

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Deskripsi Data Uji Coba

Pengembangan media pembelajaran sensor beban *load cell*, inframerah sharp GP2Y0A21YK, dan humidity YL-69 dengan metode penelitian ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*) dari Robert Maribe Branch. Media pembelajaran yang telah dibuat akan melalui beberapa tahap pengujian yang diantaranya pengujian oleh para ahli media, ahli materi dan pengujian pada pengguna. Pada setiap pengujian media pembelajaran tersebut dilakukan revisi dengan saran yang diberikan oleh penguji. Menurut metode penelitian ADDIE, tahapan yang dilakukan antara lain:

##### 1. Hasil Proses Analisis (*Analyze*)

Proses analisis meliputi bedah rencana pembelajaran semester (RPS) dan observasi terhadap mahasiswa yang pernah mengikuti mata kuliah sensor dan transduser. Selama proses pembelajaran, mata kuliah sensor dan transduser menggunakan rencana pembelajaran semester (RPS) yang sudah digunakan sejak tahun 2015. Hasil atau capaian yang diharapkan dari proses pembelajaran mata kuliah sensor dan transduser adalah:

- a. Bertakwa kepada Tuhan YME dan mampu menunjukkan sikap religious dan berakarakter.
- b. Mahasiswa berpartisipasi aktif, bertanggungjawab, dan memiliki motivasi mengembangkan diri.

- c. Mahasiswa mampu menganalisis berbagai macam sensor dan transduser yang digunakan dalam kegiatan praktikum.
- d. Mahasiswa mampu memahami dan menerapkan berbagai kerja sensor dan transduser dalam suatu rangkaian.
- e. Mampu menerapkan prinsip kerja K3 dalam merancang, melaksanakan dan memelihara dalam kegiatan praktikum.
- f. Memiliki kemampuan berkomunikasi secara efektif, berpikir kritis, dan membuat keputusan yang tepat.

Materi awal yang diberikan adalah pengetahuan dasar tentang sensor, hal-hal umum tentang sensor, diikuti dengan pengenalan sensor yang terdapat di laboratorium JPTE FT UNY. Melihat dari rencana pembelajaran semester (RPS) yang digunakan dalam mata kuliah praktik sensor dan transduser bisa dilihat bahwa materi awal yang diberikan adalah pengetahuan dasar tentang sensor, diikuti dengan media pembelajaran sensor yang ada di laboratorium JPTE FT UNY. Merujuk dari rencana pembelajaran semester (RPS) pada pertemuan kedua sampai dengan pertemuan kelima disebutkan bahwa materi yang disampaikan adalah materi tentang sensor suhu dan mempraktikkannya secara berkelompok. Setelah dilakukan pembagian kelompok itu sendiri masih perlu melakukan praktek secara bergantian karena media pembelajaran yang terbatas. Merujuk dari observasi pada mata kuliah praktek sensor dan transduser diatas, hasil observasi tersebut antara lain adalah:

- a. Proses pembelajaran praktik sensor dan transduser meliputi percobaan dan pengujian dengan langkah-langkah yang dimulai dari pengenalan sensor dan transduser, merakit rangkaian elektronik dari sensor dan cara mengakses analog

*output* dari sensor. Pada deskripsi mata kuliah ini tidak semua sensor dikenalkan pada mahasiswa. Selain itu dalam mengakses sensor hanya dilakukan pengaksesan sensor secara analog yang diajarkan pada mahasiswa, seperti mengakses sensor menggunakan Arduino UNO.

- b. Media pembelajaran untuk praktik sensor dan transduser belum dikembangkan ke teknologi lebih maju. Selain itu belum tersediannya media pembelajaran sensor dan transduser menggunakan arduino yang berfungsi untuk mengakses sensor tersebut, sehingga pengetahuan mahasiswa dalam pengaplikasian sensor dalam kehidupan sehari-hari masih belum maksimal.
- c. Media pembelajaran (trainer) yang digunakan untuk praktik masih terlalu terbatas sehingga mahasiswa perlu berkelompok 3-4 orang untuk bisa melakukan 1 kali praktik.
- d. Beberapa trainer yang digunakan pada mata kuliah praktik sensor dan transduser sebagian dalam kondisi yang tidak normal dan rusak.
- e. Masih sedikitnya variasi sensor yang digunakan pada mata kuliah praktik sensor dan transduser.

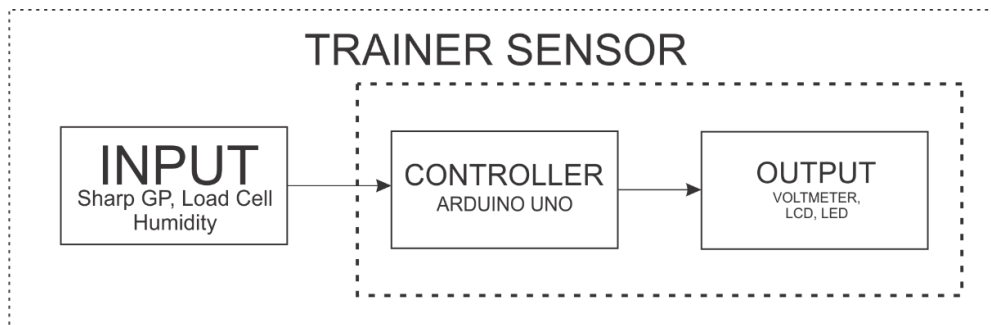
Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, melakukan analisis kebutuhan untuk jenis media yang akan dikembangkan pada penelitian ini, maka media pembelajaran yang akan dikembangkan adalah media pembelajaran sensor beban *load cell*, inframerah sharp GP2Y0A21YK, dan *humidity* YL-69 untuk mata kuliah sensor dan transduser. Pemilihan tiga sensor yang dikarenakan sensor ini banyak diterapkan pada kehidupan sehari-hari, seperti sensor beban *load cell* yang digunakan sebagai timbangan *digital* dan sensor *humidity* yang digunakan untuk

mengontrol kelembapan tanah. Maka dari itu diharapkan media pembelajaran ini mampu memenuhi kebutuhan praktik sensor dan tranduser.

## **2. Hasil Proses Perancangan (*Design*)**

Tahap Desain adalah tahap yang dilakukan setelah merencanakan media pembelajaran berdasarkan analisis yang dilakukan pada tahap *Analyze*. Pada tahap ini, yang perlu dilakukan adalah mendesain produk dan mendesain tata letak komponen untuk produk media pembelajaran yang akan dibuat.

Desain media yang akan dibuat disesuaikan dengan kebutuhan dari Jurusan Pendidikan Teknik Elektro. Berdasarkan Analisa dari tahapan sebelumnya bisa dikemukakan bahwa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro membutuhkan media yang dapat memberikan gambaran terkait praktik sensor dan tranduser. Media yang akan dikembangkan berupa media pembelajaran trainer sensor inframerah *Sharp GP2Y0A21YK*, sensor beban *Load cell* dan sensor *Humidity YL-69*. Media pembelajaran trainer yang akan dibuat tidak hanya digunakan untuk 3 sensor ini saja, jadi dalam pembuatan media trainer akan dibuat secara universal sehingga jika terdapat penambahan sensor dikemudian hari media trainer sensor ini masih bisa digunakan. Media trainer sensor dan tranduser dibuat dengan komponen utama yaitu: *step down*, *mikrokontroller*, *project board*, dan *output*. Berdasarkan komponen utama yang sudah dikemukakan, desain blok media pembelajaran trainer sensor dan tranduser bisa dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram Blok

Berdasarkan diagram blok diatas, langkah selanjutnya pada tahap desain adalah merencanakan desain produk dan desain tata letak komponen. Desain tata letak komponen disesuaikan dengan fungsi dari komponen komponen yang digunakan.

Kebutuhan komponen dari media pembelajaran trainer sensor dan tranduser membutuhkan komponen *input* yang diantaranya adalah sensor inframerah sharp GP2Y0A21YK, sensor beban *Load cell*, dan sensor *humidity* YL-69. Arduino sebagai mikrokontroller, dan komponen *output* terdiri dari LCD, voltmeter dan LED indikator. Selain kebutuhan yang sudah disebutkan sebelumnya, dibutuhkan juga catu 12V dan 5V yang berfungsi untuk menjadi sumber tegangan dari komponen elektronik. Catu daya 12V didapatkan dari power supply 12V yang digunakan untuk menyuplai sumber tegangan pada Arduino dan catu daya 5V didapatkan dengan memberikan komponen *stepdown* untuk menurunkan tegangan dari 12V menjadi 5V, untuk sumber tegangan 5V ini digunakan untuk menyuplai tegangan dari komponen seperti LCD, LED, voltmeter dan sensor yang digunakan dalam media pembelajaran ini. Daftar komponen elektronika yang digunakan untuk membuat media pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Komponen Kebutuhan Trainer Sensor

No	Komponen	Type	Jumlah
1	<i>Power Supply</i>	12V 3A	1
2	<i>Stepdown DC to DC</i>	LM2596	1
3	Saklar ON/OFF	-	1
4	Konektor XT	-	1
5	<i>Jack DC</i>	XT-60	1
6	Mikrokontroler	Arduino UNO	1
7	Sensor Sharp	GP2Y0A21YK	1
8	Sensor <i>Load cell</i>	-	1
9	Sensor <i>Humidity</i>	-	1
10	<i>Project Board</i>		1
11	LCD 16x2	<i>Green Blacklight</i>	1
12	I2C	-	1
13	Voltmete DC	0 – 100 V	1
14	LED	<i>Superbright</i>	16
15	Resistor	470 Ohm	16
16	Pin Header	<i>Female</i>	4
17	Pin sisir	<i>Male</i>	3
18	Terminal <i>Block</i>	2 dan 3 <i>Output</i>	3

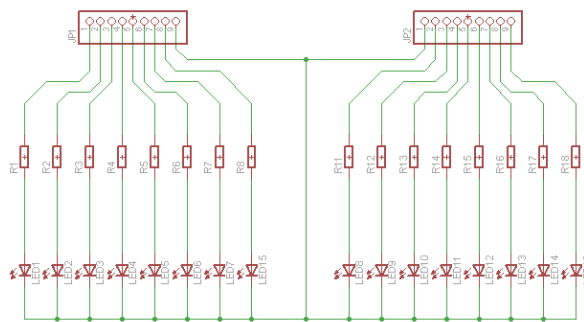
#### a. Perancangan Media

Perancangan media meliputi perancangan desain komponen elektronik dan perancangan *hardware*. Perancangan elektronik terdiri dari pembuatan blok terminal, perancangan indikator, skema sensor sharp GP2Y0A21YK, *Load cell* dan *Humidity*. Pada pelaksanaan perancangan terminal dan indikator menggunakan software Eagle 7.20. Sedangkan untuk perancangan *hardware* terdiri dari merancang *box* trainer, serta mendesain tata letak komponen pada pada atas *box* trainer.

