

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan

Hasil penelitian ini merupakan pembahasan proses pengembangan media pembelajaran pembangkit listrik tenaga angin. Penelitian dan pengembangan ini menggunakan model penelitian ADDIE, langkah-langkah pengembangan model pengembangan meliputi: 1) Analisis (*Analysis*), 2) Desain (*Design*), 3) Pengembangan (*Development*), 4) Implementasi (*Implementation*). Penelitian ini menghasilkan produk berupa unit media pembelajaran pembangkit listrik tenaga angin, dan *jobsheet* sebagai pendukung proses pembelajaran. Pengembangan media pembelajaran ini bertujuan untuk mengetahui tingkatkelayakan unit media dibuat. Tingkat kelayakan akan ditentukan oleh ahli materi, ahli media, dan penilaian dari pengguna (mahasiswa) dengan menggunakan penilaian angket.

B. Hasil Uji Coba Produk

Hasil Pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pendekatan ADDIE (*ADDIE Approach*) menurut Robert Maribe Branch (2009) dikarenakan metode ini lebih praktis sesuai dengan penelitian yang dilakukan peneliti, dan setiap tahapan hasil uji coba produk bisa dilakukan evaluasi secara langsung membuat tahap ketahap dilakukan secara maksimal. Tahapan tersebut terdiri dari:

1. Tahap *Analyze* (Menganalisis)

Pada tahap analisis dilakukan penelitian yaitu observasi pembelajaran praktik pembangkit tenaga listrik, ditemukan beberapa permasalahan dalam proses pembelajaran mata pelajaran pembangkit tenaga listrik di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Hasil yang didapatkan dalam proses analisis dapat dilihat seperti pada Tabel 10 berikut:

Tabel 10. Hasil Proses Analisis

No	Proses	Hasil
1.	Menganalisis kesenjangan kinerja dalam proses pembelajaran.	Media pembelajaran berupa unit media pembangkit listrik tenaga angin belum memadai dalam proses pembelajaran.
2.	Menganalisis kompetensi dasar mata pelajaran pembangkit tenaga listrik.	Kompetensi Dasar pelajaran pembangkit tenaga listrik sudah sesuai dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS).
3.	Menganalisis kemampuan, motivasi dan sikap mahasiswa.	Mahasiswa kurang memperhatikan sikap K3 saat melakukan praktik. Minat belajar mahasiswa cukup rendah.
4.	Menganalisis sumber-sumber yang ada seperti fasilitas penunjang pembelajaran.	Alat yang kurang memadai membuat mahasiswa kurang kondusif saat melakukan praktik. Kurangnya komponen saat praktik membuat mahasiswa harus praktik secara berkelompok.
5.	Menentukan strategi pembelajaran yang tepat untuk mengatasi masalah yang ada.	Pengembangan unit media pembangkit listrik tenaga angin sebagai media pembelajaran. Membuat <i>jobsheet</i> media pembangkit listrik tenaga angin.
6.	Menyusun rencana proses penelitian.	Penelitian dilakukan dalam periode Agustus sampai September 2019.

2. Tahap *Design* (Merancang)

Proses desain didapatkan berdasarkan hasil diskusi bersama dosen pengampu mata pelajaran pembangkit tenaga listrik. Hasil dari proses desain ini antara lain:

a. Hasil *Design* Produk

Tahap pertama untuk membuat desain produk yaitu membuat daftar kebutuhan alat dan kapasitas komponen yang dibutuhkan pada unit pembangkit listrik tenaga angin. Desain produk ini juga memerlukan perhitungan untuk menentukan spesifikasi terhadap masing-masing komponen yang akan digunakan. Unit pembangkit listrik tenaga angin di desain aerodinamis yaitu menyesuaikan kemana arah pergerakan angin. Tampilan unit pembangkit listrik tenaga angin menggunakan berbagai variasi pilihan *blade* untuk digunakan yaitu 2 *blade*, 3 *blade*, dan 6 *blade* dengan tujuan untuk mempercepat pemahaman pengguna dibandingkan dengan penggunaan unit pembangkit sebelumnya.

b. Hasil *Design* *Jobsheet*

Jobsheet merupakan bentuk media cetak yang berisi langkah langkah kerja yang berkaitan dengan materi pelajaran untuk mempermudah pelaksanaan proses belajar mengajar. *Jobsheet* yang dikembangkan merupakan bahan ajar yang ada pada mata kuliah pembangkit tenaga listrik salah satunya yaitu pembangkit listrik tenaga angin. Pelaksanaan praktik pembangkit listrik tenaga angin memerlukan peranan dari *jobsheet* yang terdiri dari, (1) standar kompetensi; (2) kompetensi dasar; (3) tujuan; (4) dasar teori; (5) alat dan

bahan; (6) keselamatan kerja; (7) langkah kerja; (8) bahan diskusi; (9) gambar rangkaian; (10) tabel percobaan.

3. Deskripsi Hasil Pengembangan (*Development*)

Tahap development merupakan tahap untuk dilakukannya pengembangan dari sebuah rencana yang telah dirancang dari sumber dan telah dilakukan validasi. Tahap pengembangan ini terdapat 6 bagian, sebagai berikut:

a. Membuat unit media pembelajaran pembangkit listrik tenaga angin pada mata kuliah praktik pembangkit tenaga listrik

Langkah dalam membuat unit media pembelajaran pembangkit listrik tenaga angin pada mata kuliah praktik pembangkit tenaga listrik ada 4 tahap, yaitu:

1) Analisis kebutuhan

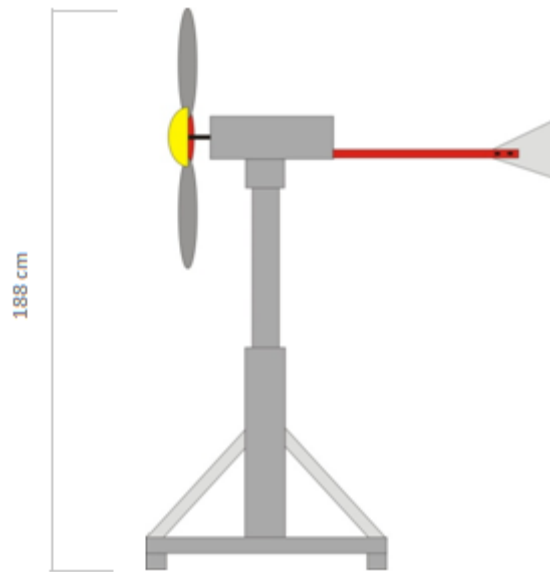
Analisis kebutuhan adalah langkah awal untuk membuat suatu media. Adapaun kebutuhan dalam pembuatan unit media pembelajaran pembangkit listrik tenaga angin telah disusun dalam Tabel 11. Analisis kebutuhan diperoleh dari media yang sebelumnya sudah ada akan tetapi untuk spesifikasi setiap komponen berbeda dan penambahan komponen dilakukan untuk mengembangkan media lebih baik lagi.

Tabel 11. Analisis Kebutuhan

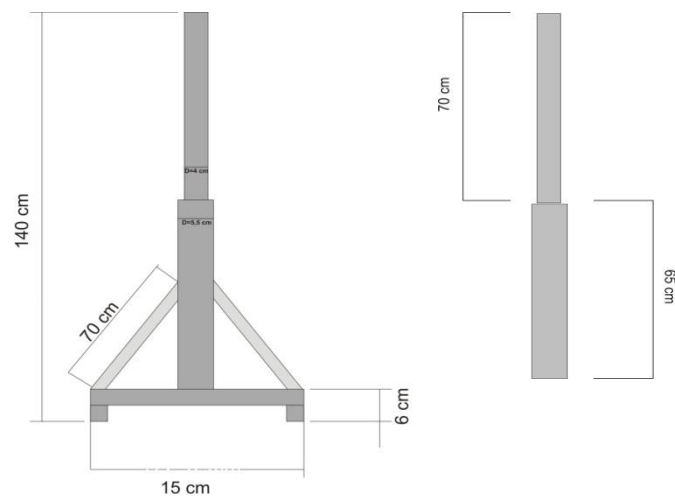
No.	Nama	Spesifikasi	Jumlah	Keterangan
1.	<i>Wind Charger Controller</i>	a. Merk : Sseries SC-991 b. <i>Voltage</i> rating : 12-24 V c. <i>Ampere</i> rating : 10 A	1 buah	
2.	Solar Power Inverter	a. Merk : SOOER b. <i>Watt</i> rating : 150 W c. Dc 12V to AC 220	6 buah	
3.	<i>Generator</i>	Generator DC 15-18V	1 unit	
4.	<i>Bearing Besi Hollow</i>	Bearing dengan diameter 4 cm	2 unit	
		Besi <i>hollow</i> 3x3	1 unit	
5.	Besi L	Besi L 14x14	secukupnya	
6.	Plat Alumunium	Plat alumunium ukuran 40x40 tebal 1mm	1 unit	
7.	Pipa besi 1	Pipa besi dengan diameter 4cm	1 meter	
8.	Pipa besi 2	Pipa besi dengan diameter 5,5cm	1 meter	
9.	Pipa alumunium	Pipa alumunium dengan diameter 1,5cm	1 meter	
10.	Plat besi	Plat besi ukuran 20x20	secukupnya	
11.	Kaki karet	Kaki karet 3x3	4 unit	
12.	<i>Viber glass</i>	<i>Viber glass</i>	secukupnya	
13.	<i>Volt Meter</i>	Merk : Heles 15 Volt	2 unit	
14.	<i>Ampere Meter</i>	Merk : Heles 5 Ampere	1	

2) Perancangan Media

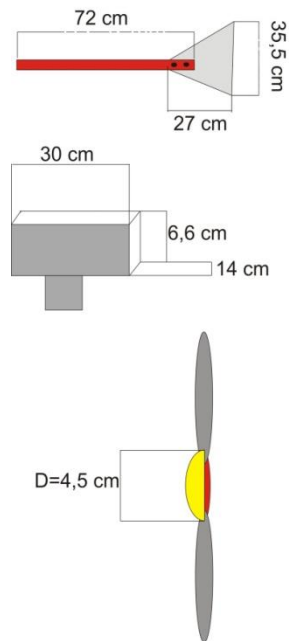
Perancangan pada tampilan unit media pembelajaran pembangkit listrik tenaga angin didesain pada aplikasi software *corel draw X4*. Hasil dari desain sebagai berikut ini:



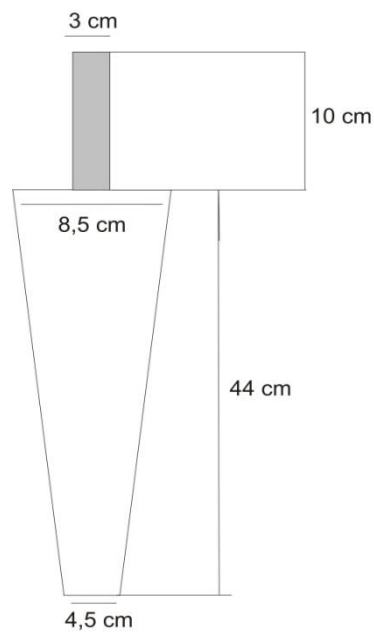
Gambar 1. Gambar desain secara keseluruhan unit media PLTA



