

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian pengembangan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality*, menggunakan tahapan model pengembangan ADDIE yaitu *Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Hasil pengembangan dari setiap tahapannya adalah sebagai berikut:

1. *Analyze (Analisis)*

Analisis merupakan tahap awal dalam prosedur pengembangan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality*. Pada tahap ini peneliti melakukan kegiatan diskusi dengan Bapak Dr. Edy Supriyadi, M.Pd. selaku dosen pengampu mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY, untuk mendapatkan informasi serta mengalisis hal-hal yang dibutuhkan dalam kegiatan penelitian. Hasil dari analisis yang dilakukan peniliti adalah sebagai berikut:

a. *Analisis Mata Kuliah*

Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui permasalahan yang terdapat pada kegiatan pembelajaran mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik. Hasil dari analisis mata kuliah adalah sebagai berikut:

- 1) Materi pada media pembelajaran sistem proteksi tenaga listrik yang digunakan pada mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik masih belum lengkap,

khususnya materi yang membahas tentang komponen proteksi tenaga listrik.

- 2) Media pembelajaran sistem proteksi tenaga listrik yang digunakan pada mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik kurang fleksibel dalam penggunaannya karena harus menggunakan laptop atau komputer.
- 3) Belum adanya media pembelajaran tambahan/suplemen tentang komponen proteksi tenaga listrik.

b. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan pengembangan media pembelajaran pada mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik berdasarkan permasalahan yang ada. Setelah mengetahui permasalahan yang ada pada mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik, maka dibutuhkan pengembangan suplemen pembelajaran tentang komponen proteksi tenaga listrik. Pengembangan suplemen pembelajaran tersebut dalam bentuk buku suplemen dengan materi komponen proteksi tenaga listrik yang dilengkapi dengan aplikasi pendukung yang menggunakan teknologi *augmented reality*. Analisis kebutuhan pengembangan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarkir *augmented reality* adalah sebagai berikut:

- 1) Analisis kebutuhan buku suplemen, dengan hasil rumusan kebutuhan sebagai berikut:
 - a) Desain halaman sampul dengan tema tentang komponen proteksi tenaga listrik.

- b) Diperlukan petunjuk penggunaan buku untuk membantu pengguna/mahasiswa.
 - c) Buku berisikan materi tentang komponen proteksi tenaga listrik pada generator, transformator, jaringan transmisi, dan jaringan distribusi tenaga listrik.
 - d) Buku hendaknya dilengkapi dengan rangkuman materi dan soal evaluasi untuk memperdalam pengetahuan mahasiswa.
 - e) Tampilan buku harus menarik.
- 2) Analisis kebutuhan aplikasi pendukung *augmented reality*, dengan hasil sebagai berikut:
- a) Aplikasi dapat dijalankan pada *smartphone android*.
 - b) Aplikasi mudah dioperasikan atau digunakan.
 - c) Dibutuhkan *software unity 3D, vuforia SDK, corel draw, dan autodesk 3ds max* untuk pengembangan aplikasi.
 - d) Desain objek 3D dibuat senyata dan semirip mungkin dengan gambar marker.

2. ***Design (Desain)***

Tahap ini merupakan tahapan untuk merancang suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang sesuai dengan hasil analisis yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini peneliti juga melakukan diskusi dengan dosen pengampu mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik untuk memberi masukan tentang desain suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang akan

dikembangkan. Pembuatan desain suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* ini menggunakan bantuan *software corel draw x5* dengan hasil sebagai berikut:

a. Desain Format Buku

Format buku didesain dengan ukuran kertas A5 yaitu dengan ukuran panjang 21 cm dan lebar 14,8 cm. Buku didesain dengan format halaman penulisan bolak balik dengan *margin* isi dalam buku yaitu dengan ketentuan batas atas 1,5 cm, batas bawah 1,68 cm, batas dalam 1,7 cm, dan batas luar 1,7 cm. Desain jenis huruf yang digunakan yaitu Arial dengan ukuran 20 untuk judul dan 10 untuk teks bacaan dengan ukuran spasi 1,5.

b. Desain Halaman Sampul

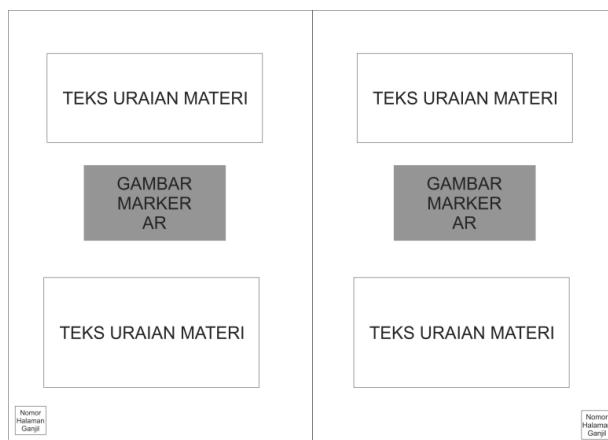
Desain halaman sampul buku dibuat semenarik mungkin dengan menampilkan gambar dan judul yang dapat minyiratkan isi materi buku yaitu tentang komponen proteksi tenaga listrik. Hasil desain halaman sampul buku dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain Halaman Sampul Buku

