

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Penelitian media pembelajaran elektrokardiografi ini menggunakan model penelitian dan pengembangan ADDIE. Tahap ini dilakukannya analisis kebutuhan *Audience*, *Objective* dan *Media Analysis*. *Audience Analysis* untuk mengidentifikasi latar belakang, karakteristik pembelajaran dan pengetahuan mahasiswa. *Objective Analysis* untuk menganalisis media praktik dan RPS pada mata kuliah praktik instrumentasi dan elektronika medis. *Task Analysis* untuk mengidentifikasi tugas agar tercapainya tujuan pembelajaran. *Media analysis* untuk mengidentifikasi media yang diterapkan pada kegiatan pembelajaran.

##### a. Analisis Peserta (*Audience Analysis*)

Analisis peserta untuk mengetahui latar belakang, karakteristik pembelajaran dan pengetahuan awal mahasiswa. Hasil observasi yang diperoleh yaitu sebagian besar mahasiswa belum memiliki pengetahuan tentang elektronika medis dan praktikum sebelumnya belum mendapat materi tentang elektrokardiografi. Dapat dilihat pada lampiran 3.

##### b. Analisis Tujuan (*Objective Analysis*)

Analisis Tujuan bertujuan untuk menyesuaikan media pembelajaran dengan RPS mata kuliah praktik instrumentasi dan elektronika medis. Hasil observasi diperoleh, yaitu belum terdapatnya materi tentang elektrokardiografi. Dapat dilihat pada lampiran 18.

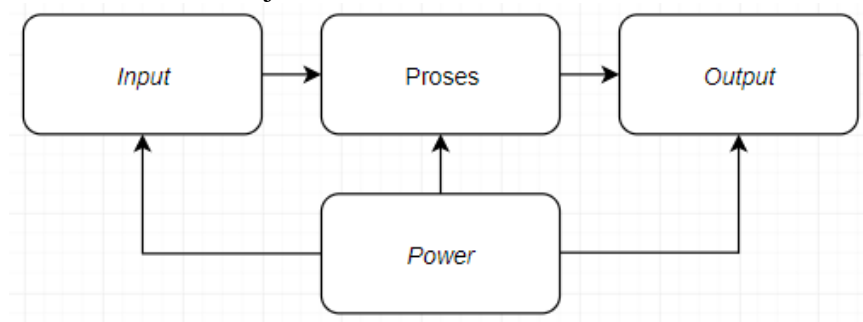
c. Analisis Media (*Media Analysis*)

Analisis media bertujuan mengetahui informasi tentang media pembelajaran yang tersedia dan digunakan pada mata kuliah praktik instrumentasi dan elektronika medis. Hasil observasi diperoleh, yaitu belum adanya variasi media pembelajaran membahas tentang elektronika medis dalam hal ini media pembelajaran elektrokardiografi.

Berdasarkan analisis di atas media pembelajaran yang dapat di kembangkan yaitu, media pembelajaran elektrokardiografi yang di sertai buku panduan dan *labsheet*.

