

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN**

#### **A. Hasil Pengembangan Produk Awal**

Tujuan penelitian dan pengembangan yang dilakukan adalah untuk mengembangkan media pembelajaran berupa modul diklat berbasis *augmented reality* pada Diklat Inspeksi Sistem Tenaga Listrik di PPSDM KEBTKE. Selain itu penelitian ini juga mempunyai tujuan untuk mengetahui kelayakan modul diklat yang dikembangkan. Model pengembangan modul diklat dalam penelitian ini merujuk prosedur pengembangan ADDIE dan menggunakan model penelitian Lee dan Owens (2004). Tahapan pengembangan modul diklat yang dilaksanakan menggunakan model ADDIE yaitu: Tahap Analisis (*Analysis*), Tahap Perancangan (*Design*), Tahap Pengembangan (*Development*), Tahap Pelaksanaan (*Implementation*), dan Tahap Evaluasi (*Evaluation*).

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

###### **a. Analisis kebutuhan**

Kegiatan analisis kebutuhan dilaksanakan melalui observasi dan wawancara yang didasarkan pada perbedaan hasil identifikasi atau kesenjangan antara keadaan yang sebenarnya/ riil dengan keadaan yang diharapkan oleh peneliti dan pihak Standarisasi Pengembangan SDM pada Diklat Teknik Sistem Tenaga Listrik di PPSDM KEBTKE.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan pihak pengajar dan Standarisasi Pengembangan SDM pada Diklat Inspeksi

Fisik Energi Baru Terbarukan, ditemukan permasalahan berupa: (1) hanya tersedianya bahan ajar berupa *power point presentation* dan modul diklat yang dibagikan kepada peserta diklat dalam bentuk *softfile*, (2) pembagian waktu untuk penyampaian materi dengan sesi tanya jawab masih belum efektif, (3) bahan ajar berupa modul diklat terkesan tidak menarik dan dalam penulisannya tidak sesuai dengan pedoman penulisan modul oleh Widyaiswara, (4) peserta diklat membutuhkan modul diklat yang menarik dan memadai sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar secara mandiri. Oleh karena itu, perlu dikembangkannya bahan ajar berupa modul diklat yang dicetak sebagai sarana pendukung peserta diklat belajar pada saat didalam kelas maupun mandiri diluar kelas. Tujuan lain dikembangkannya modul diklat tersebut adalah untuk menumbuhkan ketertarikan dan motivasi belajar yang lebih dalam upaya memahami materi diklat yang diberikan dan modul dapat dijadikan sebagai pegangan belajar yang dapat digunakan sewaktu-waktu.

#### **b. Pengumpulan Informasi**

Kegiatan pengumpulan informasi dilakukan saat observasi dan wawancara dengan pengajar dan pihak Standarisasi Pengembangan SDM. Pengumpulan informasi tersebut mencakup materi terkait perangkat pembelajaran berupa Kurikulum dan Silabus (Kursil) Diklat, tujuan dan manfaat diklat, hasil yang didapat setelah dilaksanakan diklat, bahan ajar diklat yang terdiri dari *softfile power*

*point presentation* dan modul-modul diklat, file pedoman penyusunan modul oleh Widyaiswara, file pedoman penyelenggaraan diklat, metode mengajar, kegiatan pembelajaran diklat, dan respon peserta saat diklat.

Informasi mengenai teknis penyelenggaraan diklat mencakup: (1) waktu kegiatan yang dilaksanakan selama 48 jam pelajaran dan terbagi menjadi 34 jam pelajaran teori dan 14 jam pelajaran praktik, (2) sasaran peserta Diklat adalah memiliki pendidikan minimal S1 Teknik yang bekerja di bidang ketenagalistrikan dan pejabat atau pegawai yang menangani inspeksi di bidang ketenagalistrikan, (3) jumlah peserta Diklat Teknis Inspeksi Sistem Tenaga Listrik adalah 10 – 15 orang dalam 1 (satu) kelas, (4) tenaga kediklatan yang terdiri dari Widyaiswara, Pengelola dan Penyelenggara Lembaga Diklat, dan tenaga kediklatan lainnya yaitu Widyaiswara luar biasa, pejabat struktural, pejabat fungsional serta tenaga ahli/ pakar dan praktisi yang memiliki kemampuan dalam pengelolaan pembelajaran sesuai program Diklat, (5) metode pengajaran yang digunakan dalam Diklat Teknis Inspeksi Sistem Tenaga Listrik merupakan perpaduan antara berbagai macam metode pelatihan andragogi yaitu pembelajaran klasikal, pembelajaran berbasis teknologi, dan pembelajaran kontemporer diantaranya ceramah, diskusi, tanya jawab, praktik dan presentasi, dan tes awal dan tes akhir, (6) sarana dan prasarana Diklat