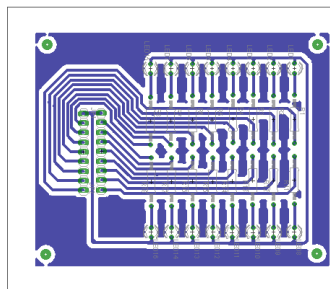
## 1) Perancangan Elektronik

### a) Perancangan Indikator

Perancangan indikator membutuhkan beberapa komponen yang diantaranya adalah LED *superbright*, resistor 470 $\Omega$  dan pin *header*. Perancangan Indikator bisa dilakukan dengan menggunakan *software* Eagle 7.20. Gambar 12 menunjukkan skematik dari rangkaian indikator yang akan digunakan dalam media pembelajaran. Gambar 13 adalah desain *layout* PCB dari rangkaian indikator yang akan digunakan dalam media pembelajaran.



Gambar 12. Rangkaian Skematik LED indikator

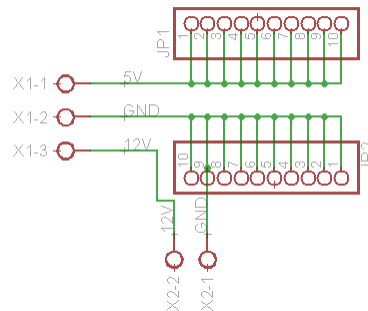


Gambar 13. *Design Layout* LED Indikator

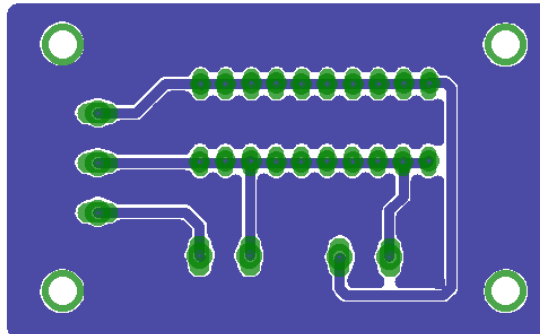
### b) Perancangan Terminal Blok

Komponen terminal dalam media pembelajaran berfungsi untuk menjadi pembagi tegangan 5V yang dialirkan dari *stepdown* DC to DC agar bisa digunakan lebih dari satu komponen elektronik. Karena pada dasarnya komponen elektronik banyak didesain membutuhkan *supply* 5V maka untuk terminal blok menyediakan

10 pin yang digunakan untuk membagikan tegangan 5V dan 1 pin 12 V untuk digunakan sebagai *supply* 12V pada komponen Arduino.



Gambar 14. Desain Skematik Blok Terminal

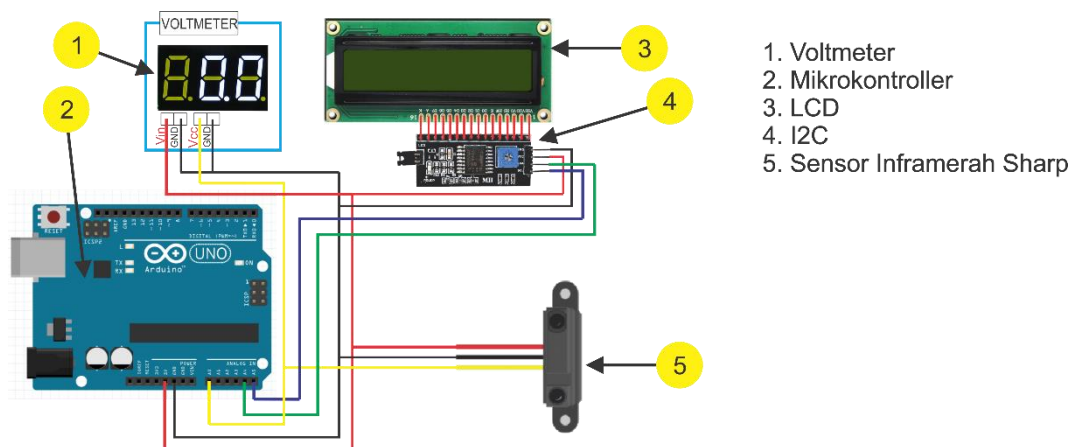


Gambar 15. Desain *Layout* Blok Terminal

#### c) Perancangan Skema Sensor Sharp GP2Y0A21YK

Modul sensor Sharp GP2Y0A21YK digunakan untuk mendeteksi jarak suatu benda terhadap sensor. Sensor Sharp GP2Y0A21YK memiliki *output* analog. Data analog dari sensor dapat ditampilkan dengan voltmeter DC yang tersedia pada trainer untuk dilihat hasil tegangan yang dikeluarkan oleh sensor, ataupun bisa juga menggunakan mikrokontroller Arduino untuk menampilkan data ADC sensor tersebut. Gambar skema rangkaian sensor sharp GP2Y0A21YK bisa dilihat pada Gambar 16.





Gambar 16. Rangkaian Sensor Sharp GP2Y0A21YK

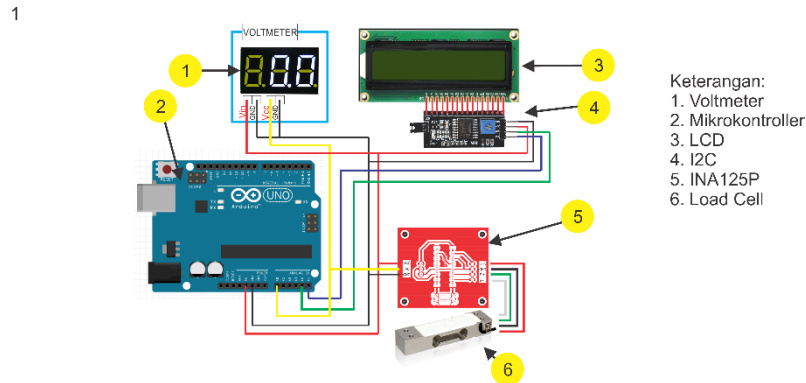
Tabel 9. Koneksi Rangkaian Komponen Sensor Inframerah

NO	Komponen	Terhubung ke-
1	VCC 5V	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pin Vin voltmeter</li> <li>Pin VCC sensor sharp</li> <li>Pin VCC I2C</li> </ul>
2	GND	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pin GND Voltmeter</li> <li>Pin GND I2C</li> <li>Pin GND sensor sharp</li> </ul>
3	Mikrokontroller	
	Pin analog A4	Pin SDA I2C
	Pin analog A5	Pin SCL I2C
	Pin analog A0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pin <i>output</i> sensor</li> <li>Pin VCC voltmeter</li> </ul>

d) Perancangan Skema Sensor *Load cell*

Sensor *Load cell* memiliki 2 sinyal keluaran yang biasa ditandai dengan warna putih dan hijau/biru, dua data tersebut harus dibandingkan agar menjadi keluaran nilai yang bisa dikonversikan menjadi satuan berat. Untuk itu dibutuhkan suatu IC rangkaian tambahan untuk membandingkan tegangan dari 2 keluaran sensor tersebut. IC yang digunakan adalah IC INA125P dari keluaran IC itu bisa dibaca menggunakan mikrokontroller Arduino UNO untuk mengkonversi nilai keluaran tegangan menjadi satuan berat atau juga bisa menggunakan voltmeter

untuk mendapat nilai keluaran tegangan saja. Gambar rangkaian sensor *Load cell* bisa dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Rangkaian Sensor *Load cell*

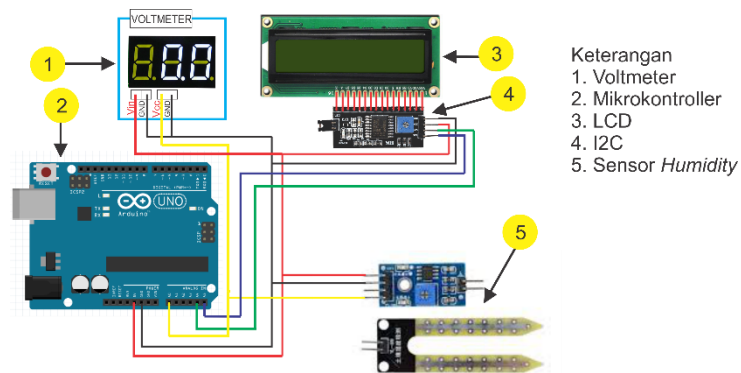
Tabel 10. Koneksi Rangkaian Sensor *Load cell*

NO	Komponen	Terhubung ke-
1	VCC 5V	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pin Vin voltmeter</li> <li>• Pin VCC sensor sharp</li> <li>• Pin VCC I2C</li> </ul>
2	GND	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pin GND Voltmeter</li> <li>• Pin GND I2C</li> <li>• Pin GND sensor sharp</li> </ul>
3	Mikrokontroller	
	Pin analog A4	Pin SDA I2C
	Pin analog A5	Pin SCL I2C
	Pin analog A0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pin <i>output</i> sensor <i>load cell</i></li> <li>• Pin VCC voltmeter</li> </ul>

#### e) Perancangan Skema *Humidity*

Sensor *Humidity* atau sensor kelembapan yang lebih spesifik yaitu sensor kelembapan tanah adalah sensor yang bisa digunakan untuk mendeteksi kelembapan suatu tanah. Sensor *humidity* memiliki dua sinyal keluaran yaitu digital dan analog. Data analog dikeluarkan melalui pin A0, dan sinyal data digital dikeluarkan melalui pin D0. Kedua data ini dapat dibaca dengan mikrokontroller Arduino untuk selanjutnya nilai tegangan keluaran dari sensor untuk diubah menjadi satuan kelembapan. Data analog maupun digital dari sensor juga bisa dibaca dengan

voltmeter untuk menampilkan nilai keluar tegangan saja. Gambar rangkaian sensor humidity bisa dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Rangkaian Sensor *Humidity*

Tabel 11. Koneksi Rangkaian Sensor *Humidity*

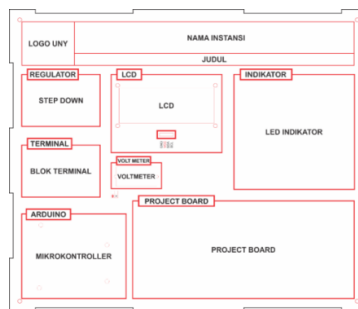
NO	Komponen	Terhubung ke-
1	VCC 5V	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pin Vin voltmeter</li> <li>• Pin VCC sensor sharp</li> <li>• Pin VCC I2C</li> </ul>
2	GND	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pin GND Voltmeter</li> <li>• Pin GND I2C</li> <li>• Pin GND sensor sharp</li> </ul>
3	Mikrokontroler	
	Pin analog A4	Pin SDA I2C
	Pin analog A5	Pin SCL I2C
	Pin analog A0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pin <i>output</i> sensor <i>humidity</i></li> <li>• Pin VCC voltmeter</li> </ul>