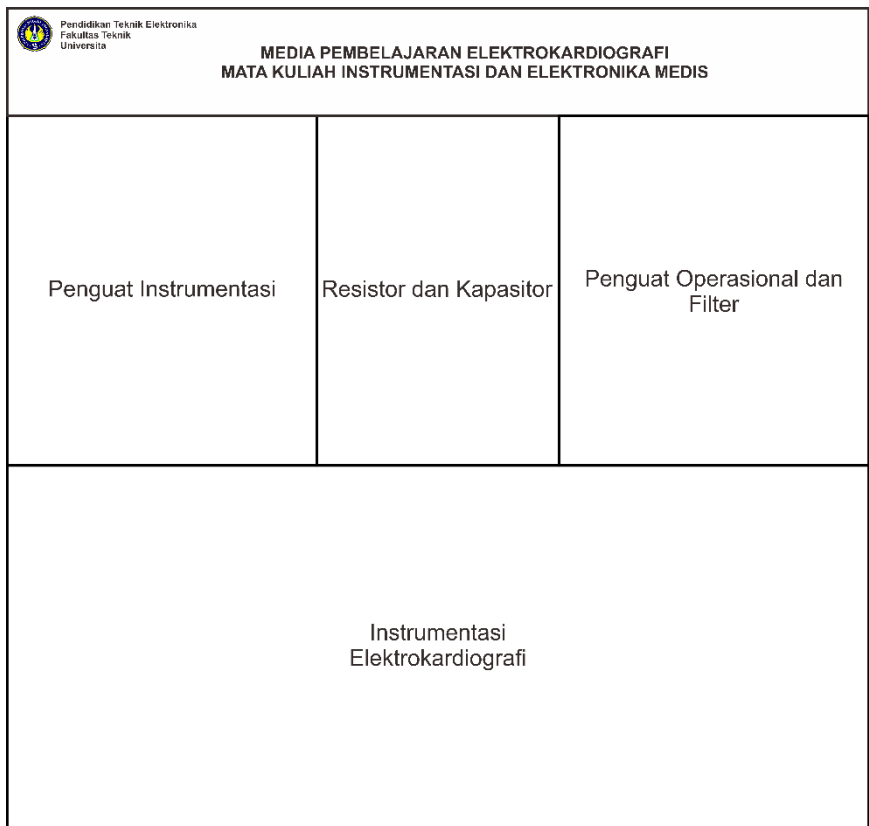
## 2. Tahap Desain

a. Desain Media Pembelajaran



Gambar 1. Blok Desain Media Pembelajaran

Media pembelajaran elektrokardiografi di desain seperti pada gambar 4, yaitu blok *input*, *proses*, *output* dan *power*. Blok *input* terdapat sensor elektroda. Blok *proses* terdiri dari penguat instrumentasi, *bandpass filter*, penguat akhir dan *clamper*. Blok *output* terdapat arduino. Blok *power* terdiri dari saklar *power*, *fuse* dan catu daya. Pada Gambar 5 dan 6 merupakan desain hardware dari media pembelajaran elektrokardiografi yang akan dibuat menggunakan bahan akrilik.



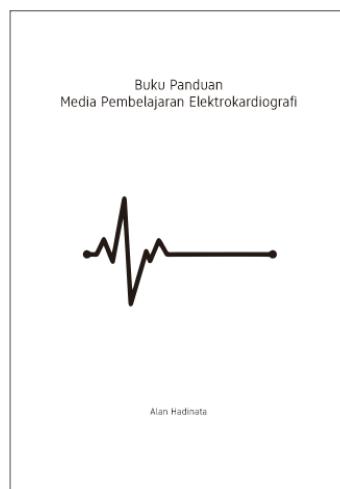
Gambar 2.Desain Media Pembelajaran Elektrokardiografi



Gambar 3. Desain Modul Arduino

b. Desain Sampul Buku Panduan

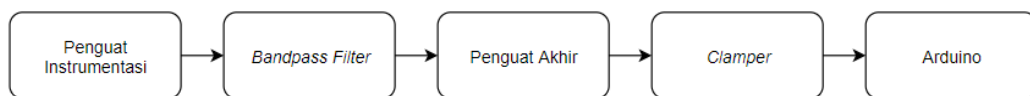
Buku panduan adalah panduan penggunaan yang menyajikan informasi dan panduan untuk memudahkan pengguna dalam penggunaan alat. Desain kerangka isi buku panduan adalah 1) Sampul, 2) pengenalan media pembelajaran, 3) hardware media pembelajaran, dan 4) penggunaan hardware. Desain sampul buku panduan dapat di lihat pada gambar 7.



Gambar 4. Desain Sampul Buku Panduan

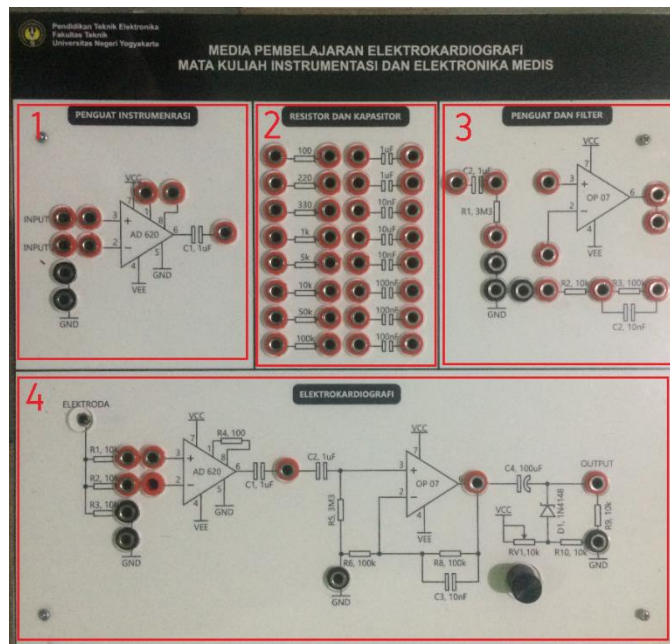
**3. Tahap Pengembangan**

a. Modul Media Pembelajaran Elektrokardiografi



Gambar 5. Blok Media Pembelajaran

Pengembangan media pembelajaran dibagi menjadi 5 blok, yaitu penguat intrumentasi, penguat akhir, bandpass filter, clamper dan arduino. Pengembangan blok dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Modul Elektrokardiografi

1) Penguat Instrumentasi

Penguat instrumentasi menggunakan IC AD620. Penguat instrumentasi ini berfungsi menguatkan sinyal yang dihasilkan oleh elektroda yang ditempelkan pada bagian tubuh yang menghasilkan tegangan jangkauan miliVolt. Pengembangan penguat instrumentasi dapat dilihat pada gambar 9 bagian 1.

2) Resistor dan Kapasitor

Bagian resistor dan kapasitor pada media pembelajaran elektrokardiografi ini menyediakan resistor dan kapasitor yang dapat digunakan pada saat simulasi penguat instrumentasi, penguat non inverting dan filter. Pengembangan resistor dan kapasitor dapat dilihat pada gambar 9 bagian 2.