yang disediakan, seperti peralatan praktik, ruang kelas, LCD *Projector*, dan lain-lain.

Berdasarkan hasil pengumpulan informasi tersebut, kegiatan pengembangan modul diklat dapat dilaksanakan dan menjawab permasalahan yang ada. Selain itu dengan adanya informasi yang telah dikumpulkan, proses pengembangan modul Diklat telah memiliki batasan-batasan terkait substansi materi yang didasarkan pada Kursil Diklat dan Peraturan Menteri ESDM Nomor 38 Tahun 2018.

**Tabel 9. Kursil: 3. Inspeksi Pembangkit Energi Baru Terbarukan**

Hasil Belajar	Kriteria Penilaian	Indikator
3. Memahami Inspeksi Pembangkit Energi Baru Terbarukan	3.1. Mampu menjelaskan Pembangkit Listrik Tenaga Surya	Menjelaskan inspeksi instalasi PLTS terpusat
		Membedakan prosedur pemeriksaan dokumen dan visual
		Melakukan inspeksi fisik instalasi PLTS
		Mengintegrasikan dengan jenis perlindungan instalasi yang sesuai
		Membuat dan menyusun laporan hasil kegiatan inspeksi

## **2. Tahap Perencanaan (*Design*)**

### **a. Analisis Kebutuhan Modul Diklat**

Tahap ini mencakup identifikasi dan pemilihan batasan-batasan materi dalam modul diklat. Perencanaan awal ini merupakan pembahasan hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan dan



merupakan bahasan dan saran dari pengajar/ Widyaiswara dan dosen pembimbing penelitian. Berikut aspek-aspek yang disesuaikan:

- 1) Menetapkan indikator hasil belajar sesuai dengan Kursil Diklat di PPSDM KEBTKE

Langkah awal yaitu penetapan butir-butir atau indikator yang didapatkan dari hasil belajar diklat Inspeksi Pembangkit Energi Baru Terbarukan khususnya pada inspeksi instalasi PLTS. Proses penyusunan materi pokok dilaksanakan dengan sistematis sesuai dengan pedoman penyusunan modul oleh Widyaiswara untuk mencapai tujuan pembelajaran Diklat. Selain itu, ditambahkan pula materi mengenai PLTS di Indonesia, pengertian dan prinsip kerja PLTS, klasifikasi dan komponen PLTS, sistem instalasi pengawatan instalasi, jenis perlindungan instalasi PLTS, dan penyisipan teknologi *augmented reality* pada beberapa bagian. Penambahan materi tersebut merupakan hasil pembahasan dan konsultasi dengan pengajar dari pihak Widyaiswara dan dosen pembimbing penelitian. Penentuan indikator hasil belajar ditujukan untuk memberikan batasan mengenai substansi materi yang akan dituliskan dalam modul diklat. Selain itu, peserta diklat diharapkan dapat mengetahui dan memahami inspeksi PLTS.

- 2) Menyesuaikan dengan substansi materi inspeksi dan uji sertifikasi instalasi PLTS dalam Peraturan Menteri ESDM Nomor 38 Tahun 2018

Substansi materi modul diklat inspeksi instalasi PLTS disesuaikan dengan kebutuhan materi diklat dan inspeksi dan uji sertifikasi instalasi PLTS dalam Peraturan Menteri ESDM Nomor 38 Tahun 2018. Referensi rujukan tersebut merupakan rekomendasi dari pengajar atau Widyaiswara karena merupakan salah satu aspek dasar pengembangan atau pembaharuan sistem dan materi kediklatan di PPSDM KEBTKE.