c. Desain Isi Buku

Desain isi buku juga dibuat semenarik mungkin dengan teks yang mudah dibaca dan menggunakan gambar berwarna. Nomor halaman pada isi buku diletakan pada pojok kanan bawah untuk halaman ganjil dan pojok kiri bawah untuk halaman genap. Hasil desain isi buku dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Desain Isi Buku

d. Desain Ikon Aplikasi Pendukung

Desain ikon aplikasi pendukung dibuat dengan konsep gambar tangan memegang *smartphone* yang diarahkan ke buku. Gambar tersebut dimaksudkan untuk menyimbolkan cara penggunaan aplikasi. Ikon aplikasi didesain dengan menyantumkan nama aplikasi yaitu “*Protection_Component_Reality*”. Hasil desain ikon aplikasi dapat dilihat pada Gambar 10.



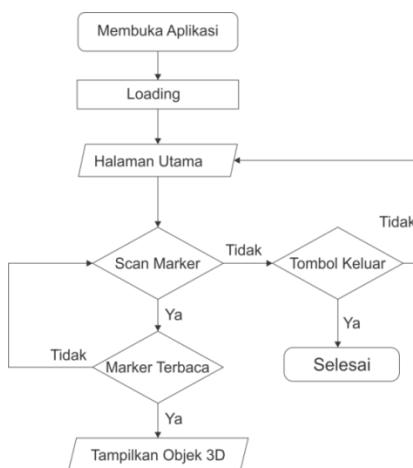
Gambar 10. Desain Ikon Aplikasi

e. Desain Tampilan Aplikasi Pendukung

Desain tampilan aplikasi pendukung didesain menggunakan format posisi layar vertikal. Tampilan aplikasi pendukung didesain dengan 1 tombol keluar yang diletakan pada pojok kanan bawah dan terdapat logo *software* pendukung vuforia.com pada pojok kiri bawah sebagai apresiasi terhadap *software* pengembang aplikasi. Sedangkan untuk kemunculan objek 3D hasil scan gambar bermarker akan muncul pada layar *smartphone* pada posisi di atas gambar marker.

f. Desain Prinsip Kerja Aplikasi

Aplikasi pendukung didesain dengan prinsip kerja yaitu; (1) bila ikon aplikasi pada layar *smartphone* disentuh maka aplikasi terbuka, (2) setelah aplikasi terbuka maka akan muncul tampilan halaman utama aplikasi yang terdapat 1 tombol bertuliskan keluar, (3) jika kamera *smartphone* diarahkan pada gambar marker maka akan muncul objek 3d pada layar, (4) lalu apabila arah kamera dirubah dan tidak mengarah pada gambar marker maka objek 3d akan menghilang, (4) apabila tombol keluar disentuh maka aplikasi akan menutup/keluar.



Gambar 11. Diagram Alur Prinsip Kerja Aplikasi Pendukung

3. *Development* (Pengembangan)

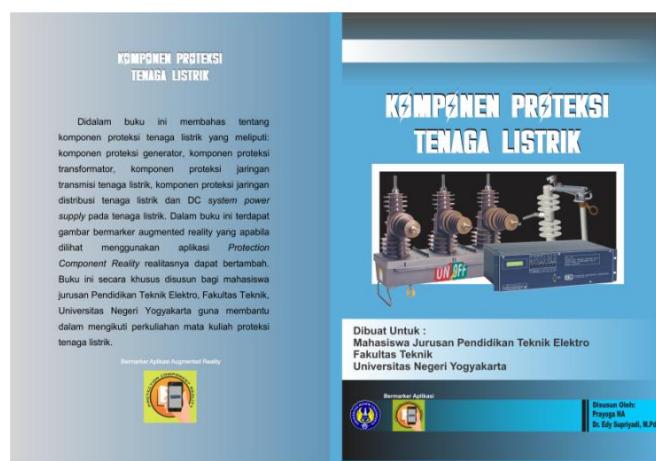
Tahap ini merupakan proses pengembangan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality*. Pada tahap ini dilakukan proses pengembangan buku dan aplikasi pendukung sesuai dengan desain yang telah dibuat. Pada proses pengembangan ini peneliti melakukan kegiatan sebagai berikut:

a. Pengembangan Buku

Pengembangan buku meliputi pembuatan halaman sampul dan isi buku. Pada proses pengembangan buku peneliti menggunakan *software microsoft word* 2010 dan *corel draw x5*.

1) Pembuatan halaman sampul buku

Halaman sampul buku dibuat dengan menggunakan *software corel draw x5* sesuai dengan hasil desain yang telah dibuat sebelumnya. Halaman sampul buku ini dicetak menggunakan kertas *ivory* 260 laminasi *doff* agar lebih menarik. Hasil dari pembuatan halaman sampul buku dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Halaman Sampul Buku

2) Pembuatan isi buku

Pembuatan isi buku menggunakan *software microsoft word* 2010.