3) *Bandpass Filter* dan Penguat Akhir

*Bandpass filter* yang terdiri *low pass filter* dan *high pass filter* dengan frekuensi bandwidth 0.5 – 150 Hz. Nilai dari *low pass filter* dan *high pass filter* menurut AHA 2007 *guidelines* adalah 150 Hz dan 0.05 akan tetapi frekuensi *cut-off low pass filter*

dan *high pass filter* yang paling banyak digunakan adalah 25 Hz dan 0.5 Hz. (Parola, 2017:37). Pengembangan *bandpass filter* dapat dilihat pada gambar 9 bagian 3.

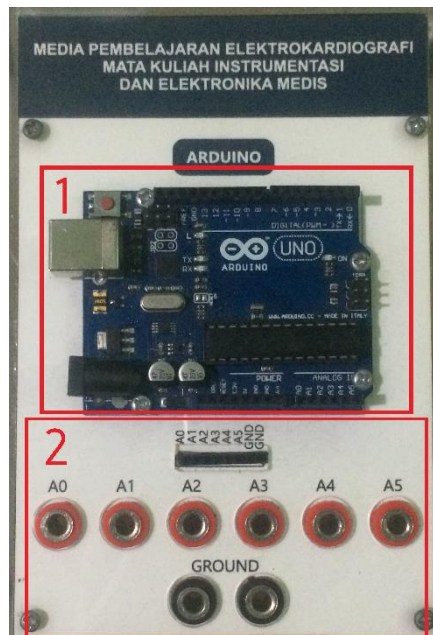
Penguat akhir menggunakan IC OP07 dengan penguatan 2 kali. Untuk mendapatkan sinyal elektrokardiografi yang baik maka dilakukan penguatan bertingkat atau cascade agar noise yang dihasilkan berkurang. Pengembangan penguat akhir dapat dilihat pada gambar 9 bagian 3.

#### 4) Elektrokardiografi

Bagian elektrokardiografi terdiri dari bagian penguat instrumentasi, penguat *non inverting*, *low pass filter*, *high pass filter* dan *clamper*. Sinyal yang dihasilkan oleh elektroda akan masuk kedalam penguat instrumentasi lalu dikuatkan 496 kali. Setelah dikuatkan akan masuk ke *low pass filter* dengan frekuensi *cut-off* sebesar 159 Hz, *high pass filter* dengan frekuensi *cut-off* sebesar 0.05 Hz dan penguat *non inverting* sebesar 11 kali. Sinyal keluaran akan digeser dengan menggunakan *clamper* karena masih terdapat sinyal *negatif*. *Clamper* untuk menggeser sinyal agar rentang sinyal berada pada 0 – 5 Volt sehingga dapat di baca oleh ADC arduino. Pengembangan elektrokardiografi dapat dilihat pada gambar 9 bagian 4.

#### b. Modul Arduino

Bagian ini terdapat board arduino sebagai pembacaan ADC dan dapat ditampilkan secara grafik menggunakan opsi Serial Plotter pada Arduino IDE. Pada gambar 10 dapat dilihat bagian 1 adalah board arduino dan bagian 2 adalah soket jumper.



Gambar 7. Modul Arduino

#### 4. Tahap Implementasi

##### a. Uji Unjuk Kinerja

##### 1) Rangkaian penguat instrumentasi

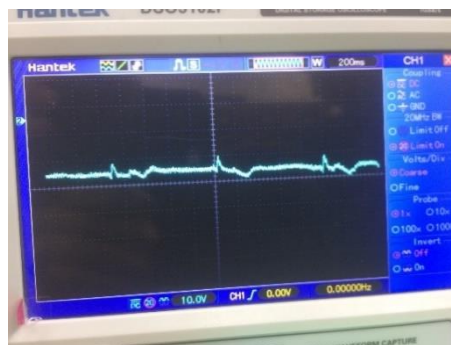
Rangkaian penguat instrumentasi digunakan untuk menguatkan sinyal pada tubuh manusia yang memiliki jangkauan tegangan miliVolt (mV). Penguatan yang digunakan sebesar 496 kali yang bertujuan menguatkan tegangan yang dihasilkan tubuh agar tegangan keluarannya sekitar 1 Volt agar dapat di baca oleh ADC mikrokontroller. Berikut pengamatan sinyal yang telah di kuatkan sebesar 496 kali.

Tabel 1. Uji Penguat instrumentasi

Percobaan	Masukan (V)	Amplitudo Keluaran (V <sub>p-p</sub> )	Perhitungan (V)	Error
1	0.0018	0.8	0.89	9%
2	0.002	0.9	0.99	9%
3	0.0019	0.9	0.94	4%
Rata-rata				7.33%

Berikut adalah penjelasan mengenai tabel 7 hasil percobaan rangkaian penguat instrumentasi:

- a) Percobaan 1 pada tabel 7 di peroleh hasil pengukuran tegangan penguatan sebesar 0.8 dan hasil perhitungan sebesar 0.89 sehingga error yang dihasilkan sebesar 9%. Hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 11.
- b) Percobaan 2 pada tabel 7 di peroleh hasil pengukuran tegangan penguatan sebesar 0.9 dan hasil perhitungan sebesar 0.99 sehingga error yang dihasilkan sebesar 9%. Hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 12.
- c) Percobaan 3 pada tabel 7 di peroleh hasil pengukuran tegangan penguatan sebesar 0.9 dan hasil perhitungan sebesar 0.94 sehingga error yang dihasilkan sebesar 4%. Hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 13.