## 2) Perancangan *Hardware*

### a) Desain Tata Letak Komponen

Media pembelajaran yang dikembangkan harus dibuat dengan memperhatikan komponen dari yang digunakan. Dikarenakan media pembelajaran trainer sensor diharapkan untuk tidak hanya menggunakan sensor sharp GP2Y0A21YK, sensor *Load cell* dan *Humidity* maka dalam mengatur tata letak sensor tidak ditaruh secara permanen pada media pembelajaran tapi menggunakan media *project board* sehingga dapat menggunakan sensor lain dikemudian hari

dengan media pembelajaran sensor dan tranduser dikemudian hari. Tata letak komponen yang akan dipasang pada media pembelajaran trainer sensor dan tranduser terdiri dari judul media pembelajaran, *stepdown*, terminal, mikrokontroller Arduino, LCD, voltmeter, indikator LED dan *project board*. Desain tata letak komponen media pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Tata Letak Komponen pada Media Pembelajaran

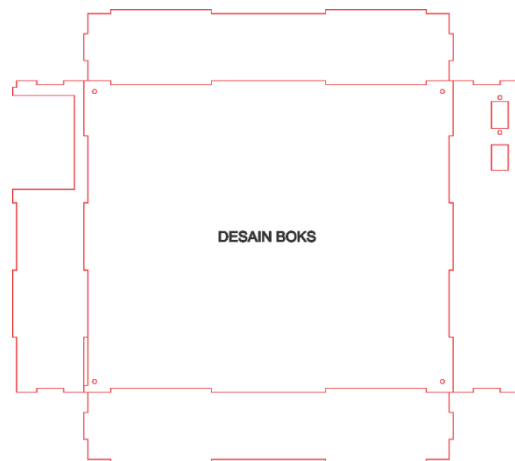
Berdasarkan Gambar 19 diatas desain bagian atas box perlu dikembangkan dengan diberi warna. Pembuatan warna pada bagian atas trainer ini sendiri membutuhkan jasa printing dengan bahan akrilik 3 mm. Pemberian warna dilakukan untuk memperjelas tata letak komponen yang berada pada bagian atas *box*. Selain itu, pemberian warna ini bertujuan unuk menambah estetika media pembelajaran sehingga dapat menarik minat belajar mahasiswa. Desain bagian atas media yang sudah dikembangkan dengan pemberian warna bisa dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Desain Bagian Atas Media Pembelajaran

b) Desain *Box* Media Pembelajaran

*Box* (kotak) media pembelajaran digunakan untuk menopang komponen yang digunakan untuk membuat media pembelajaran. Rancangan *box* media pembelajaran sensor dan transduser dibuat dengan *software* Coreldraw X7. Bahan yang digunakan untuk membuat *box* media pembelajaran adalah akrilik putih susu dengan ketebalan 3mm dengan dimensi *box* yaitu: panjang 27,5 mm, lebar 23 mm dan tinggi 5,6 mm. Desain *box* dapat dilihat pada Gambar 21.

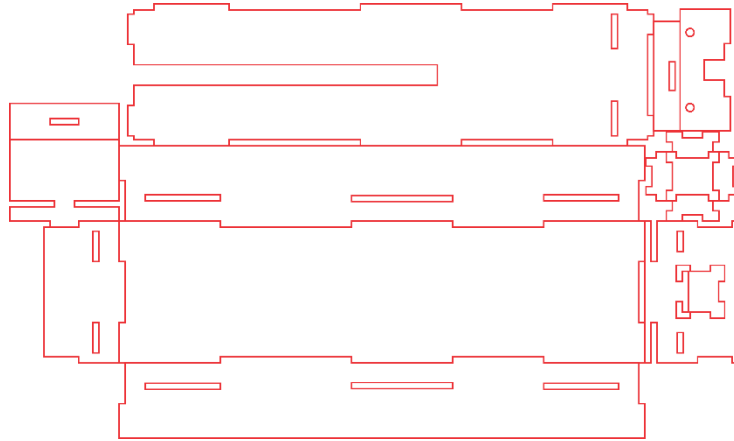


Gambar 21. Desain *Box* Media Pembelajaran

c) Desain Dudukan Sensor Sharp GP2Y0A21YK

Sensor Sharp GP2Y0A21YK memerlukan tambahan sebuah *hardware* yang digunakan untuk mempermudah pengujian sensor sharp GP2Y0A21YK. Bahan yang digunakan adalah akrilik putih susu dengan ketebalan 3 mm. *Hardware* sensor sharp GP2Y0A21YK juga digabungkan dengan desain *laci* yang bisa dimasukkan ke dalam *box* media pembelajaran. Tujuan dari *laci* ini adalah untuk menyimpan kabel-kabel yang digunakan untuk praktek sekaligus bisa digunakan untuk praktek sensor sharp GP2Y0A21YK. Dimensi dari *laci* sekaligus *hardware* sensor sharp

GP2Y0A21YK yaitu: Panjang 25 cm, lebar 6 cm dan tinggi 4 cm. Desain *hardware* sensor GP2Y0A21YK bisa dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Desain Laci dan Dudukan Sensor GP2Y0A21YK

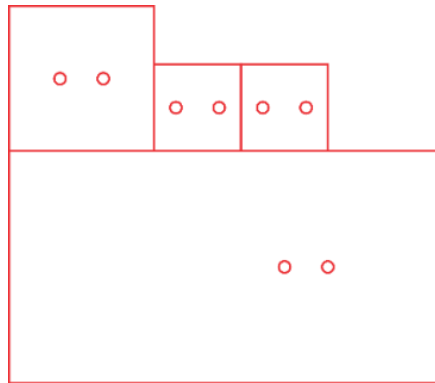
d) Desain Dudukan Sensor *Load cell*

Sensor *Load cell* adalah sensor yang digunakan untuk menimbang suatu benda. Bentuk dari sensor *Load cell* bisa dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Sensor *Load cell*

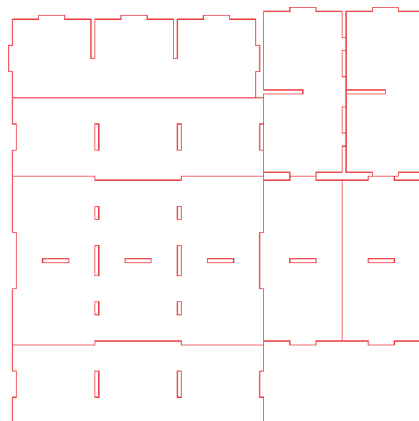
Berdasarkan gambar diatas untuk melakukan penimbangan terhadap suatu benda, dibutuhkan alas untuk menopang sensor dan sebuah penampang sebagai alas yang digunakan untuk menimbang benda. Untuk itu membutuhkan sebuah *hardware* yang digunakan membantu pengujian sensor. Bahan yang digunakan adalah akrilik putih susu dengan ketebalan 3 mm. Dimensi dari desain dudukan untuk sensor *load cell* yaitu: Panjang 15 cm, lebar 8 cm, dan tinggi 2,2 cm. Desain dudukan untuk sensor *load cell* dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Desain Dudukan Sensor *Load cell*

e) Desain Dudukan Sensor *Humidity*

Sensor *humidity* yang berfungsi untuk mengukur kelembapan tanah membutuhkan penampang yang fleksibel untuk di pindahkan dan bisa membawa beberapa tanah dengan kelembapan yang berbeda. Maka dari itu sensor *humidity* ini membutuhkan sebuah dudukan yang bisa digunakan menampung beberapa tanah dengan kelembapan berbeda. Desain *hardware* untuk sensor *humidity* bisa dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Desain Dudukan Sensor *Humidity*

### 3. Hasil Proses Pengembangan (*Development*)

a. Pembuatan Media

Media pembelajaran dibuat dengan dua tahapan proses pembuatan, yang pertama adalah pembuatan *hardware box* dan yang kedua adalah pembuatan bagian

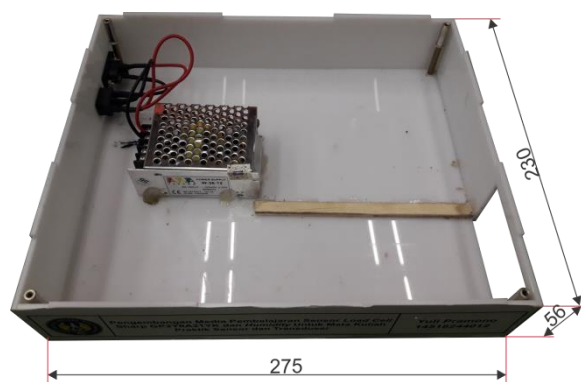
elektronik. Pembuatan *hardware box* menggunakan proses jasa *laser cutting*. Selain itu untuk pembuatan bagian elektronik meliputi pembuatan jalur PCB dan pemasangan komponen elektronik pada PCB. Berikut adalah tahapan pembuatan media pembelajaran yang sudah dikembangkan:

#### 1) *Hardware Box*

Pembuatan hardware media pembelajaran meliputi pembuatan *box* media pembelajaran dan pemasangan komponen elektronik pada bagian atas media pembelajaran.

##### a) *Box Media Pembelajaran*

*Box* media pembelajaran yang sudah dirancang sebelumnya kemudian dibuat dengan bahan akrilik dengan ketebalan 3mm. Ukuran *box* media pembelajaran yang dibuat memiliki dimensi Panjang 27,5 cm, lebar 23 cm, dan tinggi 5,6 cm. Pembuatan media pembelajaran dengan akrilik akan mendapatkan hasil yang akurat dikarenakan menggunakan jasa *cutting laser*. Setelah *box* dirangkai, pada *box* ini sendiri nantinya akan di letakkan *power supply*.

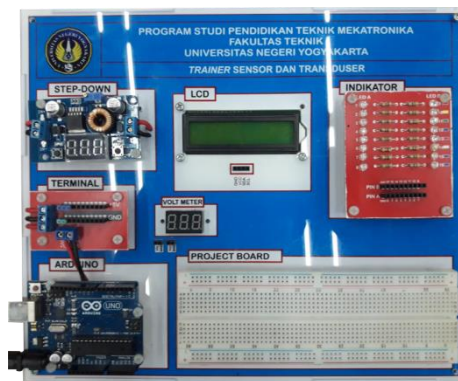


Gambar 26. Box Media Pembelajaran



b) Pemasangan Komponen pada Bagian Atas Media Pembelajaran

Pemasangan komponen elektronik disesuaikan dengan rancangan dari desain yang sudah dibuat. Bagian alas dari peletakkan komponen juga sebelumnya dilakukan pewarnaan terlebih dahulu. Proses pembuatan pewarnaan dari bagian atas media pembelajaran juga menggunakan jasa *cutting laser*. Dengan dilakukan pewarnaan mahasiswa dapat mengetahui keterangan pada setiap komponennya. Bahan yang digunakan adalah akrilik bening dengan ketebalan 3 mm. Bagian atas media pembelajaran beserta komponen yang sudah diletakkan sesuai dengan rancangan dapat dilihat pada Gambar 27.