Gambar 2. Gambar desain tiang penyangga unit media PLTA



Gambar 3. Gambar desain bodi,ekor, dan dudukan baling-baling unit media PLTA

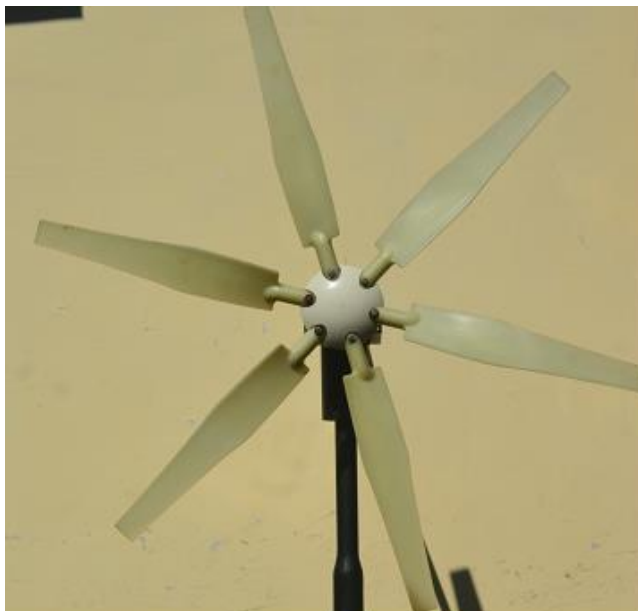


Gambar 4. Gambar desain baling-baling unit media PLTA

3) Pembuatan Media

Proses pembuatan unit media pembelajaran pembangkit listrik tenaga angin yang merupakan media pembelajaran pada Praktikum Pembangkit Tenaga Listrik akan tersusun dari beberapa komponen yang telah disebutkan pada analisis kebutuhan di Tabel 11. Pembuatan media dilakukan dengan beberapa langkah.

Langkah pertama dalam pembuatan media yaitu membuat masing-masing komponen bagian. Menyusun tata letak komponen sesuai dengan gambar desain dengan rapi mulai dari baling-baling, bodi, tiang dan ekor sirip kemudian komponen dipasang dengan mur-baut agar komponen tetap dalam keadaan aman.



Gambar 5. Realisasi Baling-baling/Sudu



Gambar 6. Realisasi Bodi



Gambar 7. Kontrol Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Setiap pembuatan komponen memperhatikan K3, menggunakan kaca mata, sarung tangan, helm las dan masker saat mengelas besi dan memotong besi. Penggunaan sarung tangan saat proses pencetakan baling-baling.

4) Proses Pengujian

Proses pengujian di lakukan dengan beberapa tahapan dengan tujuan agar diharapkan dan layak digunakan sebagai media pembelajaran. Dengan tahap sebagai berikut:

a) Uji Unjuk Kerja

Uji coba unjuk kerja alat merupakan tahap pertama dalam proses pengujian dilakukan dengan tujuan mengetahui bahwa komponen telah berfungsi dengan baik dan benar dan hasil uji prinsip kerja komponen dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji Prinsip Kerja Komponen

No.	Nama Komponen	Kesimpulan Kondisi Fungsi Komponen	
		Baik	Rusak
1.	<i>Generator</i>	√	
2.	<i>Bearing</i>	√	
3.	<i>Wind Charger Controller</i>	√	
4.	<i>Solar Power Inverter</i>	√	
5.	<i>Volt Meter</i>	√	
6.	<i>Ampere Meter</i>	√	

Hasil dari uji unjuk kerja alat yang telah terdapat pada Tabel 12 yang menunjukkan semua komponen berfungsi dengan baik dan dapat dioperasikan dengan lancar. Pengujian ini merupakan tahap dasar dari pengembangan alat yang dilakukan.

b) Pengujian Unit Kontrol Pembangkit Saat Beroperasi

Uji unjuk kerja dari unit pembangkit dioperasikan sesuai dengan tabel percobaan pada Tabel 13. Uji coba ini dilakukan dengan menggunakan 2 *blade*, 3 *blade*, dan 6 *blade*. Pengujian dilakukan di pantai selatan Pantai Baru. Tempat tersebut dipilih karena angin baik untuk melakukan uji coba. Uji coba menggunakan peralatan pendukung seperti WCC, Tang *Ampere*, Multi Meter, *ACCU*. Tujuan dari uji coba alat untuk mengetahui performa dari alat tersebut. Selain itu juga memastikan bahwasanya komponen unit media tersebut bekerja dengan baik. Komponen dinyatakan baik berdasarkan hasil pengecekan akan disimulasikan oleh penguji. Hasil dari pengujian unit media pembangkit listrik tenaga angin dapat dilihat pada Tabel 13 berikut:

Tabel 13. Uji coba pembangkit listrik tenaga angin menggunakan 2 *Blade* (*Blade* berputar saat kecepatan angin berada dikecepatan 3,6 m/s).

No	Waktu (S)	V in (V)	V Baterai (V)	I Baterai (A)	Kec Angin (m/s)	Daya (W)
1	16.25	12,97	12,73	0,54	3,8	7
2	16.28	13,05	12,73	0,63	3,6	8,2
3	16.31	12,84	12,74	0,30	3,1	3,9
4	16.34	12,02	12,92	0,54	3,3	6,5
5	16.37	12,18	12,94	0,74	3,9	9,0
6	16.40	12,08	12,90	0,58	3,8	7,0
7	16.43	12,98	12,89	0,47	3,2	6,1
8	16.47	12,89	12,86	0,34	3,1	4,4
9	16.50	12,83	12,83	0,29	2,8	3,7
10	16.53	12,69	12,86	0,11	2,4	1,4
11	16.56	12,75	12,79	0,18	2,6	2,3
12	16.59	12,94	12,80	0,50	3,3	6,5
Rerata		12,69	12,83	0,43	3,2	5,5

Tabel 14. Uji coba pembangkit listrik tenaga angin menggunakan 3 *Blade* (*Blade* berputar saat kecepatan angin berada dikecepatan 3,1 m/s).

No	Waktu (S)	V in (V)	V Baterai (V)	I Baterai (A)	Kec Angin (m/s)	Daya (W)
1	15.40	13,32	12,76	0.88	4,1	11,72
2	15.43	13,31	12,81	0,84	4,1	11,18
3	15.46	13,45	12,80	1,06	4,4	14,26
4	15.49	13,18	12,39	0,74	4,0	9,75
5	15.52	13,35	12,52	0,69	3,9	9,21
6	15.55	13,89	12,98	1,61	4,8	22,36
7	15.58	13,24	12,75	0,53	3,3	7,02
8	16.01	13,49	12,81	0,81	4,1	10,93
9	16.04	13,81	12,81	0,77	4,0	10,63
10	16.07	13,05	12,19	0,41	3,4	5,35
11	16.10	13,36	12,83	0,87	4,3	11,62
12	16.13	13,18	12,53	0,63	3,8	8,30
13	16.16	13,43	12,81	0,83	3,9	11,15
Rerata		13,39	12,69	0,82	4,0	11,04

Tabel 15. Uji coba pembangkit listrik tenaga angin menggunakan 6 *Blade* (*Blade* berputar saat kecepatan angin berada dikecepatan 2,6 m/s).

No	Waktu (S)	V in (V)	V Baterai (V)	I Baterai (A)	Kec Angin (m/s)	Daya (W)
1	17.10	12,63	12,59	0,18	3,1	2,27
2	17.13	12,01	12,557	0,04	3,2	0,48
3	17.16	12,72	12,90	0,30	3,3	3,82
4	17.19	12,69	12,61	0,24	3,2	3,05
5	17.22	12,65	12,61	0,17	3,0	2,15
6	17.25	12,56	12,60	0,07	3,5	0,88
7	17.28	12,63	12,59	0,16	3,0	2,02
8	17.31	12,68	12,60	0,24	3,0	3,04
9	17.34	12,07	12,59	0,09	3,8	1,09
10	17.37	12,58	12,56	0,15	3,2	1,89
11	17.40	12,54	12,55	0,08	3,9	1,00
12	17.43	12,58	12,58	0,17	3,0	2,14
13	17.47	12,65	12,56	0,79	3,2	9,99
14	17.50	12,66	12,71	0,25	3,2	3,17
15	17.52	12,64	12,68	0,18	3,0	2,28
Rerata		12,55	12,62	0,21	3,2	2,62

c) Pengujian oleh Para Ahli Materi, Media dan Pengguna

Pengujian ketiga yang dilakukan oleh validator instrumen yaitu ahli media dan ahli materi. Kemudian pengujian terakhir dilakukan oleh pengguna yang merupakan subjek pada pengembangan media yang dilakukan.

b. Pembuatan *Jobsheet*

Jobsheet bersumber dari RPS dan mengacu pada unit media pembangkit listrik tenaga angin sebelumnya. Setelah melakukan analisis maka peneliti dapat meneruskan pembuatan *jobsheet* dengan materi yang akan dipraktikkan. *Jobsheet* digunakan peserta didik sebagai lembar kerja. Komponen yang terdapat dalam *jobsheet* berisi tentang tujuan pembelajaran, kompetensi dasar, dasar teori, K3, alat dan bahan, gambar kerja, langkah kerja, tabel pengamatan, soal dan tugas. Selain itu *jobsheet* juga digunakan untuk mengukur tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi yang diberikan.

c. Validasi Instrumen

Validasi ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan instrumen sebelum diteruskan ke tahap selanjutnya. Instrumen penelitian divalidasi oleh dosen jurusan peneliti, yaitu Mutaqin, M.Pd.,M.T. dan Dr. Samsul Hadi, M.Pd., M.T. Setelah dilakukan validasi instrumen didapatkan hasil bahwa instrumen penelitian layak digunakan dengan perbaikan (terlampir).

d. Validasi Produk

Validasi produk pada tahap pengembangan memiliki 2 bagian yaitu validasi materi dan validasi media. pada validasi produk akan berfokus pada hasil dari pernyataan yang didapat dari para ahli dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran pengembangan unit kontrol pembangkit listrik tenaga angin. Berikut penjabaran dari validasi produk:

- 1) Validasi Materi Adanya validasi materi ini bertujuan untuk mendapatkan pernyataan dari ahli materi berdasarkan kriteria kelayakan yang telah ditetapkan oleh validator. Ahli materi akan memvalidasi aspek yang berfokus pada kelayakan produk dari segi materi dengan 4 kriteria penilaian, yakni (1) sangat tidak layak, (2) tidak layak, (3) layak dan (4) sangat layak. Penilaian yang dilakukan ahli materi memiliki 2 aspek penilaian, yaitu aspek kesesuaian kevalidan materi dan aspek kemanfaatan. Validasi materi dari produk peneliti dilakukan oleh dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY yang merupakan tenaga pengajar pada Mata Kuliah Pembangkit Tenaga Listrik dan dosen yang berada dalam bidang ketenagalistrikan, yakni Dr. Ir Djoko Laras Budiyo Taruno, dan Muhfizaturrahmah, S.T., M.Eng. Nilai yang didapat pada aspek kelayakan materi diperoleh dari penilaian validator yang ada didalam angket dengan interval penilaian 1-4 dengan total 27 butir. Adapun data hasil dari penelitian dapat dilihat pada Tabel 16. Kemudian saran dan komentar dari ahli materi akan menjadi acuan dalam memperbaiki jobsheet dan media yang dikembangkan, untuk kritik, tanggapan, dan saran ahli materi dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 16. Data Hasil Uji Validasi Materi

No	Responden	Aspek			Total
		Materi	Kemanfaatan	Teknis	
1	Ahli Materi 1	34	24	27	85
2	Ahli Materi 2	41	21	29	91

Tabel 17. Kritik, Tanggapan, dan Saran Ahli Materi

No	Ahli Materi	Komentar	Tindak Lanjut
1.	Ahli Materi 1	Materi Pengantar pada Jobsheet perlu dikoreksi, dan tata tulis perlu diatur ulang	Memperbaiki jobsheet dan tata tulis
		Gambar Rangkaian dibuat dengan <i>software CAD</i>	Menggambar ulang menggunakan <i>software CAD</i>
2.	Ahli Materi 2	Pernyataan harus didasari teori yang kuat	Sudah ubah sesuai teori
		Teori pembangkit harus ada dan spesifik	Teori telah ditambahkan lebih spesifik

2) Validasi media

Validasi media bertujuan untuk mendapatkan pernyataan dari ahli media dalam menilai kelayakan produk yang dikembangkan. Ahli media akan memvalidasi aspek yang berfokus pada kelayakan produk dari segi kegunaan dan tampilan dengan 4 kriteria penilaian, yakni (1) sangat tidak layak, (2) tidak layak, (3) layak dan (4) sangat layak. Penilaian yang dilakukan validator memiliki 3 aspek penilaian, yaitu aspek tampilan, aspek kualitas teknis dan aspek kemanfaatan.