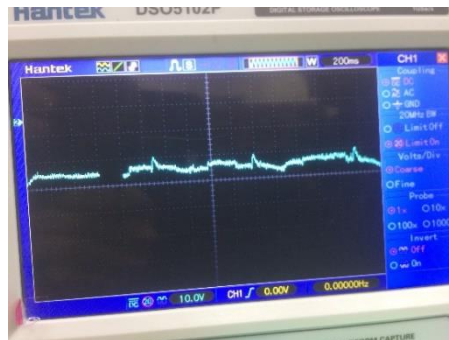


Gambar 8. Hasil Penguatan Instrumentasi Percobaan Pertama



Gambar 9. Hasil Penguatan Instrumentasi Percobaan kedua





Gambar 10. Hasil Penguatan Instrumentasi Percobaan ketiga

2) Rangkaian bandpass filter

Bandpass filter berfungsi untuk meredam frekuensi interferensi pada sinyal elektrokardiografi. Frekuensi sinyal yang digunakan sesuai dengan ketentuan *American Heart Association 2007 guidelines* adalah 150 Hz dan 0.05 akan tetapi frekuensi *cut-off low pass filter* dan *high pass filter* yang paling banyak digunakan adalah 150 Hz dan 0.5 Hz. (Parola, 2017:37).

3) Rangkaian penguat operasional

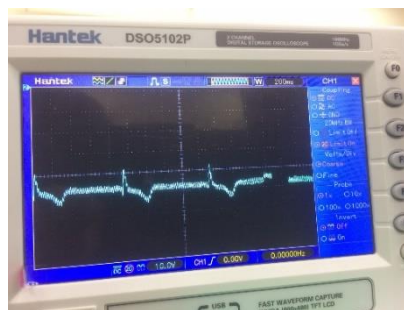
Rangkaian penguat operasional menggunakan penguatan sebesar 2 kali yang di gunakan untuk menguatkan sinyal yang telah melewati penguat instrumentasi dan bandpass filter. Sinyal elektrokardiografi di kuatkan kembali agar noise hasil rekaman sinyal dari penguat instrumentasi tidak terbawa karena melewati rangkaian filter dan penguat akhir. Berikut data hasil pengujian penguat operasional.

Tabel 2. Uji Penguat Operasional

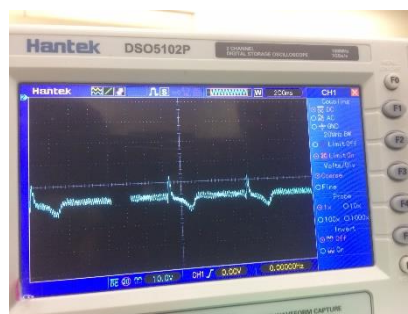
Percobaan	Masukan (Vp-p)	Keluaran (Vp-p)	Perhitungan (V)	Error
1	0.8	1.6	1.6	0%
2	0.9	1.7	1.8	10%
3	0.9	1.8	1.8	0%
Rata-rata				10%

Berikut adalah penjelasan mengenai tabel 8 hasil percobaan rangkaian penguat operasional:

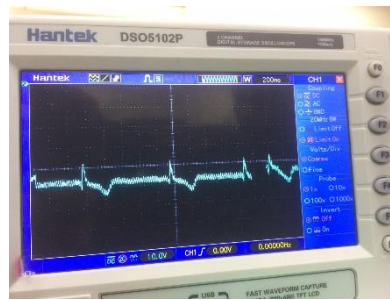
- a) Percobaan 1 pada tabel 8 di peroleh hasil pengukuran tegangan penguatan sebesar 1.6 dan hasil perhitungan sebesar 1.6 sehingga error yang dihasilkan sebesar 0%. Hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 14.
- b) Percobaan 2 pada tabel 8 di peroleh hasil tegangan penguatan sebesar 1.7 dan hasil perhitungan sebesar 1.8 sehingga error yang dihasilkan sebesar 10%. Hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 15.
- c) Percobaan 3 pada tabel 8 di peroleh hasil tegangan penguatan sebesar 1.8 dan hasil perhitungan sebesar 1.8 sehingga error yang dihasilkan sebesar 9%. Hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 11. Hasil Penguatan Operasional dan Filter Percobaan Pertama



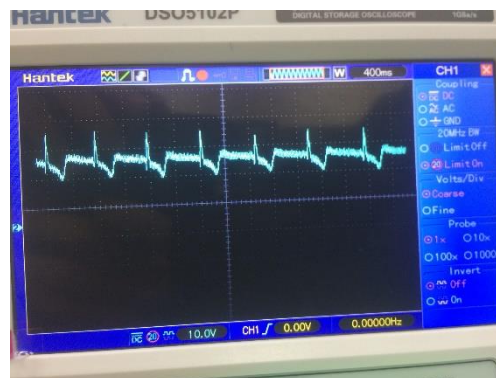
Gambar 12. Hasil Penguatan Operasional dan Filter Percobaan Kedua