Pembuatan isi buku terdiri dari beberapa bagian yaitu; halaman pengantar, daftar isi buku, daftar gambar, petunjuk penggunaan, dan isi materi buku tentang komponen proteksi tenaga listrik.

b. Pengembangan Aplikasi Pendukung

Pengembangan aplikasi pendukung meliputi; pembuatan gambar marker aplikasi, pembuatan ikon aplikasi, pembuatan objek 3 dimensi, pembuatan aplikasi *augmented reality*, dan pengujian *black box*. Hasil dari pengembangan aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1) Gambar Marker

Pembuatan gambar marker dengan mengakses halaman website www.developer.vuforia.com. Gambar yang akan dijadikan marker lalu diunggah ke *database* web tersebut, dengan terlebih dahulu mendaftar untuk membuat akun. Berikut ini hasil dari pembuatan salah satu gambar marker dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Marker Relai Arus Lebih

2) Ikon Aplikasi Pendukung

Pembuatan ikon aplikasi pendukung menggunakan *software corel draw x5* sesuai desain yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Hasil pembuatan ikon aplikasi pendukung dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Ikon Aplikasi

3) Objek 3D

Pembuatan objek 3D menggunakan software *autodesk 3ds max 2018*. Pembuatan objek 3D komponen proteksi tenaga listrik berjumlah 22 buah. Salah satu hasil dari pembuatan objek 3D dapat dilihat pada Gambar 15-17.



Gambar 15. Objek 3D Relai Diferensial Tampak Depan



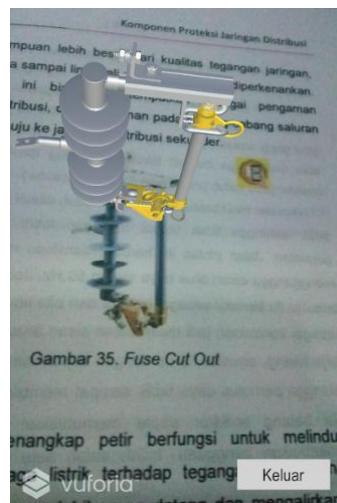
Gambar 16. Objek 3D Relai Diferensial Tampak Belakang



Gambar 17. Objek 3D Relai Diferensial

4) Aplikasi *Augmented Reality*

Setelah selesai dalam membuat gambar marker, ikon aplikasi, dan objek 3D, maka hasil tersebut digunakan untuk membuat aplikasi *augmented reality*. Pembuatan aplikasi *augmented reality* menggunakan *software Unity 3D 5.6.5*. Hasil dari pembuatan aplikasi *augmented reality* dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Hasil Tampilan Aplikasi Memunculkan Objek 3D

5) Pengujian *Black Box*

Setelah aplikasi selesai dibuat, maka diperlukan pengujian *black box* untuk mengetahui unjuk kerja apakah semua fungsi dari aplikasi telah berjalan dengan semestinya sesuai prinsip kerja aplikasi. Hasil pengujian *black box* dapat dilihat pada Lampiran 3 dengan hasil aplikasi dapat berfungi sesuai dengan prinsip kerja.

c. Pembuatan Instrumen Penelitian dan Validasi Instrumen

Pembuatan instrumen penelitian dan validasi instrumen meliputi; pembuatan instrumen untuk ahli materi, ahli media dan pengguna/mahasiswa, serta memvalidasi instrumen penelitian kepada ahli instrumen (*expert judgement*). Dalam penyusunan instrumen penelitian tersebut peniliti melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan hasil dari pengembangan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang telah selesai dibuat.
- 2) Menyusun butir-butir pernyataan sesuai dengan kisi-kisi instrumen penelitian yang digunakan.
- 3) Mengkonsultasikan hasil dari penyusunan butir-butir pernyataan kepada dosen pembimbing.
- 4) Memvalidasi instrumen penelitian kepada validator (*expert judgment*) yaitu Bapak Dr. Samsul Hadi, M.Pd.,M.T dan Bapak Dr. Edy Supriyadi sehingga layak untuk digunakan.

Hasil dari validasi instrumen penilitian tersebut adalah instrumen penelitian layak untuk digunakan dengan revisi/saran sebagai berikut:

- 1) Menyesuaikan alternatif jawaban dan pernyataan.
- 2) Menyesuaikan pernyataan yang digunakan untuk menilai produk atau untuk menilai pendapat/persetujuan terhadap kinerja produk.
- 3) Menyesuaikan kisi-kisi dengan konstruksi pada teori
- 4) Memperbaiki susunan kalimat.

d. Validasi Aspek Materi dan Aspek Media

Uji validitas oleh ahli materi dan ahli media dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang dikembangkan dari segi materi dan media. Saran dan masukan dari ahli materi dan ahli media akan menjadi bahan acuan revisi sebagai upaya untuk melakukan perbaikan pada suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang telah dikembangkan.