Validasi media dari produk hasil pengembangan dilakukan oleh dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY yang merupakan dosen ahli

dalam media pembelajaran yakni Dr. Edy Supriyadi, M.Pd. dan Sigit Yatmoko, S.T.,M.T.

Nilai yang didapat pada aspek kelayakan media diperoleh dari peilaian validator yang ada didalam angket dengan interval penilaian 1-4 dengan total 28 butir. Adapun data hasil dari penelitian dapat dilihat pada Tabel 18. Kemudian saran dan komentar dari ahli media akan menjadi acuan dalam memperbaiki media yang dikembangkan oleh peneliti, untuk Kritik, tanggapan, dan saran ahli media dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 18. Data Hasil Uji Validasi Media

No	Responden	Aspek			Total
		Tampilan	Kualitas teknis	Kemanfaatan	
1	Ahli Media 1	21	41	28	90
2	Ahli Media 2	24	41	24	89

Tabel 19. Kritik, Tanggapan, Dan Saran Ahli Media

No	Ahli Media	Komentar	Tindak Lanjut
1.	Ahli Media 1	Secara umum sudah baik kalau mungkin ada tambahan bentuk kincir angin yang kurang.	Sudah ditambahkan dan divariasikan menggunakan 2,3, dan 6 kincir angin.
		Untuk keperluan lebh lanjut upgrade dengan model untuk kapasitas yang lebih besar.	Saran diterima untuk penelitian yang lebih lanjut.
2.	Ahli Media 2	Mohon dilengkapi buku panduan media, misal skema rangkaian uji, dan gambar skema.	Melengkapi buku panduan media, misal skema rangkaian uji, dan gambar skema.
		SOP penggunaan dan cara uji atau pengambilan data belum disertakan.	SOP sudah disertakan didalam buku panduan dan jobsheet.

e. Revisi Produk

Revisi produk dilakukan berdasarkan masukan dan saran dari ahli materi maupun ahli media. berikut ini perbaikan yang telah dilakukan pada produk yang dikembangkan:

- 1) Menambahkan penjelasan dan memberikan keterangan disetiap persamaan yang tertera didalam jobsheet.
- 2) Mendaftar kembali pemakaian alat dan bahan pada setiap masing job.
- 3) Menyusun kembali kalimat agar menjadi kalimat redaksional.
- 4) Menggambar ulang gambar rangkaian dan menambah SOP pada buku panduan.

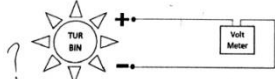
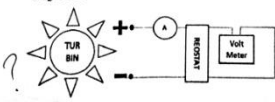

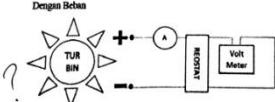
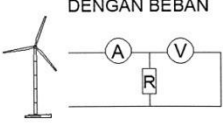
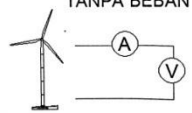
f. Hasil Revisi Produk



Tabel 20. Hasil Revisi Produk

No	Sebelum	Sesudah
1	<p>BUKU PANDUAN PENGGUNA</p> <p>Pengembangan unit pembangkit listrik tenaga angin dibuat dengan besi holo, plat besi, dan plat alumunium. Komponen yang digunakan berupa generator, baling-baling (blade). Unit pembangkit listrik tenaga angin ini dapat di pindahkan dan dapat dibongkar sesuai situasi dan kondisi.</p> <p>Untuk pemeliharaan jangka panjang atau terjadi kerusakan pada komponen yang ada, dapat dilakukan perbaikan pada komponen. Jika harus melakukan pergantian komponen dengan mudah dapat diganti dan dicari ditoko listrik dan otomotif</p> <p>Dalam buku panduan ini akan dijelaskan cara penggunaan alat yang benar serta pemeliharaan apa bila terjadi pada komponen yang ada pada media pembangkit listrik tenaga angin.</p> <p><i>satu kala ?</i></p>	<p>BUKU PANDUAN PENGGUNA</p> <p>Pengembangan unit pembangkit listrik tenaga angin dibuat dengan besi holo, plat besi, dan plat alumunium. Komponen yang digunakan berupa generator, baling-baling (blade). Unit pembangkit listrik tenaga angin ini dapat di pindahkan dan dapat dibongkar sesuai situasi dan kondisi.</p> <p>Untuk pemeliharaan jangka panjang atau terjadi kerusakan pada komponen yang ada, dapat dilakukan perbaikan pada komponen. Jika harus melakukan pergantian komponen dengan mudah dapat diganti dan dicari ditoko listrik dan otomotif.</p> <p>Dalam buku panduan ini akan dijelaskan cara penggunaan alat yang benar serta pemeliharaan apabila terjadi pada komponen yang ada pada media pembangkit listrik tenaga bayu.</p>

No	Sebelum	Sesudah
2	<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Solar charge control</u> mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. 2. Inverter dapat menyearahkan gelombang sinusodal (AC) yang dihasilkan oleh generator menjadi gelombang DC. 3. <u>Ampere meter</u> digunakan untuk mengukur arus yang masuk dalam rangkaian pembangkit listrik tenaga angin. 4. <u>Volt ampere</u> digunakan untuk mengukur beda potensial yang masuk dalam rangkaian pembangkit listrik tenaga angin 5. <u>Blade</u> atau baling-baling di gunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. 6. Generator dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Prinsip kerjanya dapat dipelajari dengan menggunakan teori medan <u>elektromagnetik</u>. 7. Buntut <u>baling-baling</u> berfungsi untuk mengatur arah angin. <p style="text-align: center;">↓ cari istilahnya</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Wind charge control</u> mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. 2. Inverter berfungsi mengubah tegangan listrik DC menjadi tegangan AC. 3. Baterai (Aki) berfungsi menyimpan arus yang dihasilkan generator agar bisa di gunakan setiap saat. 4. Ampere meter digunakan untuk mengukur arus yang masuk dalam rangkaian pembangkit listrik tenaga angin. 5. Volt ampere digunakan untuk mengukur beda potensial yang masuk dalam rangkaian pembangkit listrik tenaga angin 6. <u>Blade</u> atau baling-baling berfungsi mengubah hembusan angin menjadi energi kinetik untuk memutar generator listrik. 7. Generator listrik berfungsi mengubah energi kinetik menjadi energi listrik, yang kemudian diteruskan ke bagian kontrol. 8. Ekor turbin angin berfungsi untuk mengarahkan unit turbin angin agar selalu berhadapan dengan arah angin.
3	<p>Petunjuk Pemakaian</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siapkan <u>perlatan</u> da komponen yang akan digunakan dalam praktik pembangkit listrik tenaga angin. 2. Sebelum menggunakan atau mengoperasikan unit pembangkit listrik tenaga angin, pastikan anda telah <u>membuat</u> rangkaian dengan benar. 3. Setelah rangkaian <u>benar-benar</u> terpasang, sambungkan ke beban menggunakan kabel jumper agar mempermudah pelaksanaan praktik. 4. Jika sudah benar, posisi kipas mengarah ke baling baling atau blade sesuai <u>arahan</u> yang di minta dalam jobsheet. 5. Saat baling-baling berputar sesuai ketentuan jobsheet, perhatikan putaran baling baling, <u>tunggu</u> sampai stabil, 6. Setelah itu, catat hasil pengukuran pada alat ukur yang terdapat pada unit kontrol. 	<p>Petunjuk Pemakaian</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siapkan peralatan dan komponen yang akan digunakan dalam praktik pembangkit listrik tenaga angin. 2. Sebelum menggunakan atau mengoperasikan unit pembangkit listrik tenaga angin, pastikan anda telah merangkai dengan benar. 3. Setelah rangkaian terpasang dengan benar sambungkan ke beban menggunakan kabel jumper agar mempermudah pelaksanaan praktik. 4. Jika sudah benar, posisi kipas mengarah ke baling-baling atau <i>blade</i> sesuai arahan dalam jobsheet. 5. Saat baling baling berputar sesuai ketentuan jobsheet perhatikan putaran baling-baling tunggu sampai stabil. 6. Setelah itu, catat hasil pengukuran pada alat ukur yang terdapat pada unit kontrol.

No	Sebelum	Sesudah
4	<p>7. Rapihkan kembali komponen yang digunakan saat praktik dan kembalikan ketempat semula.</p> <p>Petunjuk perbaikan dan pemeliharaan</p> <p>Agar unit pembangkit listrik tenaga angin dapat berjalan dengan baik dan maksimal dapat dilakukan perbaikan dan pemeliharaan.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lakukan pengecekan pada generator dengan cara melepas generator dari dudukan unit pembangkit dan beli <u>perlumas</u> pada poros putaran generator. 2. Lakukan pengecekan dan baling-baling. Pastikan baut baling-baling terpasang kencang agar tidak lepas saat berputar. 3. Lakukan pengecekan pada bagian kontrol unit pembangkit pada bagian alat ukur dan sambungan kabel. 4. Lakukan pengecekan pada alat ukur masih berfungsi dengan baik atau tidak. 	<p>7. Rapihkan kembali komponen yang digunakan saat praktik dan kembalikan ketempat semula.</p> <p>Petunjuk perbaikan dan pemeliharaan</p> <p>Agar unit pembangkit listrik tenaga angin dapat berjalan dengan baik dan maksimal dapat dilakukan perbaikan dan pemeliharaan.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lakukan pengecekan pada generator dengan cara melepas generator dari dudukan unit pembangkit dan beli pelumas pada poros putaran generator. 2. Lakukan pengecekan baling-baling. Pastikan baut baling-baling terpasang kencang agar tidak lepas saat berputar. 3. Lakukan pengecekan pada bagian kontrol unit pembangkit pada bagian alat ukur dan sambungan kabel. 4. Lakukan pengecekan pada alat ukur masih berfungsi dengan baik atau tidak.
5	<p>Petunjuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja</p> <p>Perhatikan petunjuk keselamatan kerja sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gunakan alat pelindung diri saat akan melakukan praktik pembangkit listrik tenaga angin. <i>apa saja APD nya?</i> 2. Pastikan semua komponen unit pembangkit listrik tenaga angin berfungsi dan dapat digunakan. 3. Pastikan sambungan kabel kontrol terpasang dengan benar. 4. Gunakan alat sesuai fungsinya. 	<p>Petunjuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja</p> <p>Perhatikan petunjuk keselamatan kerja sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gunakan alat pelindung diri saat akan melakukan praktik pembangkit listrik tenaga angin seperti <ol style="list-style-type: none"> a. Helm b. Pakaian kerja (<i>Wearpack</i>) c. Sarung Tangan d. Sepatu <i>Safety</i> 2. Pastikan semua komponen unit pembangkit listrik tenaga angin berfungsi dan dapat digunakan. 3. Pastikan sambungan kabel kontrol terpasang dengan benar. 4. Gunakan alat sesuai fungsinya.