Gambar 13. Hasil Penguat Operasional dan Filter Percobaan Ketiga

#### 4) Rangkaian clamper

Rangkaian clamper berfungsi untuk menggeser nilai offset sinyal ke atas titik ground sistem, sehingga sinyal yang di hasilkan tetap berada pada rentang 0 – 5 Volt agar dapat di baca oleh ADC mikrokontroler. Pengujian rangkaian clamper ini dilakukan dengan cara menggeser sinyal yang diterima kemudian mengukur sinyal keluaran dari rangkaian clamper. Hasil dari rangkaian clamper dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 14. Hasil Clamper

## 5. Tahap Evaluasi

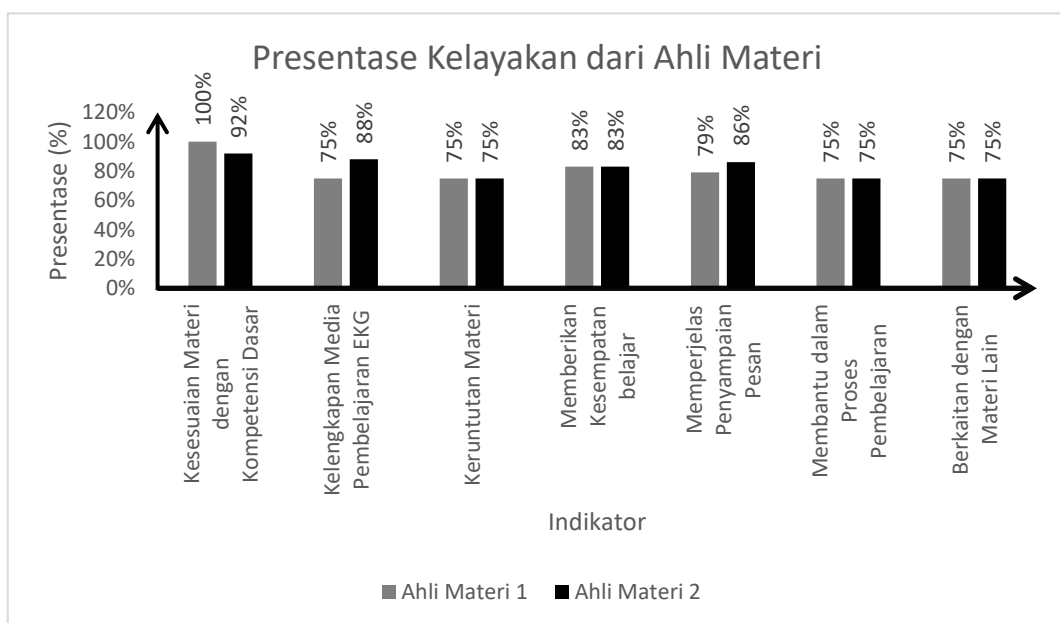
### a. Uji Validasi Isi

Hasil uji validasi isi oleh ahli materi menggunakan instrument berupa angket penilaian. Ahli materi pertama adalah Bapak Masduki Zakariah, M.T Dan ahli materi kedua adalah Bapak Muhammad Izzudin M, S.Pd.T., M.Cs yang keduanya adalah dosen Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY. Penilaian dari aspek kualitas Materi dan instruksional dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 3.Uji Kelayakan Isi

Aspek	Indikator	No Butir	Skor Maks	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor
Kualitas Materi	Kesusaian materi dengan kompetensi dasar	1	4	4	4	4
		2	4	4	4	4
		3	4	4	3	3.5
	<b>Jumlah</b>		<b>12</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>11.5</b>
	Kelengkapan media pembelajaran EKG	4	4	3	4	3.5
		5	4	3	3	3
	<b>Jumlah</b>		<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6.5</b>
	Keruntutan Materi	6	4	3	3	3
		7	4	3	3	3
	<b>Jumlah</b>		<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
Kualitas Instruksional	Memberikan kesempatan belajar	8	4	4	4	4
		9	4	3	3	3
		10	4	3	3	3
	<b>Jumlah</b>		<b>12</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
	Memperjelas penyampaian pesan	11	4	3	3	3
		12	4	3	3	3
		13	4	3	3	3
		14	4	3	3	3
		15	4	3	4	3.5
		16	4	3	4	3.5
		17	4	4	4	4
	<b>Jumlah</b>		<b>28</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>23</b>
	Membantu dalam proses pembelajaran	18	4	3	3	3
		29	4	3	3	3
	<b>Jumlah</b>		<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
	Berkaitan dengan materi lain	20	4	3	3	3
		21	4	3	3	3
<b>Jumlah</b>		<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	
<b>Jumlah Total</b>			<b>84</b>	<b>68</b>	<b>63</b>	<b>69</b>
<b>Presentase (%)</b>			<b>100%</b>	<b>81%</b>	<b>75%</b>	<b>78%</b>

Berdasarkan data pada tabel 9, presentase kelayakan dari ahli materi yang terdiri dari 7 indikator yaitu kesesuaian materi dengan kompetensi dasar, kelengkapan media pembelajaran EKG, keruntutan materi, memberikan kesempatan belajar, memperjelas penyampaian pesan, membantu dalam proses pembelajaran, dan berkaitan dengan materi lain dapat di lihat pada diagram batang Gambar 18.



