaran modul *stepdown* yaitu ± 5 VDC. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa modul terminal dapat bekerja dengan baik.

c. Indikator led

Pengujian pada modul indikator menunjukkan bahwa ketika masing-masing pin pada modul diberi sumber tegangan 5 VDC maka led akan menyala dengan baik. Led menyala sesuai dengan keterangan warna yang terdapat pada modul indikator. Hasil pengujian menunjukkan indikator led dapat bekerja dengan baik.

d. LCD

Pengujian modul LCD menunjukkan bahwa ketika modul LCD diberi sumber tegangan dan dihubungkan pada kontroler dapat menampilkan karakter dengan baik. Kontras dari *backlight* dapat diatur melalui potensiometer yang terdapat pada modul tambahan I2C. Dari hasil pengujian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa modul LCD dapat bekerja dengan baik.

e. Sensor *Waterlevel*

Pengujian sensor *Waterlevel* dilakukan dengan menuangkan air secara bertahap pada tempat air yang sudah dipasang sensor *Waterlevel* dan terdapat keterangan ketinggian air. Data yang terbaca pada lcd adalah ketika air yang mengenai area sensor semakin lebih banyak maka yang terbaca semakin tinggi. Ketika tinggi air bertambah, nilai tegangan output sensor pada lcd dan voltmeter semakin tinggi, juga sebaliknya ketika tinggi air berkurang maka nilai tegangan output sensor pada lcd dan voltmeter semakin rendah. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa sensor *Waterlevel* berfungsi dengan baik.

f. Sensor PIR

Pengujian sensor PIR dilakukan dengan memberikan gerakan di depan sensor PIR dengan rentang jarak tertentu dan dengan penghalang yang beragam yaitu tanpa penghalang, kertas hvs, dan kertas kardus 3mm. Saat pembacaan gerakan menggunakan bantuan box modul PIR agar deteksi gerakan lebih akurat, sensor diletakkan di bagian tengah dari modul tersebut. Data yang terbaca pada lcd adalah data digital *HIGH* atau *LOW* ketika gerakan yang mengenai area jarak deteksi sensor maka sensor akan mendeteksi gerakan. Tampilan untuk mendeteksi gerakan berupa tulisan “Motion Detected” dan pada led indikator nyala 1 led. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa sensor PIR berfungsi dengan baik.

g. Sensor Fotovoltaik

Pengujian sensor Fotovoltaik dilakukan dengan memberikan cahaya lampu dengan beberapa intensitas tertentu. Dalam pengujian digunakan mika biru tua untuk mengatur intensitas cahaya dan luxmeter untuk melihat intensitas cahaya yang mengenai sensor. Data yang terbaca pada lcd adalah ketika intensitas cahaya lampu mengenai area sensor semakin lebih banyak maka yang terbaca semakin tinggi. Ketika intensitas cahaya lampu yang mengenai sensor bertambah, nilai tegangan output sensor pada lcd dan voltmeter semakin tinggi, juga sebaliknya ketika intensitas cahaya lampu yang mengenai sensor berkurang maka nilai tegangan output sensor pada lcd dan voltmeter semakin rendah. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa sensor Fotovoltaik berfungsi dengan baik.

3. Kelayakan media pembelajaran Sensor *Waterlevel*, PIR, dan Fotovoltaik pada mata kuliah praktik sensor dan transduser.

a. Uji Kelayakan Media

Menurut data yang telah diperoleh, penilaian aspek edukatif dari kedua ahli media yaitu mendapatkan nilai rerata 36 dari nilai skor maksimal 40 dan nilai skor minimal 10 dengan persentase aspek 90% dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Aspek teknik pembuatan dari kedua ahli media yaitu mendapatkan nilai rerata 24,5 dari nilai skor maksimal 28 dan nilai skor minimal 7 dengan persentase aspek 87,5 % dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Aspek keindahan dari kedua ahli media yaitu mendapatkan nilai rerata 18 dari nilai skor maksimal 20 dan nilai skor minimal 5 dengan persentase aspek 90% dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Dari ketiga aspek tersebut maka mendapatkan nilai rerata total yaitu 55 dari nilai total maksimal 88 dan nilai total minimal 22 dengan persentase 89,2% yang berarti termasuk dalam kategori sangat layak.

b. Uji Kelayakan Materi

Menurut data yang telah diperoleh, penilaian aspek relevansi dari kedua ahli materi yaitu mendapatkan nilai rerata 43 dari nilai skor maksimal 48 dan nilai skor minimal 12 dengan persentase aspek 89,6% dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Aspek penyajian dari kedua ahli materi yaitu mendapatkan nilai rerata 7 dari nilai skor maksimal 8 dan nilai skor minimal 2 dengan persentase aspek 87,5%, dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Aspek bahasa dari kedua ahli materi yaitu mendapatkan nilai rerata 14,5 dari nilai skor

maksimal 16 dan nilai skor minimal 4 dengan persentase aspek 90,6% dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Dari ketiga aspek tersebut maka mendapatkan nilai rerata total yaitu 64,5 dari nilai total maksimal 72 dan nilai total minimal 18 dengan persentase 89,6% yang berarti termasuk dalam kategori sangat layak.

c. Uji Kelayakan
Pengguna

Menurut data yang telah diperoleh, penilaian aspek kualitas isi dan tujuan mendapatkan nilai rerata 16,9 dari nilai skor maksimal 20 dan nilai skor minimal 5 dengan persentase aspek 85 % dari data tersebut maka termasuk dalam kategori layak. Aspek penggunaan mendapatkan nilai rerata 15,8 dari nilai skor maksimal 20 dan nilai skor minimal 5 dengan persentase aspek 79 %, dari data tersebut maka termasuk dalam kategori layak. Aspek kualitas pembelajaran mendapatkan nilai rerata 33,45 dari nilai skor maksimal 40 dan nilai skor minimal 10 dengan persentase aspek 83 % dari data tersebut maka media dalam kategori sangat layak. Dari ketiga aspek tersebut maka mendapatkan nilai rerata total yaitu 66,1 dari nilai total maksimal 80 dan nilai total minimal 10 dengan persentase 83 % sehingga termasuk dalam kategori layak