- 3) Menetapkan desain modul dan penambahan aspek inovatif

Penetapan desain modul diawali dengan penentuan tema yang berkaitan dengan substansi materi dalam modul. Modul inspeksi fisik instalasi PLTS ini menggunakan tema Energi Baru dan Terbarukan, sehingga warna dan suasana modul lebih banyak menggunakan warna hijau yang berarti energi bersih dan warna kuning yang merupakan warna dasar dalam logo Kementerian ESDM. Modul diklat ini akan menjadi modul diklat berbentuk cetak dan memiliki ukuran kertas A4. Modul diklat tersebut dicetak berwarna dan dilengkapi dengan gambar atau ilustrasi yang lebih diperjelas dari pada modul sebelumnya. Terdapat penyisipan intermeso dan *fun fact* mengenai Energi Baru dan Terbarukan khususnya PLTS. Selain itu, penambahan teknologi

*augmented reality* merupakan salah satu solusi dari permasalahan yang didapat ketika observasi dan wawancara. Penyisipan teknologi *augmented reality* pada beberapa bagian materi memiliki tujuan untuk menambah daya tarik modul dan meningkatkan motivasi belajar peserta diklat. Selain itu, penyisipan teknologi *augmented reality* yang diwujudkan dalam aplikasi ber OS Android ini juga memiliki tujuan sebagai pemaksimalan fungsi *smartphone* android pribadi peserta diklat dalam menciptakan suasana belajar yang berbeda.

#### **b. Penyusunan Draft Modul Diklat**

Kegiatan ini mencakup proses penyusunan dan pengorganisasian setiap materi yang akan ditulis dalam modul diklat untuk mencapai tujuan dari setiap indikator hasil belajar yang pada langkah sebelumnya sudah ditentukan dan ditetapkan secara tepat dan sistematis. Berikut ini merupakan prosedur yang dilakukan dalam penyusunan draft modul diklat yang dikembangkan, yaitu:

##### **1) Menentukan Judul Modul Diklat**

Judul modul adalah “Modul Diklat Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru Terbarukan: Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)”. Penentuan judul tersebut berasal dari salah satu judul diklat yaitu Diklat Inspeksi Instalasi Energi Baru Terbarukan dalam Unit Diklat Teknis Inspeksi Sistem Tenaga Listrik. Bahasa yang digunakan dalam modul diklat adalah Bahasa Indonesia. Terdapat

pula beberapa kata atau istilah dalam bahasa asing yang sering digunakan di bidang kelistrikan atau lembaga pemerintahan.

## 2) Menentukan Tujuan Pembelajaran Diklat

Tujuan pembelajaran diklat digunakan sebagai dasar dari penyusunan materi dan isi modul yang mencakup ketentuan hasil belajar yang harus dicapai oleh peserta diklat. Penetapan tujuan pembelajaran diklat berasal dari penjabaran kriteria penilaian unit diklat yang berbentuk butir-butir capaian penguasaan pelatihan.

### c. Penyusunan Kerangka Dasar Modul

Kerangka dasar yang dijadikan acuan pengembangan materi isi Modul Diklat Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru Terbarukan: Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sebagai berikut:

#### 1) Pendahuluan

Bagian pendahuluan dalam modul ini terdiri dari: a) latar belakang yang membahas tentang dasar utama penyusunan modul inspeksi secara mendasar, b) deskripsi singkat modul yang mendeskripsikan isi modul secara keseluruhan, c) prasyarat yang menyampaikan informasi terkait kriteria pengguna modul, d) petunjuk penggunaan modul yang menjelaskan prosedur atau langkah yang harus ditempuh peserta diklat dan pengajar dalam penggunaan modul, e) manfaat modul yang dijelaskan dan ditujukan kepada peserta diklat, f) tujuan pelatihan yang

merupakan indikator keberhasilan yang harus dicapai peserta diklat.

## 2) Peta Kedudukan Modul

Bagian ini dibuat berupa ilustrasi dalam bentuk diagram alir. Peta kedudukan modul menjelaskan keterkaitan materi satu dengan materi lainnya dalam satu kesatuan modul diklat.

## 3) Bab I

Berisikan materi mengenai “PLTS di Indonesia”. Bab ini menjelaskan materi terkait pengantar Energi Baru dan Terbarukan (EBT), potensi tenaga surya di Indonesia, informasi beberapa PLTS yang dibangun di Indonesia, rangkuman materi, latihan soal, dan evaluasi.