Gambar 15. Diagram Ahli Materi

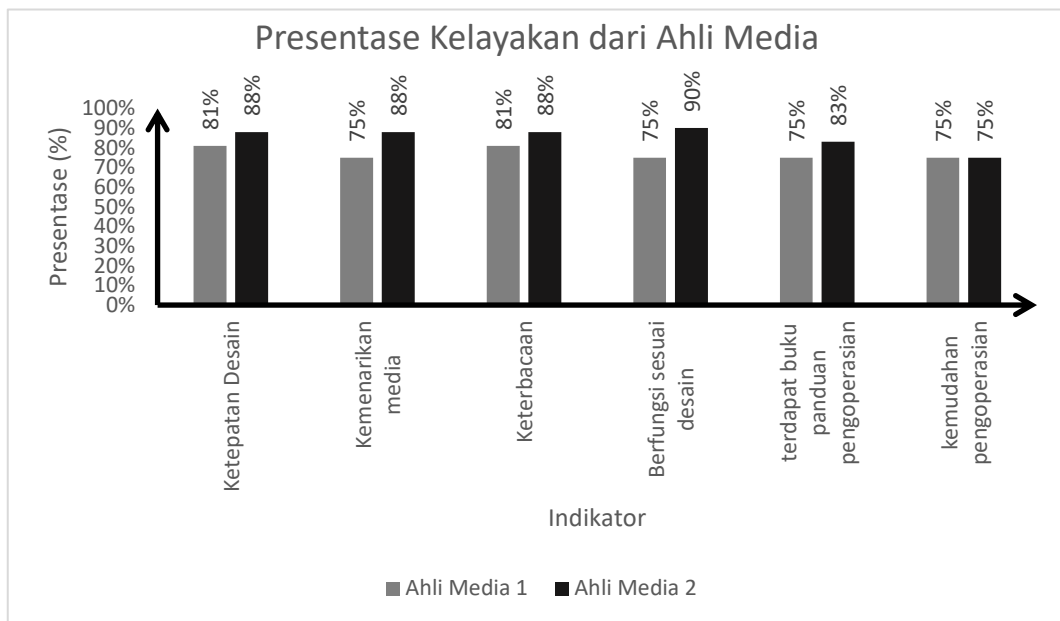
#### b. Uji Validasi Konstruk

Hasil uji validasi konstruk media pembelajaran oleh ahli media menggunakan instrument berupa angket penilaian. Ahli materi pertama adalah Bapak Muhammad Munir M.Pd Dan ahli materi kedua adalah Ibu Becti Wulandari, S.Pd.T., M.Pd yang keduanya adalah dosen Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY. Penilaian dari aspek kualitas teknik dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 4. Validasi Media

Aspek	Indikator	No Butir	Skor Maks	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor	
Kualitas Teknik	Ketepatan Desain	1	4	3	4	3.5	
		2	4	4	3	3.5	
		3	4	3	4	3.5	
		4	4	3	3	3	
	<b>Jumlah</b>			<b>16</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>13</b>
	Kemenarikan Media	5	4	3	4	3.5	
		6	4	3	3	3	
	<b>Jumlah</b>			<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6.5</b>
	Keterbacaan	7	4	3	4	3.5	
		8	4	4	4	4	
		9	4	3	3	3	
		10	4	3	3	3	
	<b>Jumlah</b>			<b>16</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>13.5</b>
	Berfungsi Sesuai Desain	11	4	3	4	3.5	
		12	4	3	4	3.5	
		13	4	3	3	3	
		14	4	3	3	3	
		15	4	3	4	3.5	
	<b>Jumlah</b>			<b>20</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>16.5</b>
	Terdapat buku panduan pengoperasian	16	4	3	3	3	
17		4	3	3	3		
18		4	3	4	3.5		
<b>Jumlah</b>			<b>12</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>9.5</b>	
Kemudahan Pengoperasian	19	4	3	3	3		
	20	4	3	3	3		
<b>Jumlah</b>			<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	
<b>Jumlah Total</b>			<b>80</b>	<b>62</b>	<b>69</b>	<b>65.5</b>	
<b>Presentase (%)</b>			<b>100%</b>	<b>78%</b>	<b>86%</b>	<b>82%</b>	

Berdasarkan data pada tabel 10, presentase kelayakan dari ahli media yang terdiri dari 6 indikator yaitu ketepatan desain, kemenarikan media, keterbacaan, berfungsi sesuai desain, terdapat buku panduan pengoperasian dan kemudahan pengoperasian dapat di lihat pada diagram batang gambar 19.