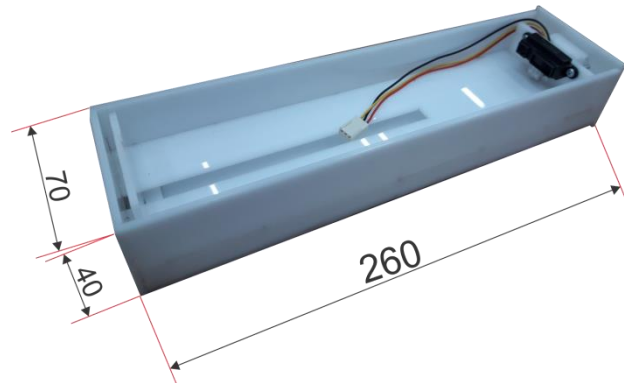


Gambar 27. Bagian Atas Media Yang Sudah Dipasangkan Komponen

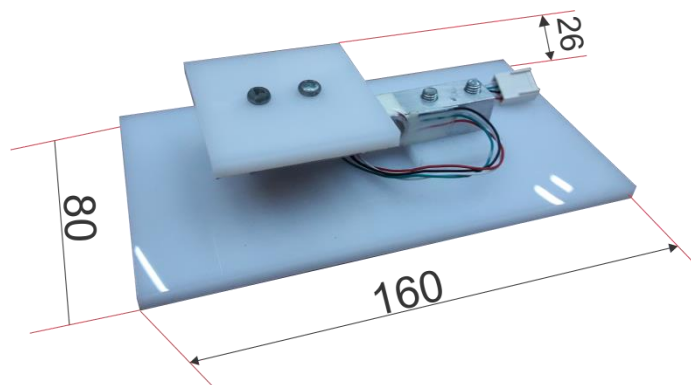
c) Dudukan Sensor

Dudukan sensor sharp GP2Y0A21YK, *load cell* dan *humidity* terbuat dari bahan akrilik dengan ketebalan 3 mm. Dudukan sensor sharp GP2Y0A21YK tergabung menjadi 1 bagian dengan laci pada *box* media pembelajaran. Ukuran Dudukan yang dibuat memiliki dimensi Panjang 25 cm, lebar 6 cm dan tinggi 4 cm. Sedangkan dudukan lain terpisah dari media pembelajaran Pembuatan dudukan sensor menggunakan jasa laser *cutting* agar mendapatkan hasil yang rapi dan akurat. Dudukan sensor sharp GP2Y0A21YK yang sudah dirangkai bisa dilihat

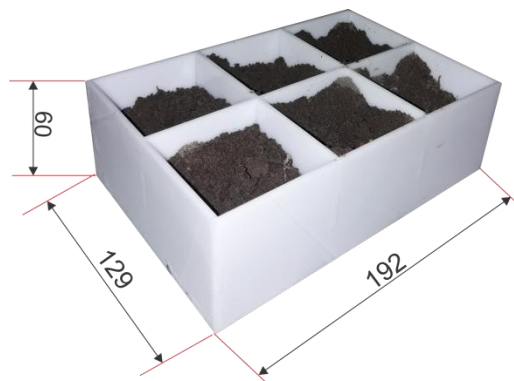
pada Gambar 28. Dudukan sensor *load cell* yang sudah dirangkai bisa dilihat pada Gambar 29. Dudukan sensor *humidity* bisa dilihat pada Gambar 30.



Gambar 28. Dudukan Sensor Sharp GP2Y0A21YK



Gambar 29. Dudukan Sensor *Load cell*



Gambar 30. Dudukan Sensor *Humidity*

## 2) Elektronik

### a) *Power supply* dan *Stepdown*

*Power supply* yang digunakan pada *trainer* adalah komponen elektronik yang dapat merubah tegangan 220VAC menjadi 12VDC. *Stepdown* sendiri digunakan untuk menurunkan tegangan dari 12VDC menjadi 5VDC. *Power supply* yang digunakan selain dihubungkan ke *stepdown* juga menjadi sumber tegangan dari Arduino UNO, maka untuk *power supply* yang digunakan tidak langsung menggunakan *power supply* 220VAC menjadi 5VDC. *Output stepdown* berupa keluaran tegangan 5VD karena komponen dari sensor dan penampil data menggunakan catu daya 5VDC. Penggunaan komponen *power supply* ditunjukkan pada Gambar 31 dan Penggunaan komponen *stepdown* ditunjukkan pada Gambar 32.



Gambar 31. *Power Supply* pada Media Pembelajaran



Gambar 32. *Stepdown* pada Media Pembelajaran

#### b) Kontrol dan Penampil Data

Kontrol yang digunakan dalam media pembelajaran adalah mikrokontroller Arduino UNO. Arduino Uno memiliki 14 pin digital dan 6 pin analog yang bisa digunakan sebagai masukan atau keluaran. Komponen elektronik yang digunakan menjadi keluaran media pembelajaran ini terdiri dari LCD 16x2, voltmeter dan LED indikator. LCD 16x2 diberi tambahan komponen I2C, dikarenakan jika tidak menggunakan I2C membutuhkan pin Arduino yang lebih banyak. Jumlah pin yang digunakan LCD pada Arduino tanpa menggunakan I2C adalah 6 pin, sedangkan jika menggunakan I2C hanya membutuhkan 4 pin yang dihubungkan ke Arduino. Voltmeter yang digunakan adalah voltmeter yang bisa mengukur tegangan skala 0-100V. LED indikator yang digunakan terdiri dari 8 LED *superbright* berwarna biru dan 8 LED berbagai warna. Kontrol dan penampil data pada media pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 33.



Gambar 33. *Controller* dan Penampil Data

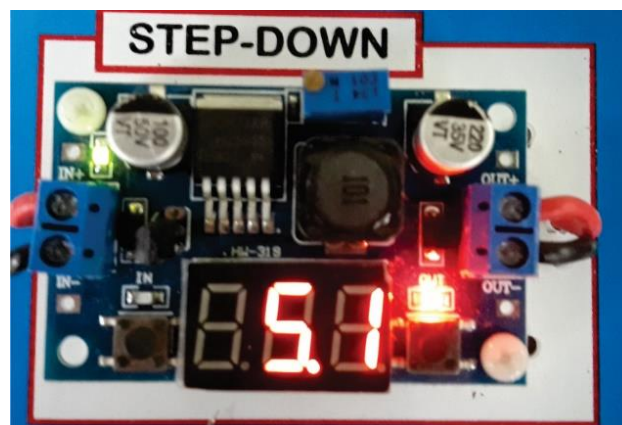
#### b. Pengujian Media

Pengujian tahap awal dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui kinerja dari media pembelajaran sebelum diujikan kepada ahli media dan pengguna. Pengujian

media pembelajaran dilakukan pada masing-masing komponen yang digunakan pada media pembelajaran. Berikut adalah pengujian yang dilakukan:

#### 1) Pengujian *Stepdown*

Modul *stepdown* digunakan untuk menurunkan tegangan 12VDC yang berasal dari *power supply* menjadi 5V yang selanjutnya *output* dari *stepdown* akan dihubungkan pada blok terminal. *Stepdown* yang digunakan sudah menjadi komponen berupa modul dengan jenis LM2596. Penggunaan modul LM2596 sendiri dikarenakan *output* dari komponen ini memiliki rentang *output* 1,3VDC sampai 37VDC. Dengan *output* yang bisa diatur ini penggunaan *output* keluaran bisa disesuaikan dengan kebutuhan sensor dan komponen yang lain. Pengaturan *stepdown* disetel pada tegangan 5VDC dikarenakan komponen yang digunakan membutuhkan tegangan 5VDC. Modul dikatakan baik apabila pengaturan tegangan *output* bisa diatur dan tegangan *output* dalam kondisi stabil. Nilai keluaran dapat *stepdown* dapat dilihat pada 7segmen yang ada pada modul dan ditunjukkan oleh Gambar 34.



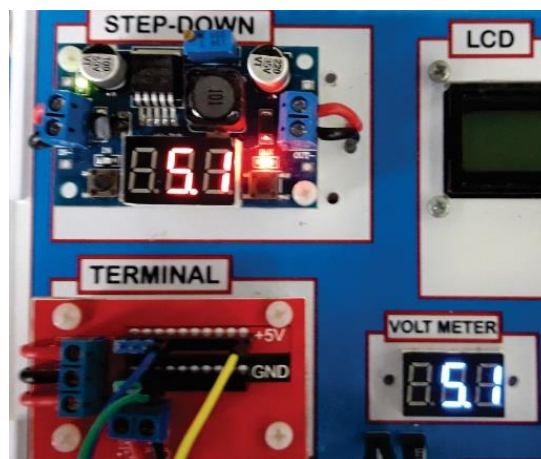
Gambar 34. Pengujian Modul *Stepdown*

Tabel 12. Hasil Pengujian Modul *Stepdown*

	Tegangan <i>Input</i> (V)	Tegangan <i>Output</i> (V)
Percobaan 1	10,4	5,1
Percobaan 2	10,6	5,1
Percobaan 3	10,8	5,1
Percobaan 4	11	5,1
Percobaan 5	11,2	5,1
Percobaan 6	11,4	5,1
Percobaan 7	11,6	5,1
Percobaan 8	12	5,1

## 2) Pengujian *Port* Terminal

*Port* terminal pada media pembelajaran berfungsi sebagai *supply* tegangan yang dicabangkan menjadi beberapa pin. Terdapat *supply* tegangan 5V untuk beberapa komponen seperti LCD, sensor dan voltmeter. Selain itu terdapat 1 *port* terminal 10,5V yang digunakan sebagai *power supply* dari Arduino Uno. Berikut pengujian *port* terminal dengan melakukan pengujian pada tiap pin menggunakan voltmeter.



Gambar 35. Pengujian *Port* Terminal

Tabel 13. Hasil Pengujian *Port Terminal*

No	Pin	Tegangan Voltmeter (V)	Kondisi
1	Ke-1	5,1	Baik
2	Ke-2	5,1	Baik
3	Ke-3	5,1	Baik
4	Ke-4	5,1	Baik
5	Ke-5	5,1	Baik
6	Ke-6	5,1	Baik
7	Ke-7	5,1	Baik
8	Ke-8	5,1	Baik
9	Ke-9	5,1	Baik
10	Ke-10	5,1	Baik
11	Ke-11	5,1	Baik

### 3) Pengujian LCD

Pegujian LCD dilakukan dengan memprogram Arduino dengan sederhana menggunakan *software* Arduino IDE. Sebelumnya LCD sudah dihubungkan dengan I2C terlebih dahulu. Arduino dihubungkan dengan I2C untuk mengakses LCD, modul I2C digunakan untuk memberikan efisiensi pada penggunaan pin Arduino. Pengujian LCD dilakukan dengan dengan mengatur kontras dari LCD dengan mengatur potensio dari I2C sampai karakter dari LCD dapat tampil dengan jelas. Berikut adalah tampilan pengujian LCD 16x2 dengan kode program menampilkan kata “pengujian LCD” ditunjukkan pada Gambar 36.