No	Sebelum	Sesudah						
6	<p>1. KOMPETENSI Mampu melakukan instalasi dan mengoperasikan pembangkit listrik tenaga angin (Bays).</p> <p>2. ALAT DAN BAHAN</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Kincir angin 1 unit b. Connector 1 buah c. Amperemeter DC 1 buah d. Voltmeter DC 1 buah e. Rheostat 1 buah f. Kipas angin 2 unit g. Anemometer 1 buah h. Saklar 2 Buah i. Kabel secukupnya <p>3. KESELAMATAN KERJA</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Bekerjalah dengan keadaan tanpa tegangan pada saat membuat rangkaian dan mengubah rangkaian. b. Pastikan seluruh pakaian yang anda kenakan kering. c. Jauhkan peralatan yang tidak diperlukan dari tempat pengambilan data. d. Gunakan alat pelindung diri (APD) sesuai kebutuhan. <p>4. GAMBAR RANGKAIAN</p> <p>Tanpa Beban</p>  <p>Dengan Beban</p> 	<p>FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA JOB SHEET PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN</p> <table border="1"> <tr> <td>Semester VI</td> <td>Pembangkit Listrik Tenaga Angin</td> <td>4x50 menit</td> </tr> <tr> <td>No.</td> <td>Revisi:</td> <td>Tgl. Hal 1 dari 5</td> </tr> </table> <p>A. KOMPETENSI Mampu melakukan instalasi dan mengoperasikan pembangkit listrik tenaga angin.</p> <p>B. DASAR TEORI Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA). Pembangkit ini menggunakan prinsip konversi energi kinetik menjadi energi listrik dengan bantuan kincir angin atau sudu. Kincir angin yang bergerak terkoneksi dengan generator dan akan menghasilkan energi listrik.</p> <p>Jenis – jenis PLTA</p> <p>1. Turbin Angin Vertikal</p> <p>Turbin angin sumbu vertikal/tegak (TASV) adalah turbin angin yang memiliki poros/sumbu rotor utama dengan susunan tegak lurus.</p> <p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Keefektifan Turbin tidak dipengaruhi arah gerak angin. b. Keadaan geografis tidak berpengaruh terhadap kinerja turbin angin ini. c. Menyediakan angin dari berbagai arah. d. Tidak membutuhkan konstruksi menara yang besar. e. Konstruksi turbin dekat dengan tanah, sehingga mudah dalam perawatan. f. TASV memiliki kecepatan awal angin yang lebih rendah daripada TASH. <p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. TASV tidak mengambil keuntungan dari angin yang melaju lebih kencang di elevasi yang lebih tinggi. b. TASV mempunyai torsi awal yang rendah. c. Produktifitas energi TASV tidak lebih tinggi daripada TASH. 	Semester VI	Pembangkit Listrik Tenaga Angin	4x50 menit	No.	Revisi:	Tgl. Hal 1 dari 5
Semester VI	Pembangkit Listrik Tenaga Angin	4x50 menit						
No.	Revisi:	Tgl. Hal 1 dari 5						
7	<p>1. KOMPETENSI Mampu melakukan instalasi dan mengoperasikan pembangkit listrik tenaga angin (Bays).</p> <p>2. ALAT DAN BAHAN</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Kincir angin 1 unit b. Connector 1 buah c. Amperemeter DC 1 buah d. Voltmeter DC 1 buah e. Rheostat 1 buah f. Kipas angin 2 unit g. Anemometer 1 buah h. Saklar 2 Buah i. Kabel secukupnya <p>3. KESELAMATAN KERJA</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Bekerjalah dengan keadaan tanpa tegangan pada saat membuat rangkaian dan mengubah rangkaian. b. Pastikan seluruh pakaian yang anda kenakan dalam keadaan kering. c. Jauhkan peralatan yang tidak diperlukan dari tempat pengambilan data. d. Gunakan alat pelindung diri (APD) sesuai kebutuhan. <p>4. GAMBAR RANGKAIAN</p> <p>Tanpa Beban</p>  <p>Dengan Beban</p> 	<p>FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA JOB SHEET PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN</p> <table border="1"> <tr> <td>Semester VI</td> <td>Pembangkit Listrik Tenaga Angin</td> <td>4x50 menit</td> </tr> <tr> <td>No.</td> <td>Revisi:</td> <td>Tgl. Hal 3 dari 5</td> </tr> </table> <p>D. KESELAMATAN KERJA</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Bekerjalah dengan keadaan tanpa tegangan pada saat membuat rangkaian dan mengubah rangkaian. b. Pastikan seluruh pakaian yang anda kenakan dalam keadaan kering. c. Jauhkan peralatan yang tidak diperlukan dari tempat pengambilan data. d. Gunakan alat pelindung diri (APD) sesuai kebutuhan. <p>E. GAMBAR RANGKAIAN</p> <p>DENGAN BEBAN</p>  <p>TANPA BEBAN</p> 	Semester VI	Pembangkit Listrik Tenaga Angin	4x50 menit	No.	Revisi:	Tgl. Hal 3 dari 5
Semester VI	Pembangkit Listrik Tenaga Angin	4x50 menit						
No.	Revisi:	Tgl. Hal 3 dari 5						

No	Sebelum	Sesudah																																																																																																																																																																								
8	<p>5. LANGKAH KERJA</p> <ol style="list-style-type: none"> Merangkai pembangkit listrik tenaga angin sesuai dengan instruksi dosen pengampu. Catatlah hasil pengamatan untuk setiap pengambilan data. Isilah data sesuai dengan tabel berikut. <p>Tabel 1.1 Data pembangkit listrik tenaga bayu tidak berbeban</p> <table> <tr> <th colspan="6">3 Baling - Baling</th> </tr> <tr> <th>No</th> <th>Kecepatan kipas angin</th> <th>Tegangan (V)</th> <th>Kecepatan Angin (m/s)</th> <th>Putaran (rpm)</th> <th>Arus (mA)</th> </tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <table> <tr> <th colspan="6">6 Baling - Baling</th> </tr> <tr> <th>No</th> <th>Kecepatan kipas angin</th> <th>Tegangan (V)</th> <th>Kecepatan Angin (m/s)</th> <th>Putaran (rpm)</th> <th>Arus (mA)</th> </tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p>*) Atur Jarak antara kipas angin dan unit PLTB 100cm</p> <p>Pasanglah beban berupa rheostat sebesar 10k ohm. Atur kecepatan putaran angin pada posisi sesuai dengan tabel. Atur jarak antara sumber angin dan unit PLTB sejauh 100cm. Amati perbedaan yang terjadi pada sistem pembangkitan listrik tenaga angin. Catatlah data yang anda amati pada tabel 1.2</p> <p>Tabel 1.2 Data pembangkit listrik tenaga bayu berbeban</p> <table> <tr> <th colspan="6">3 Baling - Baling</th> </tr> <tr> <th>No</th> <th>Kecepatan kipas angin</th> <th>Tegangan (V)</th> <th>Kecepatan Angin (m/s)</th> <th>Putaran (rpm)</th> <th>Arus (mA)</th> </tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	3 Baling - Baling						No	Kecepatan kipas angin	Tegangan (V)	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)	1	1					2	2					3	3					6 Baling - Baling						No	Kecepatan kipas angin	Tegangan (V)	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)	1	1					2	2					3	3					3 Baling - Baling						No	Kecepatan kipas angin	Tegangan (V)	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)	1	1					2	2					3	3					<div>  <div> FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA JOB SHEET PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN </div> <table> <tr> <td>Semester VI</td> <td>Pembangkit Listrik Tenaga Angin</td> <td>4x50 menit</td> </tr> <tr> <td>No.</td> <td>Revisi:</td> <td>Tgl:</td> </tr> </table> <p>Hal 4 dari 5</p> </div> <p>F. LANGKAH KERJA</p> <ol style="list-style-type: none"> Merangkai pembangkit listrik tenaga angin sesuai dengan instruksi dosen pengampu. Catatlah hasil pengamatan untuk setiap pengambilan data. Isilah data sesuai dengan tabel berikut. <p>Tabel 1.1 Data pembangkit listrik tenaga angin tidak berbeban</p> <table> <tr> <th colspan="6">3 Baling-baling</th> </tr> <tr> <th>No</th> <th>Jarak</th> <th>Tegangan (V)</th> <th>Kec Angin (m/s)</th> <th>Putaran (rpm)</th> <th>Arus (mA)</th> </tr> <tr><td>1</td><td>100 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>120 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>140 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>160 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <table> <tr> <th colspan="6">6 Baling-baling</th> </tr> <tr> <th>No</th> <th>Jarak</th> <th>Tegangan (V)</th> <th>Kec Angin (m/s)</th> <th>Putaran (rpm)</th> <th>Arus (mA)</th> </tr> <tr><td>1</td><td>100 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>120 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>140 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>160 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p>Atur kecepatan kipas angin pada posisi paling kencang</p> <p>Pasanglah beban rheostat sebesar 10k ohm. Atur kecepatan putaran angin pada posisi sesuai dengan tabel. Atur jarak antara sumber angin dan unit PLTB sejauh 100cm. Amati perbedaan yang terjadi pada sistem pembangkitan listrik tenaga angin. Catatlah data yang anda amati pada tabel 1.2</p>	Semester VI	Pembangkit Listrik Tenaga Angin	4x50 menit	No.	Revisi:	Tgl:	3 Baling-baling						No	Jarak	Tegangan (V)	Kec Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)	1	100 cm					2	120 cm					3	140 cm					4	160 cm					6 Baling-baling						No	Jarak	Tegangan (V)	Kec Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)	1	100 cm					2	120 cm					3	140 cm					4	160 cm				
3 Baling - Baling																																																																																																																																																																										
No	Kecepatan kipas angin	Tegangan (V)	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)																																																																																																																																																																					
1	1																																																																																																																																																																									
2	2																																																																																																																																																																									
3	3																																																																																																																																																																									
6 Baling - Baling																																																																																																																																																																										
No	Kecepatan kipas angin	Tegangan (V)	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)																																																																																																																																																																					
1	1																																																																																																																																																																									
2	2																																																																																																																																																																									
3	3																																																																																																																																																																									
3 Baling - Baling																																																																																																																																																																										
No	Kecepatan kipas angin	Tegangan (V)	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)																																																																																																																																																																					
1	1																																																																																																																																																																									
2	2																																																																																																																																																																									
3	3																																																																																																																																																																									
Semester VI	Pembangkit Listrik Tenaga Angin	4x50 menit																																																																																																																																																																								
No.	Revisi:	Tgl:																																																																																																																																																																								
3 Baling-baling																																																																																																																																																																										
No	Jarak	Tegangan (V)	Kec Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)																																																																																																																																																																					
1	100 cm																																																																																																																																																																									
2	120 cm																																																																																																																																																																									
3	140 cm																																																																																																																																																																									
4	160 cm																																																																																																																																																																									
6 Baling-baling																																																																																																																																																																										
No	Jarak	Tegangan (V)	Kec Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)																																																																																																																																																																					
1	100 cm																																																																																																																																																																									
2	120 cm																																																																																																																																																																									
3	140 cm																																																																																																																																																																									
4	160 cm																																																																																																																																																																									
9	<table> <tr> <th colspan="6">6 Baling - Baling</th> </tr> <tr> <th>No</th> <th>Kecepatan kipas angin</th> <th>Tegangan (V)</th> <th>Kecepatan Angin (m/s)</th> <th>Putaran (rpm)</th> <th>Arus (mA)</th> </tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p>*) Atur Jarak antara kipas angin dan unit PLTB 100cm</p> <p>6. TUGAS</p> <ol style="list-style-type: none"> Buatlah grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap tegangan keluaran pembangkit. Apa saja faktor yang menentukan besar kecilnya daya keluaran pembangkit listrik tenaga angin. Jelaskan! Lakukan analisis dan buatlah kesimpulan dari hasil praktikum 	6 Baling - Baling						No	Kecepatan kipas angin	Tegangan (V)	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)	1	1					2	2					3	3					<div>  <div> FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA JOB SHEET PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN </div> <table> <tr> <td>Semester VI</td> <td>Pembangkit Listrik Tenaga Angin</td> <td>4x50 menit</td> </tr> <tr> <td>No.</td> <td>Revisi:</td> <td>Tgl:</td> </tr> </table> <p>Hal 5 dari 5</p> </div> <p>Tabel 1.2 Data pembangkit listrik tenaga angin berbeban</p> <table> <tr> <th colspan="6">3 Baling-baling</th> </tr> <tr> <th>No</th> <th>Jarak</th> <th>Tegangan (V)</th> <th>Kec Angin (m/s)</th> <th>Putaran (rpm)</th> <th>Arus (mA)</th> </tr> <tr><td>1</td><td>100 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>120 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>140 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>160 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <table> <tr> <th colspan="6">6 Baling-baling</th> </tr> <tr> <th>No</th> <th>Jarak</th> <th>Tegangan (V)</th> <th>Kec Angin (m/s)</th> <th>Putaran (rpm)</th> <th>Arus (mA)</th> </tr> <tr><td>1</td><td>100 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>120 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>140 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>160 cm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p>Atur kecepatan kipas angin pada posisi paling kencang</p> <p>G. TUGAS</p> <ol style="list-style-type: none"> Buatlah grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap tegangan keluaran pembangkit. Apa saja faktor yang menentukan besar kecilnya daya keluaran pembangkit listrik tenaga angin. Jelaskan! Lakukan analisis dan buatlah kesimpulan dari hasil praktikum. 	Semester VI	Pembangkit Listrik Tenaga Angin	4x50 menit	No.	Revisi:	Tgl:	3 Baling-baling						No	Jarak	Tegangan (V)	Kec Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)	1	100 cm					2	120 cm					3	140 cm					4	160 cm					6 Baling-baling						No	Jarak	Tegangan (V)	Kec Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)	1	100 cm					2	120 cm					3	140 cm					4	160 cm																																																																
6 Baling - Baling																																																																																																																																																																										
No	Kecepatan kipas angin	Tegangan (V)	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)																																																																																																																																																																					
1	1																																																																																																																																																																									
2	2																																																																																																																																																																									
3	3																																																																																																																																																																									
Semester VI	Pembangkit Listrik Tenaga Angin	4x50 menit																																																																																																																																																																								
No.	Revisi:	Tgl:																																																																																																																																																																								
3 Baling-baling																																																																																																																																																																										
No	Jarak	Tegangan (V)	Kec Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)																																																																																																																																																																					
1	100 cm																																																																																																																																																																									
2	120 cm																																																																																																																																																																									
3	140 cm																																																																																																																																																																									
4	160 cm																																																																																																																																																																									
6 Baling-baling																																																																																																																																																																										
No	Jarak	Tegangan (V)	Kec Angin (m/s)	Putaran (rpm)	Arus (mA)																																																																																																																																																																					
1	100 cm																																																																																																																																																																									
2	120 cm																																																																																																																																																																									
3	140 cm																																																																																																																																																																									
4	160 cm																																																																																																																																																																									