- 1) Uji Validasi Materi dan Data Hasil Uji Validasi Materi
 - a) Uji validasi materi

Uji validasi materi dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang dikembangkan dari segi materi. Ahli materi pada penelitian ini adalah Bapak Alex Sandria Jaya Wardana, M.Eng dan Bapak Toto Sukisno, S.Pd., M.Pd. Uji validasi materi dilakukan dengan menggunakan lembar angket yang akan diisi oleh ahli materi. Ada 4 aspek yang perlu dinilai oleh ahli materi yaitu aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan, aspek penyajian, dan aspek kegrafikan. Hasil penilaian oleh kedua ahli materi menyatakan bahwa suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang dikembangkan layak digunakan dengan revisi/saran sebagai berikut; (1) gunakan bahasa baku, (2) menyantumkan sumber jika melakukan kutipan, (3) menyantumkan sumber/referensi gambar, (4) memperbaiki soal evaluasi.

b) Data hasil uji validasi materi

Data hasil uji validasi materi diperoleh dari angket yang telah diisi oleh ahli materi. Angket untuk ahli materi terdapat 28 butir pernyataan yang terbagi menjadi 4 aspek yaitu aspek kelayakan isi sebanyak 7 butir, aspek kebahasaan sebanyak 4 butir, aspek penyajian sebanyak 8 butir, dan aspek kegrafikan sebanyak 9 butir. Nilai tertinggi pada setiap pernyataan adalah 4 dan nilai terendah adalah 1. Data hasil uji validasi materi dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Hasil Uji Validasi Materi

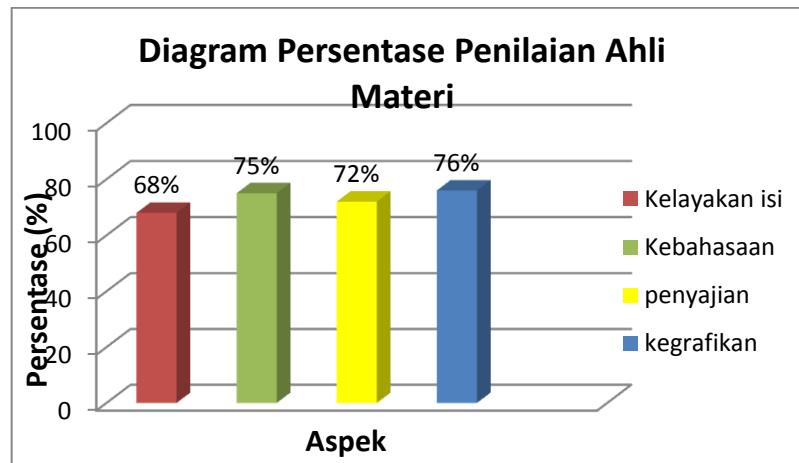
No	Aspek	Skor Max Ideal	Total Skor		Mean	Percentase
			Ahli 1	Ahli 2		
1	Kelayakan Isi	28	20	18	19	68 %
2	Kebahasaan	16	12	12	12	75 %
3	Penyajian	32	27	19	23	72 %
4	Kegrafikan	36	28	27	27,5	76 %
Total		112	87	76	81,5	72,8 %

Tabel 9. Konversi Interval Skor Total Ahli Materi

Interval Skor Total Seluruh Aspek	Kategori
>91 – 112	Sangat Layak
>70 – 91	Layak
>49 – 70	Kurang Layak
28 – 49	Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 8 dan Tabel 9 didapat hasil total nilai rerata validasi ahli materi dari aspek kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan adalah sebesar 81,5 dengan persentase 72,8% dari nilai maksimal ideal 112. Dengan demikian suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik

bermarker *augmented reality* yang dikembangkan dari segi materi termasuk dalam kategori “Layak”.



Gambar 19. Grafik Persentase Penilaian Ahli Materi

2) Uji Validasi Media dan Data Hasil Uji Validasi Media

a) Uji validasi media

Uji validasi media dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang dikembangkan dari segi media. Uji validasi media dilakukan dengan menggunakan lembar angket yang disi oleh ahli media. Terdapat enam aspek yang perlu dinilai oleh ahli media yaitu aspek format, aspek organisasi, aspek daya tarik, aspek bentuk dan ukuran huruf, aspek ruang kosong, dan aspek konsistensi. Ahli media pada penelitian ini adalah Bapak Sigit Yatmono, M.T. dan Ibu Faranita Surwi, ST, M.T. Hasil penilaian dari kedua ahli media menyatakan bahwa suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang dikembangkan layak digunakan dengan revisi/saran yaitu; (1) memperbaiki gambar marker yang sulit memunculkan objek 3D, (2) melengkapi buku dengan fitur panduan penggunaan aplikasi AR, (3) memperbaiki

desain halaman sampul, (4) format *header* buku perlu diperbaiki, (5) membuat tampilan objek 3D agar tidak selalu berputar.

b) Data hasil uji validasi media

Data hasil uji validasi media diperoleh dari angket yang telah dibuat untuk diisi oleh ahli media. Angket untuk ahli media tersebut terdapat 28 butir pernyataan yang terbagi menjadi 6 aspek yaitu aspek format sebanyak 4 butir, aspek organisasi sebanyak 5 butir, aspek daya tarik sebanyak 6 butir, dan aspek bentuk dan ukuran huruf sebanyak 5 butir, aspek ruang kosong sebanyak 3 butir, dan aspek konsistensi sebanyak 5 butir. Nilai tertinggi pada setiap pernyataan adalah 4 dan nilai terendah adalah 1. Data hasil uji validasi media dapat dilihat pada Tabel 10.