Gambar 36. Pengujian LCD

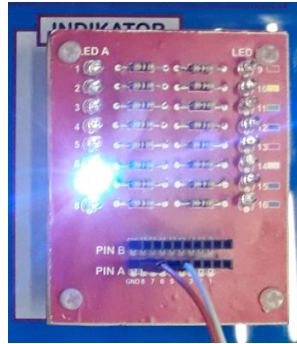
#### 4) Pengujian Indikator

Indikator berisi susunan LED *superbright* dengan konfigurasi blok LED A terdiri dari LED berwarna biru dan blok LED B terdiri dari berbagai warna sesuai dengan keterangan yang ada di samping blok LED B. Pengujian LED indikator dilakukan dengan menguji satu persatu LED menggunakan multimeter. Selektor multimeter diposisikan pada pengukuran hambatan x1, *probe positif* dihubungkan dengan kaki anoda LED dan *probe negative* dihubungkan pada kaki katoda LED. Pengujian juga bisa dilakukan dengan memberikan sumber 5V pada pin yang sudah disediakan. Hasil pengujian led indikator dapat dilihat pada Gambar 37 dan Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Pengujian 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

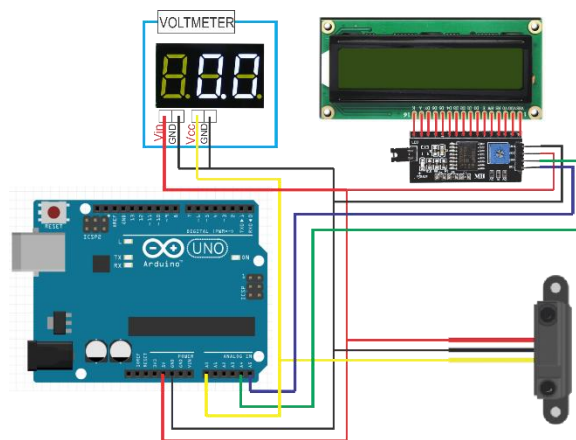




Gambar 37. Pengujian Led Indikator

#### 5) Pengujian Sensor Sharp GP2Y0A21YK

Pengujian sensor sharp GP2Y0A21YK dilakukan dengan mengupload program pada Arduino Uno dengan menggunakan *software* Arduino IDE. Kemudian pin *signal* pada sensor dihubungkan dengan pin analog pada Arduino dan dihubungkan pula dengan voltmeter sesuai dengan Gambar 39 dibawah ini.



Gambar 38. Rangkaian Sensor Sharp GP2Y0A21YK

Proses pengujian dengan menggerakkan akrilik yang bisa digeser mendekat ke sensor sharp GP2Y0A21YK dan bisa juga dengan menjauhinya. Data yang ditampilkan data analog yang sudah dikonversikan menjadi satuan jarak berdasarkan perhitungan. Nilai tegangan pada pin A0 ditampilkan pada voltmeter yang tersedia pada media pembelajaran. Proses pengujian sensor sharp

GP2Y0A21YK dapat dilihat pada Gambar 39 dan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 15 dan Tabel 16.



Gambar 39. Pengujian Sensor Sharp GP2Y0A21YK

Tabel 15. Hasil Pengujian Sensor Sharp dengan Mikrokontroller

No	Jarak	Nilai ADC	Jarak pada LCD (cm)	Error (%)
1	10	453	10	0
2	11	420	11	0
3	12	390	12	0
4	13	367	13	0
5	14	340	14	0
6	15	331	15	0
7	16	308	16	0
8	17	292	17	0
Rata-Rata Error				0

Tabel 16. Hasil Pengujian Sensor Sharp GP2Y0A21YK secara Analog

No	Jarak (cm)	Tegangan (V)	Jarak (cm)	Error (%)
1	10	2,3	9,55	4,5
2	11	2,1	10,67	3
3	12	2,0	11,31	5,75
4	13	1,9	12,04	7,3
5	14	1,8	12,9	7,8
6	15	1,7	13,8	8
7	16	1,6	14,8	7,5
8	17	1,5	16,04	5,64
Rata-Rata Error				6,18

#### Keterangan

- Jarak pada kolom pertama adalah jarak benda terhadap sensor yang dihitung jaraknya berdasarkan penggaris
- Jarak konversi berdasarkan nilai voltmeter dapat dihitung dengan rumus

$$Distance (mm) = 10 \times \left( \frac{147737}{Output\ voltage (mV) \times 10} \right)^{1.2134}$$

#### 6) Pengujian Sensor *Load cell*

Pengujian pada sensor *load cell* dilakukan dengan menggunakan Arduino Uno dan voltmeter. Memprogram Arduino uno menggunakan *software* Arduino IDE. Program yang ditulis pada Arduino IDE berisi perintah untuk menampilkan nilai ADC dari sensor *load cell* dan mengkonversikan nilai ADC menjadi satuan massa benda. Selain itu pin *output* dari sensor *load cell* juga dihubungkan dengan voltmeter untuk mengetahui tegangan *output* dari sensor. Pengujian dilakukan dengan mengganti massa yang ditaruh diatas sensor *load cell* dengan massa benda yang bervariasi sesuai massa yang sudah ditentukan pada Tabel 13. Data yang dikirim Arduino ditampilkan oleh LCD dengan menggunakan perantara modul I2C dan ditampilkan sesuai Gambar 40. Hasil Pengujian dari sensor *load cell* dapat dilihat pada Tabel 17 dan Tabel 18.



Gambar 40. Pengujian Sensor *Load cell*

Tabel 17. Hasil Pengujian Sensor *Load cell* dengan Mikrokontroler

No	Massa	Nilai ADC	Nilai Massa	Error (%)
1	50	122	52	4
2	100	146	104	4
3	150	175	154	2
4	200	199	206	3
5	250	225	258	3,2
6	300	249	310	3
7	400	296	413	3,2
8	500	343	515	3
Rata-Rata Error				3,175

Tabel 18. Hasil Pengujian Data Analog Sensor *Load cell*

No	Massa	Tegangan (V)	Massa (gr)	Error (%)
1	50	0,65	50	0
2	100	0,7	100	0
3	150	0,76	160	6,67
4	200	0,81	210	5
5	250	0,86	260	4
6	300	0,92	320	6,67
7	400	1,1	500	25
8	500	1,2	600	20
Rata-Rata Error				8,41

Keterangan:

Tegangan keluaran yang di dapatkan bisa dikonversikan menjadi nilai beban dengan rumus:

$$\text{Measure Force} = A \times \text{Measure mV/V} + B (\text{Offset})$$

- Kapasitas =  $A \times \text{Rated Output}$

$$A = \text{Kapasistas} / \text{Rated Output}$$

$$A = 1 / 1.0$$

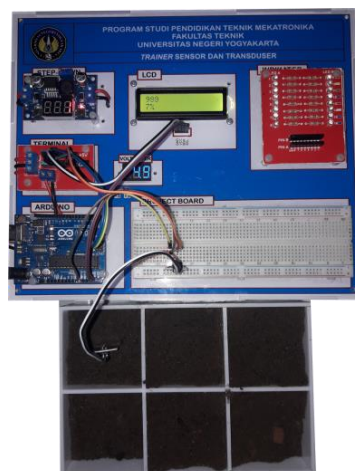
$$A = 1$$

- Offset =  $0-1 \times \text{tegangan keluaran tanpa beban}$

Hasil konversi dari tegangan pada akhirnya menjadi satuan besaran massa (gr).

#### 7) Pengujian Sensor *Humidity*

Pengujian sensor *humidity* dilakukan dengan merangkai sensor *humidity* dengan Arduino Uno dan voltmeter. Arduino Uno di program dengan menggunakan *software* Arduino IDE. Program yang ditulis pada *software* berisi perintah untuk menampilkan nilai ADC sensor *humidity* serta mengkonversi nilai tegangan keluaran dari sensor *humidity* menjadi satuan kelembapan. Pengujian dilakukan dengan menancapkan sensor pada tanah dengan kedalaman 2-3 cm dari permukaan tanah. *Hardware* sensor *humidity* menyediakan 6 tempat, dimana setiap tempat memiliki nilai kelembapan tanah yang berbeda-beda. Data yang ditampilkan pada LCD merupakan data ADC sensor yang dihubungkan dengan pin A0 pada Arduino. Selain tegangan keluaran dari pin A0 sensor *humidity* dihubungkan ke voltmeter yang terdapat pada media pembelajaran untuk menampilkan data tegangan *output* pada sensor. Pengujian sensor *humidity* dapat dilihat pada Gambar 41. Tabel pengujian sensor dapat dilihat pada Tabel 19 dan Tabel 20.



Gambar 41. Pengujian Sensor *Humidity*

Tabel 19. Hasil Pengujian Sensor *Humidity*

No	Kondisi Tanah	Pengukuran kelembapan dengan alat (%RH)	Nilai ADC	Kelembapan pada LCD (%RH)	Error (%)
1	Wadah 1	7%	991	7%	0
2	Wadah 2	42%	807	40%	5
3	Wadah 3	58%	701	60%	3
4	Wadah 4	30%	842	34%	13
5	Wadah 5	55%	692	61%	10.9
6	Wadah 6	20%	890	24%	20
Rata – Rata error					8,65

Tabel 20. Hasil Pengujian Data Analog Sensor *Humidity*

No	Kondisi Tanah	Pengukuran kelembapan dengan alat (%RH)	Tegangan pada voltmeter (V)	Kelembapan (%RH)	Error (%)
1	Wadah 1	7%	4.9	4	42
2	Wadah 2	42%	4.0	40	4
3	Wadah 3	58%	3.5	60	3
4	Wadah 4	30%	4.2	32	6
5	Wadah 5	55%	3.5	60	9
6	Wadah 6	20%	4.4	24	20
Rata – Rata error					14

Keterangan:

Mengkonversi nilai analog harus mengetahui nilai maksimal dan nilai minimal dari kelembapan terlebih dahulu

Nilai Maksimal : 2,5V

Nilai Minimal : 5V

Perhitungan:

Setelah diketahui nilai diatas cara mengetahui perubahan 1% RH pada sensor bisa diketahui dengan menggunakan rumus dibawah ini

$(\text{Batas bawah} - \text{batas atas})/100\% = \text{nilai perubahan setiap } 1\%$

$$(5V - 2,5)/100\% = 0,025V/\%RH$$

Setelah diketahui perubahan setiap satuan RH maka bisa mencari nilai kelembapan berdasar tegangan adalah:

$$(\text{Batas bawah} - \text{tegangan pengukuran})/0,025V$$

#### 8) Hasil Pengujian Media Pembelajaran

Hasil Pengujian dari setiap komponen yang digunakan dalam media pembelajaran sensor, kemudian dilanjutkan dengan mengisi tabel *black box* untuk memastikan bahwa kondisi komponen yang digunakan dalam media pembelajaran mempunyai hasil dan kondisi yang diharapkan. Hasil pengujian black box dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 21. Hasil Pengujian Komponen pada Media Pembelajaran

Blok Rangkaian	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Simpulan
<i>Stepdown</i>	Memutar potensi ke kanan dan ke kiri	Diputar ke kanan tegangan bertambah dan sebaliknya	Sesuai	Valid
Blok Terminal	Mengukur tegangan <i>output</i> dengan voltmeter	Tegangan yang terukur $\pm 5VDC$	Sesuai	Valid
LCD	Menampilkan tulisan dengan memprogram Arduino	Menampilkan tulisan “pengujian LCD” pada baris pertama LCD	Sesuai	Valid
LED indikator	Memberi tegangan sumber dari baterai multimeter	Setiap LED menyala	Sesuai	Valid
Sensor Sharp GP2Y0A2 1YK	Mendekatkan atau menjauhkan benda terhadap sensor sharp GP2Y0A21YK	Terjadi perubahan nilai jarak	Sesuai	Valid

Tabel 21(Lanjutan)

Blok Rangkaian	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Simpulan
Sensor <i>Load cell</i>	Menambah atau mengurangi massa benda diatas sensor	Terjadi perubahan nilai beban	Sesuai	Valid
Sensor <i>Humidity</i>	Menancapkan sensor di beberapa jenis tanah yang berbeda	Terjadi perubahan kadar kelembapan tanah	Sesuai	Valid

c. Pembuatan Buku Petunjuk Untuk Mahasiswa

Buku pedoman mahasiswa berupa labsheet berisi tentang pembelajaran materi sensor dan tranduser, alat dan bahan yang digunakan untuk praktikum, keselamatan kerja, langkah kerja praktikum, tabel pengisian data praktikum, dan kesimpulan hasil praktikum. Pembuatan labsheet digunakan untuk mempermudah mahasiswa dalam melaksanakan praktikum. Sampul buku praktik mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 42.