4. Deskripsi Tahap Implementasi (*Implementation*)

Langkah implementasi yang pertama dilakukan uji coba pada kelompok kecil dengan jumlah mahasiswa 3 orang dari Jurusan Pendidikan Teknik Elektro yang dilakukan pada tanggal 6 Juli 2019. Sebelum unit

pembangkit listrik tenaga angin dan jobsheet digunakan untuk praktikum terlebih dibuka dengan teori pengantar mengenai unit pembangkit listrik tenaga angin yang dikembangkan oleh peneliti. *Jobsheet* mulai diberikan kepada masing-masing anak kemudian menjelaskan petunjuk dan perintah dari *jobsheet*.

Setelah praktikum selesai dilakukan mahasiswa diminta mengisi angket yang telah diberikan. Angket yang diberikan kepada mahasiswa memiliki 4 aspek penilaian yaitu aspek materi, aspek tampilan, aspek teknis, dan aspek kemanfaatan dengan total pertanyaan 28 butir. Hasil penilaian mahasiswa pada saat uji coba kelompok kecil dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

No	Responden	Aspek				Total
		Materi	Tampilan	Teknis	Manfaat	
1	Mahasiswa 1	16	14	31	20	81
2	Mahasiswa 2	22	18	39	21	100
3	Mahasiswa 3	20	19	39	21	99

Uji coba kedua dilakukan pada tanggal 9 Agustus 2019 dengan total 20 mahasiswa dari JPTE angkatan 2015 dan 2016 dengan langkah-langkah yang sama, mahasiswa terlebih dahulu diberikan pengantar mengenai materi yang akan dipraktikkan. Kemudian mahasiswa akan diperkenalkan terlebih dahulu dengan unit pembangkit yang sedang dikembangkan dan barulah mahasiswa melakukan praktikum. Setelah praktikum selesai dilakukan maka akan diminta untuk mengisi angket atau kuisisioner yang diberikan. Hasil penilaian mahasiswa pada saat uji coba kelompok besar dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Hasil Uji Coba Kelompok Besar

No	Responden	Aspek				Total
		Materi	Tampilan	Teknis	Manfaat	
1	Mahasiswa 1	20	14	29	20	83
2	Mahasiswa 2	20	17	32	22	91
3	Mahasiswa 3	21	20	40	22	103
4	Mahasiswa 4	20	16	37	20	93
5	Mahasiswa 5	21	18	39	21	99
6	Mahasiswa 6	19	15	36	21	91
7	Mahasiswa 7	20	17	38	22	97
8	Mahasiswa 8	21	17	37	19	94
9	Mahasiswa 9	20	15	40	24	99
10	Mahasiswa 10	21	16	40	20	97
11	Mahasiswa 11	18	11	26	19	74
12	Mahasiswa 12	21	16	40	20	97
13	Mahasiswa 13	19	19	38	22	98
14	Mahasiswa 14	20	17	38	20	95
15	Mahasiswa 15	21	17	41	21	100
16	Mahasiswa 16	20	17	37	21	95
17	Mahasiswa 17	18	16	38	20	92
18	Mahasiswa 18	16	14	31	20	81
19	Mahasiswa 19	22	18	39	21	100
20	Mahasiswa 20	20	19	39	21	99

5. Deskripsi Hasil Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi akan dilakukan dengan evaluasi formatif, karena jenis evaluasi ini berhubungan dengan tahapan penelitian pengembangan untuk memperbaiki produk pengembangan yang dihasilkan. Pada tahap ini

dilakukan evaluasi berdasarkan saran yang diperoleh dari ahli media dan ahli materi menggunakan lembar angket respons yang akan digunakan untuk memperbaiki kembali produk yang telah dikembangkan oleh peneliti. Hal ini dilakukan agar menghasilkan produk yang layak digunakan.

C. Analisis Data

Analisis data diteliti bersumber dari 3 sumber yaitu, (1) validasi instrumen, (2) ahli materi, (3) ahli media, dan (4) pengguna/mahasiswa. Data yang telah didapatkan dari pertanyaan-pertanyaan peneliti kemudian dilakukan tahapan analisis data.

1. Analisis Data Validasi Instrumen

Validasi instrumen dilakukan tahapan yaitu dilakukan oleh ahli (*expert judgment*) yang telah dinyatakan valid. Nilai reliabilitas digunakan pada angket respons yang diisi oleh mahasiswa dengan nilai perhitungan sebesar 0,837. Berdasarkan angka tersebut, dapat dikategorikan bahwa instrumen tersebut “Sangat Reliabel” untuk dilanjutkan tahapan yang selanjutnya.

2. Analisis Data Hasil Validasi Ahli Materi

Ahli Materi diberikan angket untuk melakukan validasi terhadap materi lalu akan ditarik kesimpulan berdasarkan kategori yang ada. Berikut ini analisis dari data hasil validasi ahli materi:

a. Aspek Kualitas Materi

Butir aspek materi terdiri dari 12 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 48 dan skor minimum sebesar 12 dengan konversi skor sebagai berikut:

Tabel 23. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek Materi

Interval Skor	Kategori
$39 < X \leq 48$	Sangat Layak
$30 < X \leq 39$	Layak
$25,5 < X \leq 30$	Tidak Layak
$12 < X \leq 25,5$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 23 didapat hasil penilaian dari ahli materi 1 dengan skor 34, hasil penilaian ahli materi 2 diperoleh skor 41. Hasil dari skor penilaian yang diperoleh memiliki rerata 37,5 yang dapat disimpulkan bahwa aspek materi berada pada kategori **“layak”**. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran 7.

b. Aspek kemanfaatan

Butir aspek teknis terdiri dari 6 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 24 dan skor minimum sebesar 6 dengan konversi skor berikut:

Tabel 24. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek Kemanfaatan

Interval Skor	Kategori
$19,5 < X \leq 24$	Sangat Layak
$15 < X \leq 19,5$	Layak
$11,5 < X \leq 15$	Tidak Layak
$6 < X \leq 11,5$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 24 didapat hasil penilaian dari ahli materi 1 dengan skor 24, hasil penilaian ahli materi 2 diperoleh skor 21. Hasil dari skor penilaian yang diperoleh memiliki rerata 22,5 yang dapat disimpulkan bahwa aspek kemanfaatan berada pada kategori “**sangat layak**”. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran 7.

c. Aspek teknis

Butir aspek kemanfaatan terdiri dari 9 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 36 dan skor minimum sebesar 9 dengan konversi skor sebagai berikut:

Tabel 25. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek Teknis

Interval Skor	Kategori
$29,25 < X \leq 36$	Sangat Layak
$22,5 < X \leq 29,25$	Layak
$15,75 < X \leq 22,5$	Tidak Layak
$9 < X \leq 15,75$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 25 didapat hasil penilaian dari ahli materi 1 dengan skor 27, hasil penilaian ahli materi 2 diperoleh skor 29. Hasil dari skor penilaian yang diperoleh memiliki rerata 28 yang dapat disimpulkan bahwa

aspek teknis berada pada kategori “ **layak**”. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran 7.