Gambar 16. Diagram Ahli Media

## B. Revisi Produk

Revisi produk didapatkan setelah mendapat saran atau kritik pada uji validasi materi dan media. Terdapat koreksi buku panduan oleh ahli materi yang memberikan saran untuk mengubah isi pada buku panduan karena belum ada spesifikasi media pembelajaran secara lengkap dan sampul buku panduan. Koreksi oleh ahli media yaitu memberikan tanda pembuat pada media pembelajaran sehingga dapat dilihat dengan mudah. Dari hasil revisi produk mampu dilakukan karena relevan dan akan diakomodir. Revisi produk dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 5. Revisi Produk

No.	Sebelum Revisi	Saran	Setelah Revisi
1.		<p>Menambah logo, nama pembimbing, jurusan dan judul buku panduan.</p>	
2.	<p>Tidak ada spesifikasi media pembelajaran pada buku panduan</p>	<p>Menambah spesifikasi media pembelajaran pada buku panduan</p>	<p>Terdapat spesifikasi media pada buku panduan.</p>

### C. Kajian Produk Akhir

#### 1. Uji Validasi Butir Instrumen

Instrumen yang telah divalidasi oleh ahli selanjutnya diuji validitas tiap butir pertanyaannya. Uji validitas butir instrumen ini untuk mengetahui valid atau tidak valid butir pertanyaan instrumen sebelum digunakan pada uji coba pengguna. Uji validitas butir instrumen ini dilaksanakan dengan subjek uji coba yaitu 20 mahasiswa kelas A program studi S1 Pendidikan Teknik Elektronika 2017, Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Dan Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.



Uji validitas butir instrumen menggunakan prosedur kelompok kecil. Mahasiswa dibagi menjadi beberapa kelompok, lalu setiap kelompok melakukan praktikum menggunakan media pembelajaran sesuai dengan labsheet yang tersedia. Kemudian kelompok tersebut bergantian apabila praktikum selesai. Setelah semua mahasiswa telah melakukan praktikum, angket dibagikan ke mahasiswa untuk diisi sesuai dengan pendapat masing-masing. Hasil uji butir 1 instrumen dapat dilihat pada tabel 12 dan penjelasan butir selanjutnya pada lampiran 16.

Tabel 6. Uji Validasi Butir Insrumen

No. Responden	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	3	69	207	9	4761
2	4	65	260	16	4225
3	3	61	183	9	3721
4	4	61	244	16	3721
5	3	65	195	9	4225
6	4	76	304	16	5776
7	3	56	168	9	3136
8	3	70	210	9	4900
9	3	69	207	9	4761
10	2	61	122	4	3721
11	4	74	296	16	5476
12	4	77	308	16	5929
13	3	75	225	9	5625
14	4	76	304	16	5776
15	3	65	195	9	4225
16	4	67	268	16	4489
17	4	67	268	16	4489
18	3	63	189	9	3969
19	4	73	292	16	5329
20	3	60	180	9	3600
<b>Jumlah</b>	<b>68</b>	<b>1344</b>	<b>4625</b>	<b>238</b>	<b>91854</b>

Dari tabel 12 dapat diambil nilai sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sum X &= 68 & \sum X^2 &= 238 \\ \sum Y &= 1344 & \sum Y^2 &= 90802 \\ \sum XY &= 4595 & n &= 20 \end{aligned}$$

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

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

$$r_{xy} = \frac{20 \times 4625 - (68)(1350)}{\sqrt{\{20 \times 68^2 - (68)^2\}\{20 \times 1350^2 - (1350)^2\}}}$$

$$r_{xy} = 0.4971$$

Data pengolahan uji validitas butir instrumen dapat dilihat pada lampiran 16. Uji validitas butir instrumen memiliki kriteria, yaitu apabila rhitung lebih dari rtabel maka butir instrument tersebut valid. Butir 1 dinyatakan valid karena rhitung sebesar  $0.4971 \geq 0.444$ . Tabel 13. Menampilkan pengolahan data butir instrumen.

Tabel 7. Uji Validitas Butir Instrumen

Butir	Rhitung	Rtabel	Ket	Butir	Rhitung	Rtabel	Ket
1	0.4971	0.444	Valid	11	0.6693	0.444	Valid
2	0.5618	0.444	Valid	12	0.5244	0.444	Valid
3	0.4994	0.444	Valid	13	0.4564	0.444	Valid
4	0.5743	0.444	Valid	14	0.488	0.444	Valid
5	0.4567	0.444	Valid	15	0.49	0.444	Valid
6	0.4495	0.444	Valid	16	0.5241	0.444	Valid
7	0.5122	0.444	Valid	17	0.5077	0.444	Valid
8	0.589	0.444	Valid	18	0.6957	0.444	Valid
9	0.5521	0.444	Valid	19	0.4119	0.444	Tidak Valid
10	0.6295	0.444	Valid	20	0.5577	0.444	Valid

Hasil pada tabel 13 menunjukkan 19 butir valid dan terdapat 1 butir instrumen tidak valid. Butir yang tidak valid tidak dihitung untuk pengolahan data pada uji kelayakan pemakaian karena butir yang lain dapat mewakili indikator didalam kisi-kisi.