Gambar 42. Labsheet Mahasiswa

d. Pembuatan Buku Pegangan Dosen

Modul pembelajaran berisikan panduan pengoperasian, materi dan jobsheet. Panduan pengoperasian berisikan pengenalan dan langkah langkah untuk



mengoperasikan media pembelajaran trainer kit sensor dan transduser. Selain itu panduan pengoperasian juga memuat pengenalan, konsep dan sebagainya. Pembuatan modul materi ini bertujuan untuk memudahkan dosen dalam menjelaskan sensor sharp GP2Y0A21YK, *load cell* dan *humidity* kepada mahasiswa.



Gambar 43. Modul Materi untuk Dosen

e. Uji Kelayakan

Tahap uji kelayakan media dan materi dilakukan oleh masing-masing dua orang *expert judgement* (ahli). Pengujian oleh ahli media dan materi ini dilakukan untuk mendapatkan pernyataan bahwa media yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran. Ahli-ahli yang melakukan media pengujian kelayakan materi dan media merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY. Ahli materi dan ahli media memberikan penilaian, masukan dan saran pada media maupun materi pembelajaran yang telah dibuat.

Penilaian pada media pembelajaran terdiri dari 3 aspek penilaian yang diantaranya yaitu: (1) kemanfaatan media, (2) Perangkat media, (3) kemudahan penggunaan. Hasil penilaian ahli media ditunjukkan oleh Tabel 22.

Tabel 22. Penilaian Ahli Media

Aspek	No butir	Ahli Media 1	Ahli Media 2
Kemanfaatan media	1	3	3
	2	4	3
	3	3	3
	4	3	3
	5	4	3
	6	4	3
	7	4	3
	8	3	3
	9	4	3
	10	4	3
Perangkat media	11	3	3
	12	3	3
	13	3	3
	14	4	3
	15	4	3
	16	4	3
Kemudahan penggunaan	17	3	1
	18	3	3
	19	3	3
	20	3	3
	21	3	3
	22	3	3

Penilaian media pembelajaran dari segi materi terdiri dari 3 aspek penilaian yang diantaranya yaitu: (1) relevansi materi dengan tujuan pembelajaran, (2) penyajian, (3) Bahasa. Hasil pengujian ahli materi ditunjukkan pada table 20.

Tabel 23. Hasil Penilaian Ahli Materi

Aspek	Indikator	Ahli Materi 1	Ahli Materi 2
Relevansi materi dengan tujuan pembelajaran	1	4	4
	2	4	4
	3	3	4
	4	3	4
	5	3	3
Penyajian	6	3	3
	7	3	3
	8	3	3
	9	3	3
	10	3	3

Tabel 23 (Lanjutan)

Aspek	Indikator	Ahli Materi 1	Ahli Materi 2
Penyajian	11	3	3
	12	3	4
	13	3	4
	14	4	3
	15	4	4
	16	3	4
	17	4	4
	18	3	4
Bahasa	19	3	3
	20	3	3
	21	3	3
	22	3	3

## f. Melakukan Revisi

Hasil validasi dari para ahli terdapat saran-saran yang digunakan untuk memperbaiki media pembelajaran agar bisa lebih baik lagi. Perbaikan dilakukan untuk mendukung media pembelajaran tersebut. Saran dan masukan diberikan oleh para ahli saat melakukan uji kelayakan. Hasil dari pengujian media dan materi oleh ahli media dan ahli materi menyatakan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan layak digunakan dengan perbaikan dengan saran yang diberikan. Saran dari oleh para ahli ditunjukkan pada Tabel 24 dan Tabel 25.

Tabel 24. Saran dan Perbaikan Materi Pembelajaran

No	Validator	Saran dan Perbaikan
1	Herlambang Sigit Pramono, M.T., M.Cs.	1. Penulisan memakai istilah baku 2. Langkah kerja lebih diperinci dan diperjelas 3. Modul diberikan identitas
2	Amelia Fauziah Husna, M.Pd.	1. Berikan gambar rangkaian antar sensor dan Arduino dengan jelas. 2. Berikan keterangan yang jelas pada symbol symbol yang digunakan. 3. Berikan penjelasan pada gambar yang dicantumkan

Tabel 25. Saran dan Perbaikan Media Pembelajaran

No	Validator	Saran dan Perbaikan
1	Sigit Yatmono. M.T	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pada jobsheet tentang <i>load cell</i> masih ada kekurangan</li> <li>2. Pada langkah untuk sensor jarak juga masih kekurangan</li> <li>3. File library yang dibutuhkan untuk pemrograman Arduino lebih baik sudah disiapkan dalam folder tertentu tanpa perlu download terlebih dahulu</li> <li>4. Pada modul sensor dan transduser baiknya ditambah kekurangan masing masing bagian sensor (cara penggunaan)</li> <li>5. Dalam trainer ada bagian modul yang tidak dipergunakan yaitu bagian led pin A dan pin B, di jobsheet tidak digunakan sebagai penanda. Perlu dipertahankan atau dicabut saja.</li> </ol>
2	Andik Asmara, M.Pd.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gambar dibuat proporsional dan diperjelas</li> <li>2. Sumber referensi diperbanyak dari buku atau jurnal</li> <li>3. Kop jobsheet diperbaiki</li> <li>4. Buku panduan belum ada, dibuat seperti sop pengoperasian trainer, beda dengan modul</li> </ol>

#### 4. Hasil Proses implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi dilakukan di program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik UNY. Media pembelajaran di implementasikan pada 20 mahasiswa. Mahasiswa akan diberikan informasi untuk membawa peralatan guna mendukung proses implementasi. Selanjutnya mahasiswa melakukan praktik menggunakan media pembelajaran sesuai labsheet yang disediakan. Setelah melakukan praktikum, mahasiswa diminta untuk memberikan penilaian, kritik dan saran terhadap media pembelajaran yang sudah dilaksanakan. Penilaian yang dilakukan mahasiswa berupa pengisian angket

yang berjumlah 22 butir. Hasil dari implementasi untuk mendapatkan uji keleyakan dari pengguna dapat dilihat pada Tabel 26.

Tabel 26. Hasil Uji Kelayakan oleh Pengguna

No	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Presentase	Kategori
1	Kualitas isi dan tujuan	23,87	85,24%	Sangat Layak
2	Kualitas pembelajaran	36,6	83,18%	Layak
3	Kualitas penggunaan	12,8	80%	Layak
Total Aspek Keseluruhan		73,267	83,26%	Layak

## 5. Hasil Proses Evaluasi (*Evaluation*)

### a. Revisi Tahap Pertama

Revisi tahap pertama adalah revisi yang didasarkan atas kritik dan saran dari ahli media maupun ahli materi. Revisi dilakukan sebelum masuk pada tahap implementasi pengguna. Perbaikan dilakukan guna meningkatkan dan menyempurnakan media pembelajaran agar lebih layak sebelum dilakukan uji coba pada pengguna. Berikut merupakan kritik dan saran dari para ahli:

#### 1) Ahli Media

- Pada jobsheet tentang *load cell* masih ada kekurangan
- Pada langkah untuk sensor jarak juga masih kekurangan
- File library yang dibutuhkan untuk pemrograman Arduino lebih baik sudah disiapkan dalam folder tertentu tanpa perlu download terlebih dahulu
- Pada modul sensor dan tranduser baiknya ditambah kekurangan masing masing bagian sensor (cara penggunaan)
- Dalam trainer ada bagian modul yang tidak dipergunakan yaitu bagian led pin A dan pin B, di jobsheet tidak digunakan sebagai penanda. Perlu dipertahankan atau dicabut saja.

- f) Gambar dibuat proporsional dan diperjelas
- g) Sumber referensi diperbanyak dari buku atau jurnal
- h) Kop jobsheet diperbaiki
- i) Buku panduan belum ada, dibuat seperti sop pengoperasian trainer, beda dengan modul
- j) Banyak kalimat instrument yang diulang

## **2) Ahli Materi**

- a) Penulisan memakai istilah baku
- b) Langkah kerja lebih diperinci dan diperjelas
- c) Modul diberikan identitas
- d) Berikan gambar rangkaian antar sensor dan Arduino dengan jelas.
- e) Berikan keterangan yang jelas pada symbol symbol yang digunakan.
- f) Berikan penjelasan pada gambar yang dicantumkan

### **b. Revisi Tahap Kedua**

Revisi tahap kedua merupakan revisi yang didasarkan atas saran dari hasil uji coba media pembelajaran pada pengguna. Pengujian dilakukan pada 20 responden yang merupakan mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika angkatan 2017. Saran yang diberikan oleh mahasiswa responden antara lain:

- 1) Dalam pembuatan jobsheet harap diperbaiki dalam hal gambar, supaya lebih jelas.
- 2) Penjelasan rumus kurang jelas, jobsheet bagian rangkaian elektronik masih kurang jelas.

- 3) Tingkatkan desain dan keaktifan media.

## B. Analisis Data

### 1. Analisis data kelayakan media

#### a. Ahli Media

Penilaian materi dilakukan oleh dua ahli materi berdasarkan beberapa aspek, aspek-aspek tersebut adalah (1) kemanfaatan media, (2) perangkat media, (3) kemudahan penggunaan. Nilai yang diberikan para ahli nantinya akan diakumulasikan dan dibandingkan dengan kategori penilaian kelayakan materi. Katerogi penilaian materi ditunjukkan oleh Tabel 27. Data Hasil Penilaian oleh Ahli media dapat dilihat pada Tabel 28.