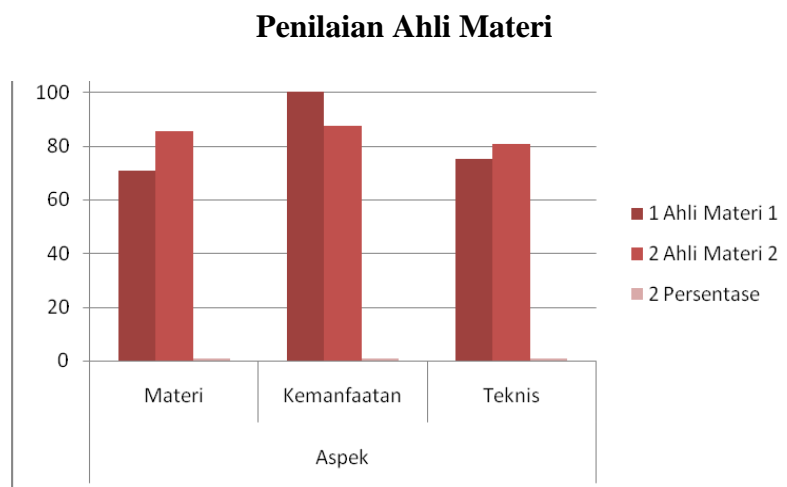
Skor keseluruhan hasil penilaian ahli materi dapat dilihat pada Tabel 26. Sedangkan untuk persentase hasil penilaian ahli materi seluruh aspek dalam materi pembelajaran unit media pembelajaran pembangkit listrik tenaga angin dapat dilihat dalam Tabel 27 kemudian grafik analisis pada semua aspek dapat disimak dalam grafik pada Gambar 8.

Tabel 26. Hasil Penilaian Ahli Materi

No	Responden	Aspek		
		Materi	Kemanfaatan	Teknis
1	Ahli Materi 1	34	24	27
2	Ahli Materi 2	41	21	29
	Jumlah	75	45	56
	Rerata	37,5	22,5	28
	Skor maksimum	48	24	36
	Persentase	78,12%	93,75%	77,77%

Tabel 27. Hasil Penilaian Ahli Materi Seluruh Aspek

No	Responden	Skor Total	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
1	Ahli Materi 1	85	108	78,70 %	Layak
2	Ahli Materi 2	91	108	84,25 %	Layak
	Rerata	88	216	81,48 %	Layak



Gambar 8. Grafik Penilaian Ahli Materi

3. Analisis Data Validasi Ahli Media

Tanggapan para ahli media dapat diketahui dengan pemberian angket peneliti. Berikut ini analisis dari data hasil validasi ahli media:

a. Aspek tampilan

Butir aspek tampilan terdiri dari 7 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 28 dan skor minimum sebesar 7 dengan konversi skor sebagai berikut:

Tabel 28. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek tampilan

Interval Skor	Kategori
$22,75 < X \leq 28$	Sangat Layak
$17,5 < X \leq 22,75$	Layak
$12,25 < X \leq 17,5$	Tidak Layak
$7 < X \leq 12,25$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 28 didapat hasil penilaian dari ahli media 1 dengan skor 21, hasil penilaian ahli media 2 diperoleh skor 24. Hasil dari skor

penilaian yang diperoleh memiliki rerata 22,5 yang dapat disimpulkan bahwa aspek tampilan berada pada kategori “ **layak**”. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran 7.

b. Aspek kualitas Teknis

Butir aspek teknis terdiri dari 12 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 48 dan skor minimum sebesar 12 dengan konversi skor sebagai berikut:

Tabel 29. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek Kualitas Teknis

Interval Skor	Kategori
$39 < X \leq 48$	Sangat Layak
$30 < X \leq 39$	Layak
$21 < X \leq 30$	Tidak Layak
$12 < X \leq 21$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 29 didapat hasil penilaian dari ahli media 1 dengan skor 41, hasil penilaian ahli media 2 diperoleh skor 41. Hasil dari skor penilaian yang diperoleh memiliki rerata 41 yang dapat disimpulkan bahwa aspek teknis berada pada kategori “ **sangat layak**”. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran 7.

c. Aspek kemanfaatan

Butir aspek kemanfaatan terdiri dari 7 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 28 dan skor minimum sebesar 7 dengan konversi skor sebagai berikut:

Tabel 30. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek kemanfaatan

Interval Skor	Kategori
$22,75 < X \leq 28$	Sangat Layak
$17,5 < X \leq 22,75$	Layak
$12,25 < X \leq 17,5$	Tidak Layak
$7 < X \leq 12,25$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 30 didapat hasil penilaian dari ahli media 1 dengan skor 28, hasil penilaian ahli media 2 diperoleh skor 24. Hasil dari skor penilaian yang diperoleh memiliki rerata 26 yang dapat disimpulkan bahwa aspek kemanfaatan berada pada kategori “**sangat layak**”. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran 7.

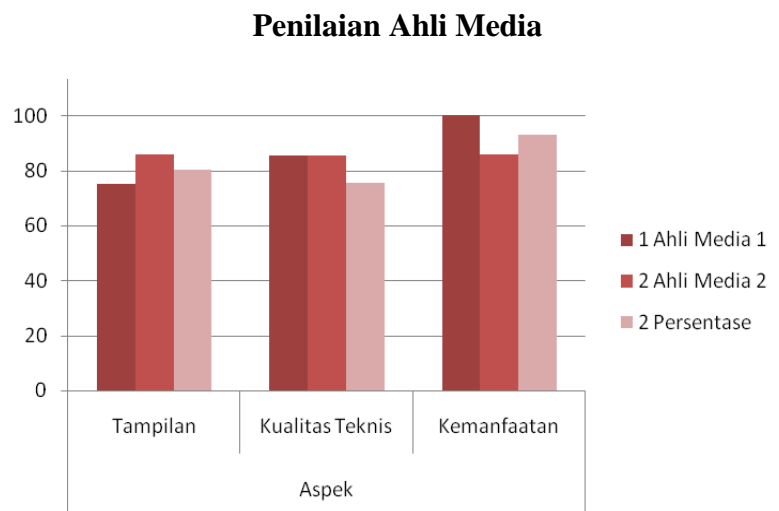
Skor keseluruhan hasil penilaian ahli media dapat dilihat pada Tabel 31. Sedangkan untuk persentase kelayakan tampilan dalam media pembelajaran unit media pembelajaran pembangkit listrik tenaga angin dapat dilihat dalam Tabel 32 kemudian grafik analisis pada semua aspek dapat disimak dalam grafik pada Gambar 9.

Tabel 31. Hasil Penilaian Ahli Media

No	Responden	Aspek		
		Tampilan	Kualitas Teknis	Kemanfaatan
1	Ahli Media 1	21	41	28
2	Ahli Media 2	24	41	24
	Jumlah	45	82	52
	Rerata	22,5	41	26
	Skor maksimum	28	48	28
	Persentase	80,35 %	75,41 %	92,85%

Tabel 32. Hasil Penilaian Ahli Media Seluruh Aspek

No	Responden	Skor Total	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
1	Ahli Media 1	90	104	86,53 %	Sangat Layak
2	Ahli Media 2	89	104	85,57 %	Sangat Layak
	Rerata	89,5	104	86,05 %	Sangat Layak



Gambar 9. Grafik Penilaian Ahli Media

d. Data Hasil Uji Pengguna

Sampel dari penelitian ini adalah mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY yang sedang menempuh mata kuliah Praktikum Pembangkit Tenaga Listrik. Uji coba dilakukan pada 2 kelompok, yaitu kelompok kecil dan kelompok besar. Berikut penjabaran hasil uji coba pengguna pada kelompok kecil maupun kelompok besar.

a. Uji Coba Kelompok Kecil

Uji coba kelompok kecil ini dilaksanakan pada 3 mahasiswa semester 6 pendidikan teknik elektro, uji coba ini dilakukan di ruangan lices Jurusan Pendidikan Teknik Elektro. Alur pada uji coba kelompok kecil dimulai dengan memberikan pengarahan mengenai materi yang akan dipraktikkan kemudian penjabaran dalam penggunaan buku panduan dan media pembangkit, kemudian setelah praktikum dilakukan mahasiswa diminta mengisi angket penilaian. Untuk mencari tingkat kelayakan maka 3 mahasiswa diminta mengisi angket. Penilaian yang dilakukan oleh pengguna terdiri dari 3 aspek, berikut ini analisis dari data uji coba kelompok kecil:

1) Aspek materi

Butir aspek tampilan terdiri dari 6 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 24 dan skor minimum sebesar 6 dengan konversi skor sebagai berikut:

Tabel 33. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek Materi

Interval Skor	Kategori
$19,5 < X \leq 24$	Sangat Layak
$15 < X \leq 19,5$	Layak
$11,5 < X \leq 15$	Tidak Layak
$6 < X \leq 11,5$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 33 didapat hasil penilaian dari mahasiswa 1 dengan skor 16, hasil penilaian mahasiswa 2 diperoleh skor 22 dan penilaian mahasiswa 3 diperoleh skor 20. Hasil dari skor penilaian yang diperoleh memiliki rerata sebesar 19,33 dapat disimpulkan bahwa aspek materi berada pada kategori **“layak”**. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran 9.

2) Aspek tampilan

Butir aspek tampilan terdiri dari 5 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 20 dan skor minimum sebesar 5 dengan konversi skor sebagai berikut:

Tabel 34. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek Tampilan

Interval Skor	Kategori
$16,5 < X \leq 20$	Sangat Layak
$12,5 < X \leq 16,25$	Layak
$8,75 < X \leq 12,5$	Tidak Layak
$5 < X \leq 8,75$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 34 didapat hasil penilaian dari mahasiswa 1 dengan skor 14, hasil penilaian mahasiswa 2 diperoleh skor 18 dan penilaian mahasiswa 3 diperoleh skor 19. Hasil dari skor penilaian yang diperoleh memiliki rerata sebesar 17 dapat disimpulkan bahwa aspek tampilan berada pada kategori “**sangat layak**”. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran 9.

3) Aspek teknis

Butir aspek teknis terdiri dari 11 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 44 dan skor minimum sebesar 11 dengan konversi skor sebagai berikut:

Tabel 35. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek Teknis

Interval Skor	Kategori
$35,75 < X \leq 44$	Sangat Layak
$27,5 < X \leq 35,75$	Layak
$19,25 < X \leq 27,5$	Tidak Layak
$11 < X \leq 19,25$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 35 didapat hasil penilaian dari mahasiswa 1 dengan skor 31, hasil penilaian mahasiswa 2 diperoleh skor 39 dan penilaian

mahasiswa 3 diperoleh skor 39. Hasil dari skor penilaian yang diperoleh memiliki rerata sebesar 36,33 dapat disimpulkan bahwa aspek teknis berada pada kategori “ **sangat layak**”. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran 9.