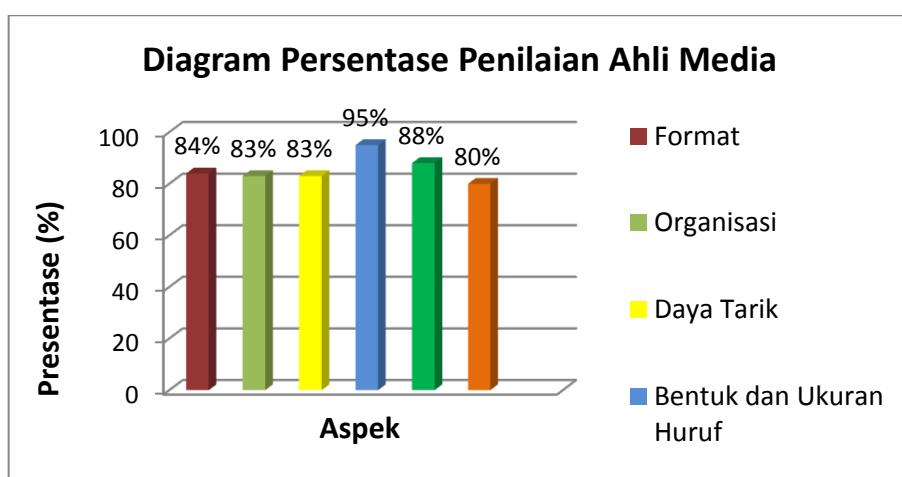
Tabel 10. Data Hasil Uji Validasi Media

No	Aspek	Skor Max Ideal	Total Skor		Mean	Percentase
			Ahli 1	Ahli 2		
1	Format	16	15	12	13,5	84 %
2	Organisasi	20	16	17	16,5	83 %
3	Daya Tarik	24	21	19	20	83 %
4	Bentuk dan Ukuran Huruf	20	18	20	19	95 %
5	Ruang Kosong	12	12	9	10,5	88 %
6	Konsistensi	20	17	15	16	80 %
Total		112	99	92	95,5	85,3 %

Tabel 11. Konversi Interval Skor Total Ahli Media

Interval Skor Total Seluruh Aspek	Kategori
>91 – 112	Sangat Layak
>70 – 91	Layak
>49 – 70	Kurang Layak
28 – 49	Tidak Layak

Berdasarkan Tabel 10 dan Tabel 11 didapat hasil total nilai rerata validasi ahli media dari aspek format, organisasi, daya tarik, bentuk dan ukuran huruf, ruang kosong, dan konsistensi adalah sebesar 95,5 dengan persentase 85,3% dari nilai maksimal ideal 112. Dengan demikian suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang dikembangkan dari segi media termasuk dalam kategori “Sangat layak”.



Gambar 20. Diagram Persentase Penilaian Ahli Media

e. Revisi

Berdasarkan saran dan masukan dari ahli materi dan ahli media, perlu dilakukan perbaikan pada suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang dikembangkan yaitu antara lain:

- 1) Memperbaiki desain halaman sampul.
- 2) Menyantumkan sumber jika melakukan kutipan.
- 3) Melengkapi buku dengan panduan penggunaan aplikasi *augmented reality*.
- 4) Memperbaiki gambar marker yang sulit memunculkan objek 3D.
- 5) Memperbaiki tampilan objek 3D pada aplikasi agar tidak selalu berputar.

4. *Implementation (Penerapan)*

Setelah suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* selesai dikembangkan dan dinyatakan valid serta layak digunakan, maka selanjutnya dapat di uji coba oleh mahasiswa. Uji coba dilakukan agar mahasiswa nantinya dapat memberikan respon penilaian dan saran tentang suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality*. Uji coba ini diikuti oleh 44 mahasiswa pendidikan teknik elektro kelas A dan B angkatan 2016. Mahasiswa dipersilahkan mencoba suplemen pembelajaran tersebut dan bertanya apabila mengalami kendala penggunaannya.

5. *Evaluation (Evaluasi)*

Pada tahap ini media pembelajaran dilakukan evaluasi yaitu dengan melakukan penyebaran angket kepada 44 mahasiswa untuk dinilai, yang nantinya akan dianalisis untuk mengetahui tingkat kelayakan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* dari segi pengguna. Hasil dari tahap ini didapat tingkat kelayakan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* termasuk dalam kategori sangat layak.

B. Hasil Uji Coba Produk

Hasil uji coba suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* berupa data yang diperoleh dari angket yang diisi oleh pengguna yaitu mahasiswa. Sebelum data tersebut diolah untuk mengetahui

tingkat kelayakan dari segi pengguna, maka perlu dilakukan pengujian reliabilitas instrumen.

1. Pengujian Reliabilitas Instrumen

Setelah pengambilan data menggunakan angket selesai maka dilakukan pengujian reliabilitas instrumen berkenaan dengan tingkat keajegan dan ketetapan hasil pengukuran. Pengujian reliabilitas menggunakan rumus alpha dengan hasil $r_{11} = 0,84$. Apabila merujuk pada tabel 5 maka reliabilitas instrumen termasuk sangat tinggi sehingga instrumen dapat dipercaya untuk digunakan dalam pengambilan data. Untuk data lengkap perhitungan dapat dilihat pada lampiran 9.