Tabel 27. Kategori Penilaian Kelayakan Media

Kategori Penilaian	Kemanfaatan Media	Perangkat Media	Kemudahan penggunaan	Keseluruhan
Sangat Layak	$34 \leq X \leq 40$	$20,4 \leq X \leq 24$	$20,4 \leq X \leq 24$	$74,8 \leq X \leq 88$
Layak	$28 \leq X \leq 34$	$16,8 \leq X \leq 20,4$	$16,8 \leq X \leq 20,4$	$61,6 \leq X \leq 74,8$
Cukup Layak	$22 \leq X \leq 28$	$13,2 \leq X \leq 16,8$	$13,2 \leq X \leq 16,8$	$48,4 \leq X \leq 61,6$
Kurang Layak	$16 \leq X \leq 22$	$16 \leq X \leq 13,2$	$9,6 \leq X \leq 13,2$	$35,2 \leq X \leq 48,4$
Tidak Layak	$10 \leq X \leq 16$	$6 \leq X \leq 16$	$6 \leq X \leq 9,6$	$22 \leq X \leq 35,2$

Tabel 28. Data Hasil Penilaian Media oleh Para Ahli

Data Hasil Penilaian Media				
	Aspek Kemanfaatan	Aspek Perangkat	Aspek Penggunaan	Total
Skor Maks	40	24	24	88
Skor Min	10	6	6	22
Skor Ahli 1	36	21	18	75
Skor Ahli 2	30	18	16	64
Rerata Skor Ahli	33	19,5	17	69,5
Presentase	82,50%	81,25%	70,83%	78,98%

Berdasarkan data yang diperoleh, penilaian media pembelajaran oleh dua ahli media dari segi aspek kemanfaatan media pembelajaran mendapatkan nilai rata-rata 33 dari maksimal skor 40 dan skor minimal 10, yang berarti aspek kemanfaatan media pembelajaran masuk dalam kategori layak dengan presentase skor 82,50%. Penilaian dua ahli media dari segi aspek perangkat mendapatkan nilai rata-rata 19,5 dari maksimal skor 24 dan dari skor minimal 6, yang berarti aspek perangkat media pembelajaran masuk dalam kategori layak dengan presentase 81,25%. Penilaian oleh dua ahli media dari segi aspek penggunaan mendapatkan nilai rata-rata 17 dari nilai maksimal 24 dan skor minimal 6, yang berarti aspek bahasa media pembelajaran masuk dalam kategori layak dengan presentase 70.83%.

Berdasarkan 3 aspek yang dinilai oleh dua ahli media, secara keseluruhan uji kelayakan materi media pembelajaran mendapatkan rata-rata skor 69,5 dari nilai maksimal 88 dan skor minimal 22, yang berarti masuk dalam kategori layak dengan presentase 78,98%.

#### **b. Ahli Materi**

Penilaian materi dilakukan oleh dua ahli materi berdasarkan beberapa aspek, aspek-aspek tersebut adalah (1) Aspek relevansi, (2) Aspek Penyajian, dan (3) Aspek bahasa. Nilai yang diberikan para ahli nantinya akan diakumulasikan dan dibandingkan dengan kategori penilaian kelayakan materi. Katerogi penilaian materi ditunjukkan oleh Tabel 30.



Tabel 29. Kategori Penilaian Kelayakan Materi

Kategori Penilaian	Aspek Relevansi	Aspek Penyajian	Aspek Bahasa	Keseluruhan
Sangat Layak	$17 \leq X \leq 20$	$44,2 \leq X \leq 52$	$13,6 \leq X \leq 16$	$74,8 \leq X \leq 88$
Layak	$14 \leq X \leq 17$	$36,4 \leq X \leq 44,2$	$11,2 \leq X \leq 13,6$	$61,6 \leq X \leq 74,8$
Cukup Layak	$11 \leq X \leq 14$	$28,6 \leq X \leq 36,4$	$8,8 \leq X \leq 11,2$	$48,4 \leq X \leq 61,6$
Kurang Layak	$8 \leq X \leq 11$	$20,8 \leq X \leq 28,6$	$6,4 \leq X \leq 8,8$	$35,2 \leq X \leq 48,4$
Tidak Layak	$5 \leq X \leq 8$	$13 \leq X \leq 20,8$	$4 \leq X \leq 6,4$	$22 \leq X \leq 35,2$

Tabel diatas menunjukkan nilai interval dari berbagai kategori disetiap penilaian. Nilai interval yang ditentukan tersebut menjadi acuan untuk menentukan kategori kelayakan media pembelajaran. Data yang didapat dari penilaian ahli media dapat dilihat pada Tabel 27.

Tabel 30. Data Hasil Penilaian Materi oleh Para Ahli

Data Hasil Penilaian Media				
	Aspek Relevansi	Aspek Penyajian	Aspek Bahasa	Total
Skor Maks	20	52	16	88
Skor Min	5	13	4	22
Skor Ahli 1	17	42	12	71
Skor Ahli 2	19	45	12	76
Rerata Skor Ahli	18	43,5	12	73,5
Presentase	90%	83,65%	75%	83,52%

Berdasarkan data yang diperoleh, penilaian media pembelajaran oleh dua materi ahli dari segi aspek relevansi mendapatkan nilai rata-rata 18 dari maksimal skor 20, yang berarti aspek relevansi media pembelajaran masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase skor 90%. Penilaian dua ahli materi media pembelajaran dari segi aspek penyajian mendapatkan nilai rata-rata 43,5 dari maksimal skor 52 dan dari skor minimal 13, yang berarti aspek penyajian media

pembelajaran masuk dalam kategori layak dengan presentase 83,65%. Penilaian oleh dua ahli materi dari segi aspek bahasa mendapatkan nilai rata-rata 12 dari nilai maksimal 16 dan skor minimal 4, yang berarti aspek bahasa media pembelajaran masuk dalam kategori layak dengan presentase 75%.

Berdasarkan 3 aspek yang dinilai oleh dua ahli materi, secara keseluruhan uji kelayakan materi media pembelajaran mendapatkan rata-rata skor 73,5 dari nilai maksimal 88 dan skor minimal 22, yang berarti masuk dalam kategori layak dengan presentase 83,52%.

## 2. Uji Pengguna

Pengujian dilakukan kepada mahasiswa yang pernah mengikuti mata kuliah sensor praktik dan transduser. Nilai yang diberikan akan diakumulasikan dan dibandingkan dengan kategori penilaian pengguna. Kategori penilaian pengguna ditunjukkan oleh Tabel 28.

Tabel 31. Kategori Penilaian Pengguna

Kategori Penilaian	Interval Kualitas Isi dan Tujuan	Interval Pembelajaran	Interval Penggunaan	Keseluruhan
Sangat Layak	$23,8 \leq X \leq 28$	$37,4 \leq X \leq 44$	$13,6 \leq X \leq 16$	$74,8 \leq X \leq 88$
Layak	$19,6 \leq X \leq 23,8$	$30,8 \leq X \leq 37,4$	$11,2 \leq X \leq 13,6$	$61,6 \leq X \leq 74,8$
Cukup Layak	$15,4 \leq X \leq 19,6$	$24,2 \leq X \leq 30,8$	$8,8 \leq X \leq 11,2$	$48,4 \leq X \leq 61,6$
Kurang Layak	$11,2 \leq X \leq 15,4$	$17,6 \leq X \leq 24,2$	$6,4 \leq X \leq 8,8$	$35,2 \leq X \leq 48,4$
Tidak Layak	$7 \leq X \leq 11,2$	$11 \leq X \leq 17,6$	$4 \leq X \leq 6,4$	$22 \leq X \leq 35,2$

Masing-masing aspek yang dikemukakan pada tabel diatas memiliki nilai interval yang berbeda disetiap kategori. Nilai diatas menjadi acuan untuk

menentukan kategori kelayakan media pembelajaran oleh pengguna. Data yang didapat dari penilaian dapat dilihat pada Tabel 33.

Tabel 32. Data Hasil Penilaian oleh Pengguna

<b>Data Hasil Penilaian Media</b>				
	<b>Aspek kualitas Isi dan Tujuan</b>	<b>Aspek Pembelajaran</b>	<b>Aspek Penggunaan</b>	<b>Total</b>
Skor Maks	28	44	16	88
Skor Min	7	11	4	22
Rerata Skor	23,867	36,6	12,8	73,267
Presentase	85,24%	83,18%	80%	83,26%

Berdasarkan data yang diperoleh, penilaian aspek kualitas isi dan tujuan mendapatkan nilai rata-rata skor 23,867 dari nilai maksimal 28 dan nilai minimal 7, yang berarti aspek kualitas isi dan tujuan masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase 85,24%. Penilaian aspek pembelajaran mendapatkan nilai rata-rata skor 36,6 dari skor maksimal 44 dan skor minimal 11, yang berarti aspek pembelajaran masuk dalam kategori layak dengan presentase 83,18%. Penilaian aspek penggunaan mendapatkan skor rata-rata 12,8 dari nilai maksimal 16 yang bisa didapatkan dan skor minimal 4, yang berarti aspek penggunaan masuk dalam kategori layak dengan presentase 80%.

Berdasarkan 3 aspek yang diperoleh dari penilaian oleh pengguna, secara keseluruhan uji kelayakan oleh pengguna mendapatkan rata-rata skor 73,267 dari skor maksimal 88 dan skor minimal 22, yang berarti uji kelayakan oleh pengguna masuk dalam kategori layak dengan presentase 83,26%.

### 3. Uji Reabilitas

Uji reabilitas dilakukan dengan menggunakan instrument pengguna. Pengujian reabilitas instrumen pengguna menggunakan rumus *alpha cronbah*.

Perhitungan untuk mendapatkan hasil pengujian reabilitas instrument menggunakan *software* Microsoft Excel. Hasil pengujian reabilitas instrument dapat dilihat pada Tabel 34.

Tabel 33. Hasil Reabilitas Instrumen Responden

Jumlah Responden (N)	30
Banyaknya Butir Soal (n)	22
Varian Skor Belahan 1	7,757471
Varian Skor Belahan 2	8,24023
Varian Total $\sigma_t^2$	27,30575
Reabilitas ( $r_{11}$ )	0,82825
Kategori	Reabilitas Sangat Tinggi

Berdasarkan table diatas, hasil reabilitas instrument yang diterapkan pada pengguna mendapatkan kategori rebilitas sangat tinggi. Uji coba dilakukan pada 30 mahasiswa dengan 22 butir soal. Hasil pengujian instrument menghasilkan varian belahan satu 7,757471 dan varian belahan dua 8,24023 dengan varian total 27,30575 dan reabilitas mendapatkan nilai 0,82825. Perhitungan uji reabilitas dapat dilihat pada Lampiran 14.

### C. Kajian Produk

Media pembelajaran trainer kit sensor dan tranduser dikembangkan menggunakan penelitian model ADDIE menurut Robert Maribe Branch. Media pembelajaran tersusun dengan 3 sensor sebagai komponen utama yaitu: sensor IR sharp GP, sensor *Load cell*, dan sensor humidity. Media pembelajaran ini juga dilengkapi dengan komponen lain untuk mendukung sensor-sensor yang digunakan, diantaranya ada Arduino UNO yang digunakan sebagai mikrontroller untuk mengakses sensor tersebut, juga terdapat tambahan komponen untuk menampilkan data sensor yang sudah terlebi dahulu diakses dengan

mikrokontroller, diantaranya ada LCD 16x2 yang digunakan untuk menampilkan berbagai macam bentuk data seperti nilai ADC, nilai yang sudah dikonversikan menjadi satuan besaran lain serta terdapat voltmeter yang digunakan untuk menampilkan tegangan keluaran dari sensor.