## **2. Uji Realibilitas Instrumen**

Hasil uji coba pengguna diperoleh pula nilai reliabilitas instrumen. Nilai reliabilitas instrumen akan menghasilkan data yang tetap walaupun digunakan untuk mengukur objek yang sama. Uji reliabilitas menggunakan rumus alpha dan hasilnya sebagai berikut:

$$r_i = \left(\frac{k}{(k-1)}\right)\left(1 - \frac{\sum\sigma_t^2}{\sigma_t^2}\right)$$

$$r_i = \left(\frac{20}{(20-1)}\right)\left(1 - \frac{6.9263}{38.368}\right)$$

$$r_i = 0.8626$$

Hasil pengolahan data secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 17, hasil pengolahan realibilitas instrumen adalah 0.8626 menunjukkan bahwa berdasarkan tabel interpretasi nilai r maka reliabilitas instrumen tersebut sangat tinggi sehingga instrumen dapat di gunakan kembali.

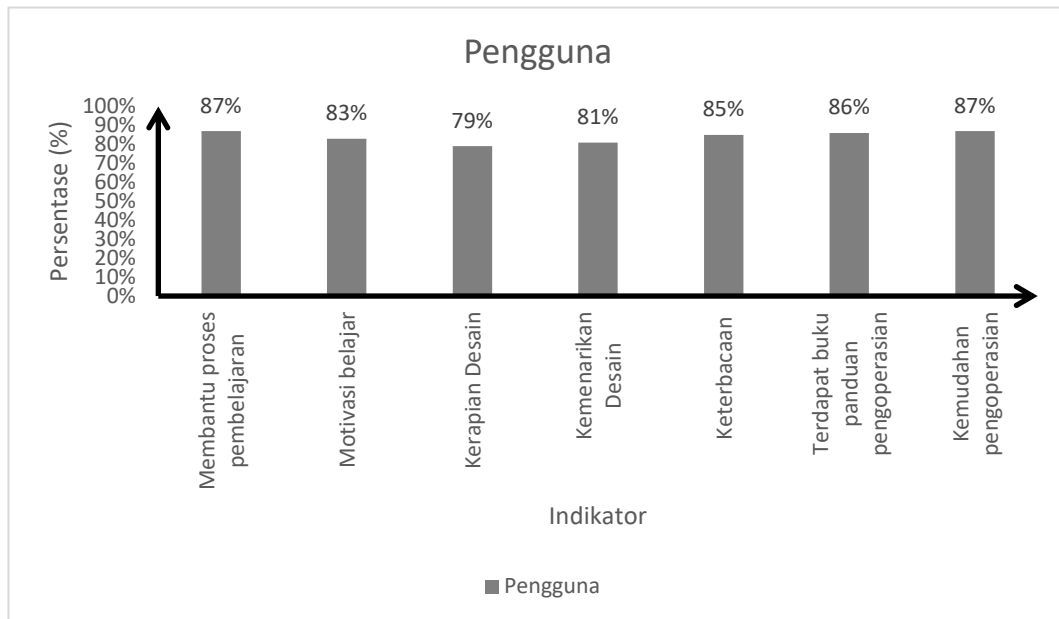
## **3. Uji Kelayakan Pemakaian**

Uji coba kelayakan pemakaian dilakukan oleh mahasiswa semester 5 program studi pendidikan teknik elektronika, fakultas teknik, universitas negeri yogyakarta untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran. Hasil data uji coba sebagai berikut:

Tabel 8.Uji Kelayakan Pemakaian

No. Responden	Rerata	Total	Skor Max	Presentase (%)
1	3.47	66	76	87
2	3.26	62	76	82
3	3.05	58	76	76
4	3.05	58	76	76
5	3.31	63	76	83
6	3.78	72	76	95
7	3.78	53	76	70
8	3.52	67	76	88
9	3.47	66	76	87
10	3	57	76	75
11	3.68	70	76	92
12	3.84	73	76	96
13	3.73	71	76	93
14	3.78	72	76	95
15	3.21	61	76	80
16	3.31	63	76	83
17	3.36	64	76	84
18	3.10	59	76	78
19	3.68	70	76	92
20	3	57	76	75
<b>Jumlah</b>		<b>1282</b>	<b>1520</b>	<b>84 %</b>

Berdasarkan data pada tabel 14, presentase kelayakan dari pengguna yang meliputi 2 aspek yakni kualitas instruksional dan kualitas teknik dalam diagram batang dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 17. Diagram Kelayakan Pengguna

Berdasarkan gambar 20 dan tabel 14, hasil uji pemakaian memiliki presentase sebesar **84%**. Hasil yang didapatkan tersebut, maka media pembelajaran elektrokardiografi dapat dinyatakan **sangat layak** digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah instrumentasi dan elektronika medis di jurusan pendidikan teknik elektronika, fakultas teknik, universitas negeri yogyakarta.

#### D. Keterbatasan Penelitian

Penelitian dan pengembangan media pembelajaran elektrokardiografi memiliki keterbatasan, yaitu sensor elektroda yang digunakan sekali pakai karena apabila elektroda digunakan kembali noise dihasilkan akibat keringat yang dihasilkan tubuh dan mikrokontroler arduino yang masih terpisah sehingga pada saat praktik terdapat 2 modul media pembelajaran. Arduino terpisah karena hasil analisa kebutuhan awal penggunaan oscilloscope pada keluaran rangkaian elektroda dirasa cukup, tetapi untuk membuat mahasiswa mudah dalam berinovasi maka ditambahkan mikrokontroler arduino.