2. Data Hasil Uji Coba

Data hasil uji coba diperoleh dari pengisian angket penilaian oleh pengguna yaitu mahasiswa. Data hasil uji coba pengguna dapat dilihat pada Lampiran 11. Data tersebut lalu dianalisis untuk mengetahui tingkat kelayakan dari suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang dikembangkan. Angket penilaian untuk pengguna terdiri dari 25 butir pernyataan yang terbagi menjadi 3 aspek yaitu aspek media, aspek materi, dan aspek pembelajaran.

Pada aspek media terdapat 10 butir pernyataan dengan nilai tertinggi 4 dan nilai terendah 1, sehingga diperoleh nilai skor maksimal ideal sebesar 40, skor minimal ideal sebesar 10, nilai rata-rata ideal (M_i) sebesar 2, dan nilai simpangan deviasi (S_d) sebesar 5, sehingga apabila merujuk pada tabel 7 tentang kategori penilaian maka diperoleh nilai konversi interval skor aspek media yang dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Konversi Interval Skor Aspek Media

Interval Skor Aspek Media	Kategori
$>32,5 - 40$	Sangat Layak
$>25 - 32,5$	Layak
$>17,5 - 25$	Kurang Layak
$10 - 17,5$	Tidak Layak

Pada aspek materi juga terdapat 10 butir pernyataan dengan nilai tertinggi 4 dan nilai terendah 1, sehingga diperoleh nilai skor maksimal ideal sebesar 40, skor minimal ideal sebesar 10, nilai rata-rata ideal (M_i) sebesar 2, dan nilai simpangan deviasi (S_d) sebesar 5, sehingga apabila merujuk pada Tabel 7 tentang kategori penilaian maka diperoleh nilai konversi interval skor aspek materi yang dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Konversi Interval Skor Aspek materi

Interval Skor Aspek Materi	Kategori
$>32,5 - 40$	Sangat Layak
$>25 - 32,5$	Layak
$>17,5 - 25$	Kurang Layak
$10 - 17,5$	Tidak Layak

Pada aspek pembelajaran terdapat 5 butir pernyataan dengan nilai tertinggi 4 dan nilai terendah 1, sehingga diperoleh nilai skor maksimal ideal sebesar 20, skor minimal ideal sebesar 5, nilai rata-rata ideal (M_i) sebesar 12,5 dan nilai simpangan deviasi (S_d) sebesar 2,5 sehingga apabila merujuk pada Tabel 7 tentang kategori penilaian maka diperoleh nilai konversi interval skor aspek pembelajaran yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Konversi Interval Skor Aspek Pembelajaran

Interval Skor Aspek Pembelajaran	Kategori
>16,25 – 20	Sangat Layak
>12,5 – 16,25	Layak
>8,75 – 12,5	Kurang Layak
5 – 8,5	Tidak Layak

Berdasarkan dari ketiga aspek di atas didapatkan jumlah total butir pernyataan sebanyak 25 butir, dengan nilai tertinggi 4 dan nilai terendah 1, sehingga diperoleh nilai skor maksimal ideal sebesar 100, skor minimal ideal sebesar 25, nilai rata-rata ideal (M_i) sebesar 62,5 dan nilai simpangan deviasi (S_d) sebesar 12,5 sehingga apabila merujuk pada Tabel 7 tentang kategori penilaian maka diperoleh nilai konversi interval skor total yang dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Konversi Interval Skor Total

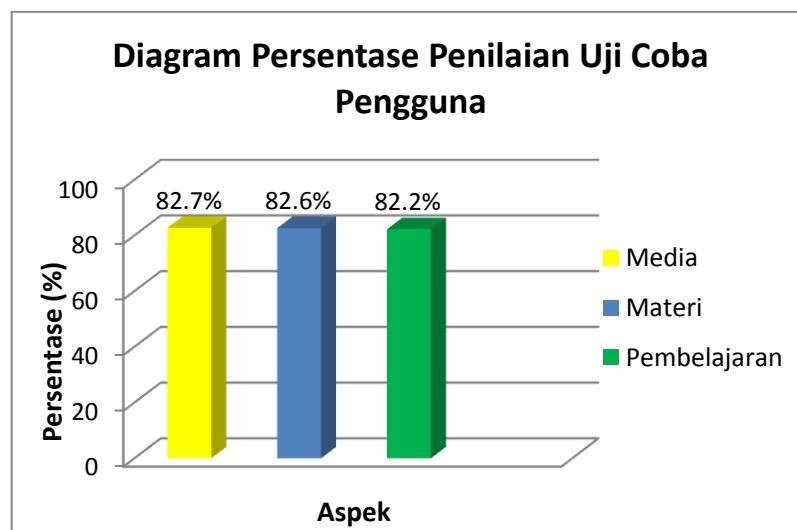
Interval Skor Total	Kategori
>81,25 – 100	Sangat Layak
>62,5 – 81,25	Layak
>43,75 – 62,5	Kurang Layak
25 – 43,5	Tidak Layak

Berdasarkan analisis hasil uji coba diperoleh nilai rerata skor total = 82,55, simpangan baku = 6,45, nilai minimal = 72, dan nilai maksimal = 98. Secara umum hasil uji coba berdasarkan nilai rerata skor total = 82,55 termasuk dalam kategori sangat layak. Berikut ini hasil analisis data yang diperoleh dari hasil uji coba pengguna dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Analisis Data Uji Coba Pengguna