4) Aspek kemanfaatan

Butir aspek kemanfaatan terdiri dari 6 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 24 dan skor minimum sebesar 6 dengan konversi skor sebagai berikut:

Tabel 36. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek Kemanfaatan

Interval Skor	Kategori
$19,5 < X \leq 24$	Sangat Layak
$15 < X \leq 19,5$	Layak
$11,5 < X \leq 15$	Tidak Layak
$6 < X \leq 11,5$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 36 didapat hasil penilaian dari mahasiswa 1 dengan skor 20 , hasil penilaian mahasiswa 2 diperoleh skor 21 dan penilaian mahasiswa 3 diperoleh skor 21. Hasil dari skor penilaian yang diperoleh memiliki rerata sebesar 20,66 dapat disimpulkan bahwa aspek kemanfaatan berada pada kategori “ **sangat layak**”. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran 9.

Rangkuman hasil penilaian uji coba terbatas/kecil dari penilaian mahasiswa atau pengguna dalam uji coba kecil terdapat pada Tabel 37 Sedangkan untuk persentase hasil penilaian uji coba terbatas seluruh aspek dapat dilihat dalam Tabel 36 dan analisis grafik terdapat pada Gambar 10.

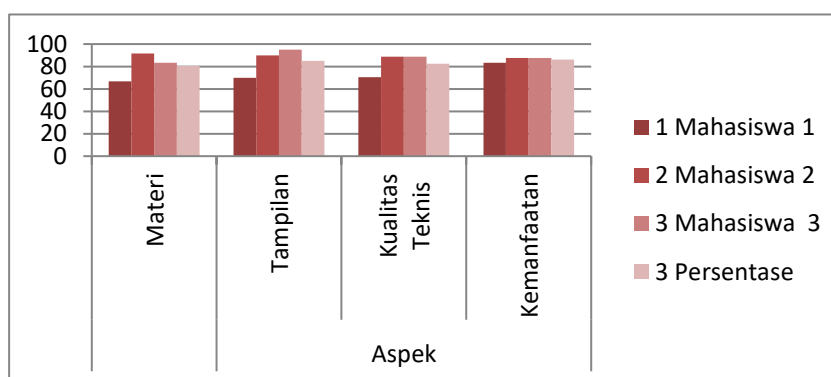
Tabel 37. Hasil Penilaian Uji Coba Terbatas/Kecil

No	Responden	Aspek			
		Materi	Tampilan	Teknis	Kemanfaatan
1	Mahasiswa 1	16	14	31	20
2	Mahasiswa 2	22	18	39	21
3	Mahasiswa 3	20	19	39	21
	Jumlah	58	51	109	62
	Rerata	19,33	17	36,33	20,66
	Persentase	80,55 %	85 %	82,57%	86,11 %

Tabel 38. Hasil Penilaian Uji Coba Terbatas Seluruh Aspek

No	Responden	Skor Total	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
1	Mahasiswa 1	81	112	72,32%	Layak
2	Mahasiswa 2	100	112	89,28%	Sangat Layak
3	Mahasiswa 3	99	112	88,39%	Sangat Layak
	Rerata	93,33	112	83,33%	Layak

Penilaian Uji Coba Kelompok Kecil



Gambar 10. Grafik Penilaian Uji Coba Kelompok Kecil

b. Uji Coba Kelompok Besar

Langkah lanjutan setelah uji coba kelompok kecil yaitu uji coba kelompok besar untuk melihat kelayakan produk yang dikembangkan. Hasil penilaian

yang dilakukan oleh pengguna dari kelas A Angkatan 2015 dan 2016 Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY sebanyak 20 mahasiswa dengan skala penilaian sebagai berikut;

1) Aspek materi

Butir aspek tampilan terdiri dari 6 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 24 dan skor minimum sebesar 6 dengan konversi skor sebagai berikut:

Tabel 39. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek Materi

Interval Skor	Kategori
$19,5 < X \leq 24$	Sangat Layak
$15 < X \leq 19,5$	Layak
$11,5 < X \leq 15$	Tidak Layak
$6 < X \leq 11,5$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 39 hasil dari skor penilaian yang diperoleh memiliki rerata sebesar 19,33 dapat disimpulkan bahwa aspek materi berada pada kategori “**layak**”. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran 10.

2) Aspek tampilan

Butir aspek tampilan terdiri dari 5 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 20 dan skor minimum sebesar 5 dengan konversi skor sebagai berikut:

Tabel 40. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek Tampilan

Interval Skor	Kategori
$16,5 < X \leq 20$	Sangat Layak
$12,5 < X \leq 16,25$	Layak
$8,75 < X \leq 12,5$	Tidak Layak
$5 < X \leq 8,75$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 40 hasil dari skor penilaian yang diperoleh memiliki rerata sebesar 17 dapat disimpulkan bahwa aspek tampilan berada pada

kategori “ **sangat layak**”. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran .

3) Aspek teknis

Butir aspek teknis terdiri dari 11 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 44 dan skor minimum sebesar 11 dengan konversi skor sebagai berikut:

Tabel 41. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek Teknis

Interval Skor	Kategori
$35,75 < X \leq 44$	Sangat Layak
$27,5 < X \leq 35,75$	Layak
$19,25 < X \leq 27,5$	Tidak Layak
$11 < X \leq 19,25$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 41 hasil dari skor penilaian yang diperoleh memiliki rerata sebesar 36,33 dapat disimpulkan bahwa aspek teknis berada pada kategori “ **sangat layak**”. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran.

4) Aspek kemanfaatan

Butir aspek kemanfaatan terdiri dari 6 butir dengan demikian skor maksimum sebesar 24 dan skor minimum sebesar 6 dengan konversi skor sebagai berikut:

Tabel 42. Konversi Skor Nilai Skala 4 Pada Aspek Kemanfaatan

Interval Skor	Kategori
$19,5 < X \leq 24$	Sangat Layak
$15 < X \leq 19,5$	Layak
$11,5 < X \leq 15$	Tidak Layak
$6 < X \leq 11,5$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 42 hasil dari skor penilaian yang diperoleh memiliki rerata sebesar 20,66 dapat disimpulkan bahwa aspek isi berada pada kategori “**sangat layak**”. Hasil perhitungan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran .

Rangkuman hasil jumlah skor yang didapatkan dari penilaian mahasiswa atau pengguna dalam uji coba kecil terdapat pada Tabel 43 Sedangkan untuk persentase kelayakan dalam media pembelajaran Pembangkit listrik dapat dilihat dalam Tabel 44 dan analisis grafik terdapat pada Gambar 11.

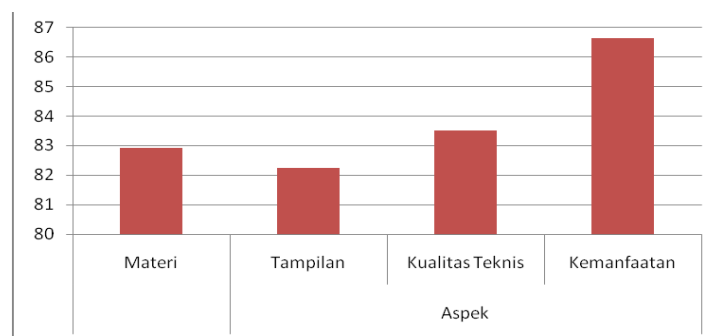
Tabel 43. Hasil Penilaian Uji Coba Kelompok Besar

No	Responden	Aspek				Total
		Materi	Tampilan	Teknis	Manfaat	
1	Mahasiswa 1	20	14	29	20	83
2	Mahasiswa 2	20	17	32	22	91
3	Mahasiswa 3	21	20	40	22	103
4	Mahasiswa 4	20	16	37	20	93
5	Mahasiswa 5	21	18	39	21	99
6	Mahasiswa 6	19	15	36	21	91
7	Mahasiswa 7	20	17	38	22	97
8	Mahasiswa 8	21	17	37	19	94
9	Mahasiswa 9	20	15	40	24	99
10	Mahasiswa 10	21	16	40	20	97
11	Mahasiswa 11	18	11	26	19	74
12	Mahasiswa 12	21	16	40	20	97
13	Mahasiswa 13	19	19	38	22	98
14	Mahasiswa 14	20	17	38	20	95
15	Mahasiswa 15	21	17	41	21	100
16	Mahasiswa 16	20	17	37	21	95
17	Mahasiswa 17	18	16	38	20	92
18	Mahasiswa 18	16	14	31	20	81
19	Mahasiswa 19	22	18	39	21	100
20	Mahasiswa 20	20	19	39	21	99
	Jumlah	398	329	735	416	1878
	Rerata	19,9	16,45	36,75	20,8	93,9
	Pesentase	82,91	82,25	83,52	86,66	83,83
		Sangat Layak	Layak	sangat layak	sangat layak	sangat layak

Tabel 44. Hasil Penilaian Uji Coba Terbatas Seluruh Aspek

No	Responden	Skor Total	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
1	Mahasiswa 1	83	112	74,10%	Layak
2	Mahasiswa 2	91	112	81,25%	Sangat Layak
3	Mahasiswa 3	103	112	91,96%	Sangat Layak
4	Mahasiswa 4	93	112	83,03%	Sangat Layak
5	Mahasiswa 5	99	112	88,39%	Sangat Layak
6	Mahasiswa 6	91	112	81,25%	Sangat Layak
7	Mahasiswa 7	97	112	86,60%	Sangat Layak
8	Mahasiswa 8	94	112	83,92%	Sangat Layak
9	Mahasiswa 9	99	112	88,39%	Sangat Layak
10	Mahasiswa 10	97	112	86,60%	Sangat Layak
11	Mahasiswa 11	74	112	66,07%	Layak
12	Mahasiswa 12	97	112	86,60%	Sangat Layak
13	Mahasiswa 13	98	112	87,5%	Sangat Layak
14	Mahasiswa 14	95	112	84,82%	Sangat Layak
15	Mahasiswa 15	100	112	89,28%	Sangat Layak
16	Mahasiswa 16	95	112	84,82%	Sangat Layak
17	Mahasiswa 17	92	112	82,14%	Sangat Layak
18	Mahasiswa 18	81	112	72,32%	Layak
19	Mahasiswa 19	100	112	89,28%	Sangat Layak
20	Mahasiswa 20	99	112	88,39%	Sangat Layak
	Rerata	93,33	112	83,33%	Sangat Layak

Penilaian Uji Coba Kelompok Besar



Gambar 11. Grafik Penilaian Uji Coba Kelompok Besar

Berikut ini merupakan hasil dari data yang diperoleh dari keseluruhan aspek.