Labsheet juga dibuat dengan tujuan sebagai pendamping untuk media pembelajaran yang isinya terdapat tujuan dari pembelajaran, materi singkat sensor yang bisa digunakan sebagai acuan praktik, mengetahui alat dan bahan yang diperlukan untuk praktik, keselamatan kerja, langkah-langkah kerja untuk mengakses sensor tersebut, dan latihan soal untuk memperdalam materi tentang sensor yang dipraktikan. Buku panduan sensor yang dikembangkan berisi penjelasan tentang media pembelajaran yang dikembangkan, cara menggunakan media pembelajaran, serta materi sensor Sharp GP2Y0A21YK, *load cell* dan *humidity*. Buku modul tersebut sebagai pegangan dosen untuk menjelaskan tentang media pembelajaran sensor yang akan di praktikan sebelum melakukan kegiatan praktik.

Tahap pengujian media pembelajaran melewati beberapa tahap pengujian yang dilakukan oleh ahli media, ahli materi dan pengguna. Pengujian oleh ahli media dilakukan oleh dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY Bapak Sigit Yatmono, M.T, menyatakan bahwa media pembelajaran layak digunakan dengan perbaikan serta Bapak Andik Asmara M.Pd. menyatakan bahwa media pembelajaran layak digunakan dengan revisi. Pengujian media dari segi materi dilakukan oleh dua ahli materi yang merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY bapak Herlambang Sigit Pramono, M.T., M.Cs. menyatakan bahwa

media pembelajaran layak digunakan dengan revisi dan ibu Amelia Fauzia Husna, M.Pd menyatakan bahwa media pembelajaran layak digunakan dengan revisi.

#### **D. Pembahasan Hasil Penelitian**

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

##### **1. Pengembangan media pembelajaran sensor beban *load cell*, inframerah sharp GP2Y0A21YK, dan humidity YL-69 untuk mata kuliah praktik sensor dan tranduser.**

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dikemukakan pada mata kuliah sensor dan tranduser di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY kemudian dijadikan acuan untuk pengembangan mengenai media pembelajaran sensor dan tranduser. Media pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti mempunyai tiga sensor yang setiap sensor yang digunkana sebagai penelitian mempunyai data analog dan digital.

Proses pengembangan media pembelajaran mempunyai beberapa tahap seperti analisis kebutuhan yaitu tahap yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan yang akan digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran yang akan dibuat. Perancangan media terdiri dari merancang *hardware* dan merancang elektronik yang akan digunakan dalam media pembelajaran. Tahap selanjutnya adalah pembuatan buku petunjuk untuk mahasiswa berupa labsheet yang digunakan untuk acuan dalam melakukan praktikum serta pembuatan modul untuk dosen sebagai acuan penggunaan alat dan materi-materi dasar.

Produk media pembelajaran yang sudah dibuat selanjutnya dilakukan pengujian oleh ahli media dan ahli materi untuk mendapatkan kelayakan sebagai sebuah media pembelajaran. Masukan dan saran dari ahli digunakan sebagai revisi untuk membuat media pembelajaran layak diimplementasikan kepada pengguna. Setelah mendapatkan validasi atau kelayakan oleh para ahli dan telah dilakukan perbaikan berdasarkan saran dari para ahli, selanjutnya dilakukan pengujian oleh pengguna. Tahap ini juga mendapatkan saran perbaikan yang diberikan oleh pengguna (mahasiswa).

## **2. Unjuk kerja media pembelajaran sensor beban *load cell*, inframerah sharp GP2Y0A21YK, dan humidity YL-69 untuk mata kuliah praktik sensor dan transduser.**

Unjuk kerja dari hasil pengujian terhadap sensor media pembelajaran sensor beban *load cell*, inframerah sharp GP2Y0A21YK, dan *humidity* YL-69 diuraikan sebagai berikut:

### *a. Stepdown*

Pengujian modul *step down* menunjukkan bahwa ketika *input* pada modul diukur dengan menggunakan voltmeter menunjukkan nilai 10,4 VDC, potensio diputar searah jarum jam maka tegangan keluaran pada stepdown akan naik, dan jika potensio diputar berlawanan arah jarum jam maka nilai tegangan keluaran pada stepdown akan menurun. Pada media pembelajaran ini tegangan keluaran stepdown akan diatur pada tegangan 5,1 VDC. Pengujian modul stepdown menunjukkan bahwa modul berfungsi dengan baik.

b. Blok terminal

Pengujian pada blok terminal menunjukkan bahwa ketika pin 5V diukur dengan voltmeter menunjukkan nilai  $\pm 5\text{VDC}$ . Meskipun tegangan pada terminal tidak setiap pin tidak menunjukkan angka 5V tapi masih dalam rentang 4,7 – 5,1, nilai tersebut masih dalam nilai toleransi yang diperbolehkan. Hasil pengujian menunjukkan blok terminal dapat berfungsi dengan baik.

c. Indikator

Pengujian indicator led menunjukkan bahwa ketika masing-masing LED pada media pembelajaran diberikan sumber baterai yang berasal dari terminal menyebabkan LED menyala. Pengujian dilakukan satu persatu pada LED dan hasil uji coba LED semuanya berhasil menyala. Pengujian LED menunjukkan bahwa modul *indicator* pada media pembelajaran berfungsi dengan baik.

d. Sensor *Load cell*

Pengujian terhadap modul sensor *Load cell* dilakukan dengan menaruh beban dan diletakkan diatas *load cell*. Data yang terbaca pada LCD adalah ketika terdapat beban diletakkan diatas *load cell* maka beban yang terbaca akan semakin berat. Ketika beban *load cell* dan benda yang diletakkan load semakin bertambah, tegangan keluaran sensor yang terbaca pada voltmeter akan semakin tinggi dan pembacaan masa di tampilan LCD akan bertambah, juga sebaliknya ketika benda diatas *load cell* semakin sedikit maka tegangan keluaran pada voltmeter juga semakin rendah dan pembacaan di tampilan LCD akan semakin berkurang.



e. Sensor Sharp GP2Y0A21YK

Pengujian sensor sharp dilakukan dengan memprogram arduino yang sudah dihubungkan ke sensor sharp. Jika rangkaian sudah terhubung yang perlu dilakukan selanjutnya adalah menggerakkan benda yang menjadi pemantul dari IR sensor sharp. Semakin jauh benda dari sensor maka pembacaan voltmeter akan semakin tinggi, dan juga pembacaan tampilan LCD bertambah pada nilai jaraknya. Dan sebaliknya jika benda semakin dekat dengan sensor maka pembacaan voltmeter akan semakin rendah dan pembacaan nilai jarak pada tampilan LCD akan semakin berkurang. Berdasarkan pengujian diatas, menunjukkan bahwa sensor sharp dapat berfungsi dengan baik.

f. Sensor *Humidity*

Pengujian pada modul sensor *humidity* menunjukkan bahwa ketika sensor ditancapkan pada tanah yang dalam kondisi kering maka besaran nilai kelembapan akan kecil, tapi nilai voltmeter akan menunjukkan nilai yang tinggi. Begitu sebaliknya, jika sensor ditancapkan pada kondisi tanah yang lembab maka nilai kelembapan pada LCD akan menunjukkan nilai kelembapan yang tinggi tapi nilai voltmeter akan menunjukkan nilai rendah. Hasil pengujian menunjukkan modul sensor *humidity* dapat berfungsi dengan baik.

**3. Tingkat kelayakan media pembelajaran sensor beban *load cell*, inframerah sharp GP2Y0A21YK, dan humidity YL-69 untuk mata kuliah praktik sensor dan tranduser?**

Tingkat kelayakan media pembelajaran sensor *load cell*, sharp GP2Y0A21YK dan *humidity* diketahui dengan memberikan angket kepada ahli

media, ahli materi dan 30 responden yang merupakan mahasiswa pendidikan teknik mekatronika. Berikut ini merupakan hasil dari penilaian angket ahli media, ahli materi dan pengguna:

a. Uji Kelayakan Media

Penilaian oleh dua ahli media, tingkat kelayakan media pembelajaran dari aspek kemanfaatan mendapatkan nilai 33 dari skor maksimal 40 dan skor minimal 10, yang berarti aspek kemanfaatan media pembelajaran masuk dalam kategori layak dengan presentase skor 82,50%. Penilaian dari segi aspek perangkat mendapatkan nilai rata-rata 19,5 dari maksimal skor 24 dan dari skor minimal 6, yang berarti aspek perangkat media pembelajaran masuk dalam kategori layak dengan presentase 81,25%. Penilaian dari segi aspek penggunaan mendapatkan nilai rata-rata 17 dari nilai maksimal 24 dan skor minimal 6, yang berarti aspek bahasa media pembelajaran masuk dalam kategori layak dengan presentase 70.83%. Dari hasil yang diperoleh uji kelayakan materi media pembelajaran mendapatkan rata-rata skor 69,5 dari nilai maksimal 88 dan skor minimal 22, yang berarti masuk dalam kategori layak dengan presentase 78,98%.

b. Uji Kelayakan Materi

Penilaian oleh dua ahli materi, untuk aspek relevansi mendapatkan nilai rata-rata 18 dari maksimal skor 20, yang berarti aspek relevansi media pembelajaran masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase skor 90%. Penilaian dari segi aspek penyajian mendapatkan nilai rata-rata 43,5 dari maksimal skor 52 dan dari skor minimal 13, yang berarti aspek penyajian media pembelajaran masuk dalam kategori layak dengan presentase 83,65%. Penilaian dari segi aspek

bahasa mendapatkan nilai rata-rata 12 dari nilai maksimal 16 dan skor minimal 4, yang berarti aspek bahasa media pembelajaran masuk dalam kategori layak dengan presentase 75%. Dari hasil tersebut diperoleh rata-rata skor 73,5 dari nilai maksimal 88 dan skor minimal 22, yang berarti masuk dalam kategori layak dengan presentase 83,52%.

c. Uji Kelayakan Pengguna

Pengujaian dilakukan oleh 30 mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika UNY. Penilaian aspek kualitas isi dan tujuan mendapatkan nilai rata-rata skor 23,867 dari nilai maksimal 28 dan nilai minimal 7, yang berarti aspek kualitas isi dan tujuan masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase 85,24%. Penilaian aspek pembelajaran mendapatkan nilai rata-rata skor 36,6 dari skor maksimal 44 dan skor minimal 11, yang berarti aspek pembelajaran masuk dalam kategori layak dengan presentase 83,18%. Penilaian aspek penggunaan mendapatkan skor rata-rata 12,8 dari nilai maksimal 16 yang bisa didapatkan dan skor minimal 4, yang berarti aspek penggunaan masuk dalam kategori layak dengan presentase 80%. Berdasarkan 3 aspek yang diperoleh dari penilaian oleh pengguna, mendapatkan rata-rata skor 73,267 dari skor maksimal 88 dan skor minimal 22, yang berarti uji kelayakan oleh pengguna masuk dalam kategori layak dengan presentase 83,26%.