No	Aspek	Skor Max Ideal	Rerata	Persentase	Kategori
1	Media	40	33,10	82,7 %	Sangat Layak
2	Materi	40	33,02	82,6 %	Sangat Layak
3	Pembelajaran	20	16,43	82,2 %	Sangat Layak
Total		100	82.55	82,5 %	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 16 dapat dilihat tingkat kelayakan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* dari hasil uji coba adalah sebagai berikut; (1) hasil penilaian pada aspek media mendapat rerata skor sebesar 33,1 (82,7%) dengan kategori “Sangat Layak”, (2) hasil penilaian pada aspek materi mendapat rerata skor sebesar 33,02 (82,6%) dengan kategori “Sangat Layak”, (3) hasil penilaian pada aspek pembelajaran mendapat rerata skor sebesar 16,43 (82,2%) dengan kategori “Sangat Layak”, dan (4) total skor sebesar 82,55 dengan persentase 82,5% dengan kategori “Sangat Layak”.



Gambar 21. Diagram Persentase Penilaian Uji Coba Pengguna

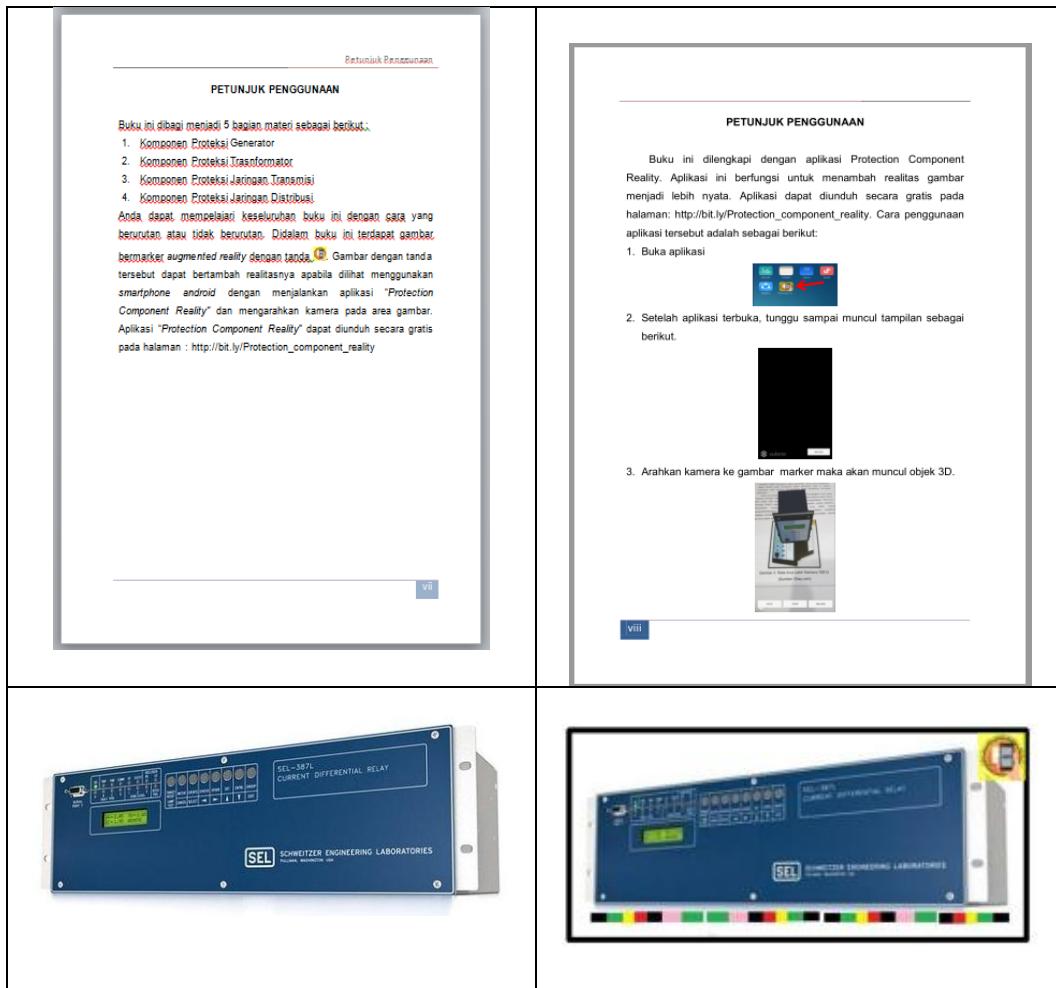
C. Revisi Produk

Berdasarkan saran dan masukan dari ahli media dan ahli materi, maka dilakukan perbaikan pada suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermaker *augmented reality*, yaitu:

1. Memperbaiki desain halaman sampul buku
2. Memperbaiki desain format *header* buku
3. Memperbaiki pentunjuk/panduan penggunaan buku
4. Mencantumkan sumber kutipan dan sumber referensi gambar
5. Memperbaiki marker AR yang sulit untuk di scan
6. Memperbaiki aplikasi AR agar objek dapat diam saat disentuh