Tabel 45. Data Hasil Penilaian Pengguna Dalam Semua Aspek

No.	Aspek	Rerata Tiap Aspek	Skor Maks	Persentase	Kategori
1.	Kualitas Materi	19,9	22	82,91%	Sangat Layak
2.	Tampilan	16,45	20	82,25%	Layak
3.	Teknis	36,75	41	83,25%	Sangat Layak
4.	Kemanfaatan	20,8	24	86,66%	Sangat Layak
Total Respons		93,9	103	83,83%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil Tabel 45 di atas, terdapat hasil penilaian dari pengguna terhadap media pembangkit listrik tenaga angin yang diperoleh dari angket yang disebar. Terdapat 4 aspek yang dinilai terhadap media pembangkit listrik tenaga angin tersebut. Aspek pertama adalah aspek kualitas materi dengan 6 butir penilaian dengan skor maksimum 22 dan diperoleh skor rerata sebesar 19,9 dengan persentase 82,91%. Aspek kedua adalah aspek tampilan yang berfokus pada desain tampilan yang ada pada pembangkit listrik tenaga angin dengan 5 butir penilaian yang berarti skor maksimum 20 dan diperoleh nilai rerata 16,45 dengan persentase 82,25%. Aspek teknis dengan 11 butir penilaian, skor maksimal sebesar 41 dan rerata sebesar 36,75 dengan persentase sebesar 83,25%. Terakhir adalah aspek kemanfaatan terdiri dari 6 butir penilaian dengan skor maksimal 24 dan diperoleh rerata skor sebesar 20,8 dengan persentase 86,66%.

Berdasarkan seluruh data yang diperoleh dari hasil penilaian responden skala besar terhadap media pembangkit listrik tenaga angin keseluruhan aspek mendapatkan rerata sebesar 93,9 dari 28 butir soal penilaian dengan skor maksimal 103. Hal ini menunjukkan bahwa penilaian mahasiswa terhadap

media pembelajaran termasuk pada kategori “**sangat layak**” dengan total persentase 83,83%.

D. Revisi Produk

Revisi produk dilakukan setelah melakukan proses tahapan validasi, kemudian komentar dan masukan para ahli ditindaklanjuti guna memperbaiki dan menyempurnakan produk yakni unit kontrol media pembangkit listrik tenaga angin. Revisi ini dilakukan untuk menyempurnakan *jobsheet* dan buku panduan sehingga dapat lebih layak digunakan oleh mahasiswa sebagai salah satu media pembelajaran. Komentar dan saran dari ahli materi dapat dilihat pada Tabel 17 sedangkan untuk komentar dan saran dari ahli media dapat dilihat pada Tabel 19.

Komentar dan saran ditindaklanjuti dalam tindakan penyempurnaan *jobsheet* dan buku panduan unit kontrol media pembangkit listrik tenaga angin. Revisi produk dalam aspek materi mengacu pada Tabel 16 dan revisi produk dalam aspek media mengacu pada komentar dan saran dari ahli media yang telah dirangkum pada Tabel 18. Hasil revisi produk yang dilakukan oleh peneliti dalam aspek materi maupun media telah dirangkum pada Tabel 20.

E. Kajian Produk

Penelitian ini menghasilkan sebuah media pembelajaran pembangkit listrik tenaga angin. Pengembangan media yang dilakukan ini diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam belajar dan memahami praktikum mata kuliah pembangkit tenaga listrik. Pengembangan unit kontrol media pembangkit listrik tenaga angin ini mengacu pada media pembelajaran yang telah

djabarkan pada kajian teori. Unit kontrol media pembangkit listrik tenaga angin yang dikembangkan juga dilengkapi dengan *jobsheet* dan buku panduan yang lengkap dengan dasar teori dan spesifikasi produk yang dibuat.

Komentar dan saran ditindak lanjut dalam tindakan penyempurnaan *jobsheet* dan buku panduan unit kontrol media pembangkit listrik tenaga angin. Revisi produk dalam aspek materi mengacu pada Tabel 16 dan revisi produk dalam aspek media mengacu pada komentar dan saran dari ahli media yang telah dirangkum pada Tabel 18. Hasil revisi produk yang dilakukan oleh peneliti dalam aspek materi maupun media telah dirangkum pada Tabel 20.

F. Pembahasan Hasil Penelitian

1. Pengembangan Unit Kontrol Media PLTA

Penelitian pengembangan Unit kontrol media pembangkit listrik tenaga angin pada mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran praktikum mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian menyebarkan angket kepada responden yaitu mahasiswa untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran dari aspek materi, media maupun pengguna. Acuan untuk mengembangkan media pembelajaran ini adalah pengembangan dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation*)

Langkah pertama dalam proses pengembangan adalah tahap analisis, tahap analisis dilakukan untuk memperoleh informasi kebutuhan atau masalah yang mendasari untuk melatarbelakangi dikembangkannya unit pembangkit listrik

tenaga angin baik *jobsheet* maupun buku panduan untuk Praktikum mata kuliah Pembangkit Tenaga Listrik. Perolehan informasi yang dilakukan terdapat 5 langkah yaitu: (1) tahap analisis pada kesenjangan kinerja dalam proses pembelajaran, (2) tahap analisis pada kompetensi yang ada pada RPS, (3) tahap analisis untuk kemampuan, motivasi dan sikap mahasiswa, (4) tahap analisis sumber yang ada, dan (5) tahap menentukan strategi pembelajaran yang tepat untuk mengatasi masalah yang ada.

Langkah kedua dalam proses pengembangan adalah tahap *design*. Tahap desain adalah tahapan merancang produk agar dapat sesuai dengan kebutuhan media pembelajaran. Rancangan yang tepat merupakan hasil diskusi dari dosen pengampu dan teknisi yang bertanggungjawab pada praktikum pembangkit tenaga listrik.

Langkah ketiga adalah tahap pengembangan yakni pembuatan Unit kontrol media pembangkit listrik tenaga angin. Pembuatan media pembelajaran melalui beberapa proses, dengan proses awal menganalisis kebutuhan diteruskan dengan perancangan media yang dibuat menggunakan *Aplikasi Software Corel Draw*, setelah tahap perancangan akan dilanjutkan dengan tahap pembuatan media dan barulah dilakukan pengujian pada media yang telah dibuat.

Langkah keempat adalah tahap implementasi. Tahap ini akan melakukan pengujian terhadap produk yang dikembangkan untuk mengetahui tingkat kelayakan media dari berbagai aspek. Pada tahap implementasi dilakukan pengujian dalam skala kecil dan skala besar. Langkah terakhir atau langkah

kelima adalah evaluasi. Pada proses evaluasi ini, dilakukan pada setiap tahapan dalam model penelitian pengembangan ADDIE dan dievaluasi secara langsung.

2. Kelayakan Unit Kontrol Media Pembelajaran PLTA

Uji kelayakan media pembelajaran unit kontrol media pembangkit listrik tenaga angin diperoleh dari penilaian ahli materi, ahli media dan pengguna/mahasiswa. Berikut ini penjabaran mengenai tingkat kelayakan yang diberikan oleh para ahli:

a. Ahli materi

Tingkat kelayakan pada aspek materi dinilai pada dua aspek yakni kualitas materi, teknis dan kemanfaatan. Hasil penilaian 2 ahli materi disimpulkan bahwa hasil kualitas aspek materi menunjukkan sangat layak, kualitas materi menunjukkan sangat layak, teknis menunjukkan sangat layak dan kemanfaatan menunjukkan kategori sangat layak. Hal tersebut benar materi yang baik akan dapat membangkitkan keinginan dan minat yang baru, membangkitkan motivasi dan rangsangan kegiatan belajar, dan bahkan membawa pengaruh-pengaruh psikologis terhadap siswa sesuai pendapat Menurut (Azhar Arsyad, 2015: 19).

b. Ahli media

Tingkat kelayakan pada aspek media dinilai pada tiga aspek yakni tampilan, kualitas teknis dan kemanfaatan. Penilaian pada aspek media dalam media pembelajara unit pembangki listrik tenaga angin dilakukan oleh 2 ahli media. Hasil kelayakan media diketahui rerata keseluruhan penilaian

memperoleh persentase sebesar 86,05% dengan kategori

“**Sangat Layak**”. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran

2. Sangat layak berarti media tersebut memenuhi kebutuhan dan tujuan media. Sesuai dengan pendapat (Rudi Susilana & Cepi Riyana, 2009: 69) yang menyatakan bahwa dasar pertimbangan dalam pemilihan media adalah terpenuhinya kebutuhan dan tercapainya tujuan pembelajaran, jika tidak sesuai dengan kebutuhan dan tujuan maka media tersebut tidak digunakan.

c. Uji Coba Pengguna

Uji coba pengguna menunjukkan “sangat layak” dengan bentuk tinjauan media alat yang dikembangkan menarik dan meningkatkan motivasi belajar sesuai dengan pendapat (Suwardi, dkk 2014:4) bahwa Alat peraga harus dibuat sebaik mungkin, menarik untuk diamati, dan mendorong mahasiswa untuk bersifat penasaran, sehingga diharapkan motivasi belajarnya semakin meningkat. Alat peraga juga diharapkan menumbuhkan daya imajinasi dalam meningkatkan daya tarik ruangnya, mampu membandingkannya dengan benda-benda sekitar dalam lingkungannya sehari-hari, dan mampu menganalisis sifat-sifat benda yang dihadapi.

d. Analisis SWOT

Pengembangan media yang dilakukan pasti masih memiliki kekurangan maka dari itu peneliti melakukan analisis untuk mengetahui kelebihan serta kekurangan yang terdapat pada media pembelajaran pembangkit listrik tenaga angin. Analisis yang dilakukan pada media akan menggunakan

metode analisis SWOT (*Strength* ,*Weakness*, *Opportunities*, dan *Threat*).

Hasil analisis SWOT dapat dilihat pada Tabel 46.

Tabel 46. Analisis SWOT pada Media Pembelajaran PLTA

No.	Aspek	Indikator
1.	<i>Strength</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Pembangkit Listrik Tenaga Angin dibuat dengan desain aerodinamis b. Pembangkit Listrik Tenaga dapat dibongkar pasang atau <i>portable</i> c. Konfigurasi baling-baling dapat disesuaikan dengan kebutuhan d. Desain unit PLTA dapat disesuaikan dengan keadaan pembelajaran e. Tampilan pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang menarik f. <i>Jobsheet</i> yang dikembangkan sudah lengkap ditandai dengan adanya penambahan dasar teori, spesifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin, dan K3
2.	<i>Weakness</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Kurang dikembangkannya <i>jobsheet</i> dan buku panduan b. Memerlukan pasokan angin yang berkapasitas besar agar bekerja lebih efektif c. Media pembangkit listrik tenaga angin memiliki beban yang berat
3.	<i>Opportunities</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Media pembangkit listrik tenaga angin dapat dijadikan referensi pembelajaran mahasiswa pada mata kuliah pembangkit tenaga listrik b. Media pembangkit listrik tenaga angin dapat dijadikan penelitian selanjutnya
4.	<i>Threat</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Media pembelajaran hanya tersedia 1 unit sehingga kurang efektif proses pembelajaran b. Jika merangkai sambungat alat tidak sesuai dengan SOP dapat terjadi kerusakan pada alat

G. Keterbatasan Penelitian

Selama proses pengembangan media pembelajaran pembangkit listrik tenaga angin masih memiliki kekurangan serta keterbatasan pada produk, diantaranya adalah:

1. Implementasi produk masih terbatas dilakukan hanya Program Studi Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2015 dan 2016.
2. Kelayakan media pembelajaran PLTA hanya diukur berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media.