Tabel 17. Revisi Produk

Sebelum Direvisi	Setelah Direvisi
 <p>Dibuat Untuk : Mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta</p> <p>Bermarkar Apikasi</p> <p>Disusun Oleh: Prayoga NA Dr. Edy Supiyadi, M.Pd.</p>	 <p>Dibuat Untuk : Mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta 2019</p> <p>Augmented Reality</p> <p>Disusun Oleh: Prayoga NA Dr. Edy Supiyadi, M.Pd.</p>



D. Kajian Produk Akhir

Pengembangan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermaker *augmented reality* menggunakan model pengembangan ADDIE. Prosedur model pengembangan ADDIE ini terdiri dari 5 tahapan yaitu; (1) *Analyze*, (2) *Design*, (3) *Development*, (4) *Implementation*, (5) *Evaluation*. Produk yang dihasilkan dari penelitian dan pengembangan ini adalah suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermaker *augmented reality*, yaitu berupa buku suplemen berjudul komponen proteksi tenaga listrik dan sebuah aplikasi pendukung *augmented reality* dengan nama *protection component reality*.

Aplikasi pendukung *augmented reality* dapat beroperasi pada *smartphone* android dengan spesifikasi minimal versi 4.2 *Jelly Bean* dengan RAM 1 GB dan kamera minimal 5 *megapixel* dengan fitur *autofocus*. Aplikasi tersebut dapat diunduh dengan mengakses link yang tertera pada buku. Aplikasi pendukung digunakan untuk memunculkan objek 3 dimensi dari gambar marker pada buku. Pada prinsipnya buku tetap dapat digunakan walaupun tanpa menggunakan aplikasi, karena aplikasi tersebut hanya sebagai aplikasi pendukung.

Keunggulan dari suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermaker *augmented reality* ini yaitu; (1) suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermaker *augmented reality* dapat digunakan sebagai media belajar di kampus atau secara mandiri oleh mahasiswa, (2) buku suplemen bermaker *augmented reality* disusun secara ringkas, dengan cetak berwarna dan nyaman untuk dibaca, (3) andanya aplikasi pendukung *augmented reality* dapat membantu mahasiswa dalam memahami serta memvisualisasikan bentuk komponen proteksi tenaga listrik secara lebih nyata,

Kelemahan dari suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermaker *augmented reality* ini yaitu; (1) buku belum membahas komponen proteksi tenaga listrik secara mendalam, (2) *loading* aplikasi untuk masuk halaman utama memerlukan waktu kurang lebih 30 detik, (3) kualitas pencahayaan dan spesifikasi *smartphone* dapat mempengaruhi terhadap kecepatan untuk menampilkan objek 3D.

Unjuk kerja dari media pembelajaran ini dapat dilihat dari hasil pengujian *black box*. Tabel hasil pengujian *black box* dapat dilihat pada Lampiran 3.

Berdasarkan pengujian *black box* yang telah dilakukan, didapatkan hasil antara lain; (1) aplikasi pendukung dapat diinstal atau dipasang pada *smartphone android* yang memenuhi spesifikasi minimal, (2) aplikasi pendukung dapat berjalan/beroperasi pada *smartphone android* yang memenuhi spesifikasi minimal, (3) aplikasi pendukung dapat menampilkan objek 3 dimensi sesuai dengan gambar marker yang di sorot/scan, (4) aplikasi dapat menutup/keluar dengan menyentuh button keluar, (5) gambar marker pada buku dapat berfungsi dengan baik, yaitu sebagai penanda untuk memunculkan objek 3 dimensi pada aplikasi pendukung, (6) waktu proses *loading* aplikasi kurang dari 1 menit.

Berdasarkan saran dari ahli media, aplikasi diperbaiki dengan penambahan 2 *button* (*Play* dan *Stop*) dan fitur *rotate*. *Button play* berfungsi untuk menjalankan fitur animasi berputar pada objek 3 dimensi yang muncul, dan button stop berfungsi untuk menghentikan animasi. Fitur *rotate* berfungsi untuk memutar objek 3 dimensi dengan mengusap jari pada layar *smartphone* sesuai dengan arah putaran yang diinginkan. Kedua fitur tambahan tersebut dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan fungsinya.

Tingkat kelayakan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* dari segi materi termasuk dalam kategori “layak” dengan mendapat nilai sebesar 81,5 (72,8%) dari nilai maksimal ideal 112, dari segi media termasuk dalam kategori “Sangat Layak” dengan mendapat nilai sebesar 95,5 (85,3%) dari nilai maksimal ideal 112, dan dari hasil uji coba pengguna termasuk dalam kategori “Sangat Layak” dengan mendapat nilai sebesar 82,55 (82,5%) dari nilai maksimal ideal 100.

Berdasarkan uraian tersebut maka suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* sudah layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY.

E. Keterbatasan Penelitian

Penelitian pengembangan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* ini tentunya masih terdapat kekurangan dan keterbatasan. Keterbatasan dan kekurangan dari suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* adalah sebagai berikut:

1. Materi isi buku suplemen belum membahas komponen proteksi tenaga listrik secara mendalam.
2. Ada beberapa gambar dalam buku yang tidak dijadikan marker untuk aplikasi pendukung *augmented reality*.
3. Uji coba hanya sebatas pada 44 mahasiswa dari kelas A dan B angkatan 2016 jurusan pendidikan teknik elektro FT UNY.