## 4) Bab II

Berisikan materi mengenai “Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)”. Bab ini menjelaskan materi tentang pengertian PLTS, prinsip kerja PLTS, rangkuman materi, soal latihan, dan evaluasi.

## 5) Bab III

Berisikan materi mengenai “Jenis dan Komponen PLTS”. Bab ini menjelaskan materi tentang klasifikasi PLTS, komponen PLTS, rangkuman materi, soal latihan, dan evaluasi.

6) Bab IV

Berisikan materi mengenai “Sistem Instalasi Pengawatan”. Bab ini menjelaskan materi tentang skema PLTS *Off-Grid*, skema PLTS *On-Grid*, rangkuman materi, soal latihan, dan evaluasi.

7) Bab V

Berisikan materi mengenai “Jenis Perlindungan Instalasi PLTS”. Bab ini menjelaskan materi tentang jenis-jenis perlindungan yang sesuai dengan karakteristik instalasi PLTS, tindakan pencegahan dan penanggulangan yang harus dipersiapkan dan laksanakan, rangkuman materi, soal latihan, dan evaluasi.

8) Bab VI

Berisikan materi mengenai “Prosedur Pemeriksaan”. Bab ini menjelaskan materi tentang prosedur yang harus ditempuh seorang inspektur sebelum melakukan kegiatan inspeksi yang didalamnya mencakup pemeriksaan dokumen dan pemeriksaan visual, rangkuman materi, soal latihan, dan evaluasi.

9) Bab VII

Berisikan materi mengenai “Inspeksi Bagian PLTS”. Bab ini menjelaskan materi tentang tata cara inspeksi pada komponen modul surya, inverter, baterai, *Battery Control Unit* (BCU), sistem proteksi, perlengkapan pengamanan kebakaran, perlengkapan terhadap bahaya benda bertegangan, sistem pengawatan, rangkuman materi, soal latihan, dan evaluasi.

#### 10) Bab VIII

Berisikan materi mengenai “Penyusunan Laporan”. Bab ini menjelaskan materi tentang laporan instalasi fisik PLTS beserta format yang harus diperhatikan kelengkapannya.

#### 11) Penutup

Berisikan rangkuman tentang isi keseluruhan modul. Selain itu dicantumkan uraian tentang harapan setelah pengguna menggunakan modul dan dapat dikembangkan lagi kedepannya.

#### 12) Kunci Jawaban Latihan Soal

Berisikan kunci jawaban pilihan ganda yang berasal dari latihan soal setiap bab nya. Kunci jawaban ditampilkan dengan tujuan supaya pengguna dapat mengukur tingkat pemahaman materi yang dipelajari.

#### 13) Daftar Pustaka

Berisikan sumber bacaan rujukan dalam proses penyusunan materi modul. Sumber bacaan berasal dari buku cetak, peraturan pemerintah, artikel, jurnal penelitian, dan file pribadi yang didapat dari Widyaiswara.

#### 14) Glosarium

Merupakan kamus yang disusun dalam bentuk yang lebih sederhana atau ringkas. Fungsi glosarium adalah untuk mempermudah pembaca dalam memahami istilah-istilah pada suatu bidang ilmu.

### **3. Tahap Pengembangan (*Development*)**

#### **a. Pengumpulan Referensi Materi Modul**

Langkah awal dalam kegiatan pengembangan modul diklat adalah dengan mengumpulkan berbagai referensi sumber bacaan untuk menyusun materi diklat tentang inspeksi instalasi PLTS. Materi yang dihimpun dan disusun disesuaikan dengan batasan-batasan materi yang berasal dari Kursil dan indikator hasil belajar unit diklat yang telah ditetapkan. Referensi penyusunan materi Modul Diklat Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru Terbarukan: Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berasal dari berbagai sumber bacaan seperti buku, jurnal, internet, dan file pribadi dari pihak Widyaiswara yang meliputi pedoman teknis pelaksanaan diklat, modul-modul diklat yang lain, pedoman penyusunan modul, peraturan menteri, peraturan, UUD, dan peraturan pemerintah lainnya.

#### **b. Penyusunan Petunjuk Penggunaan Modul**

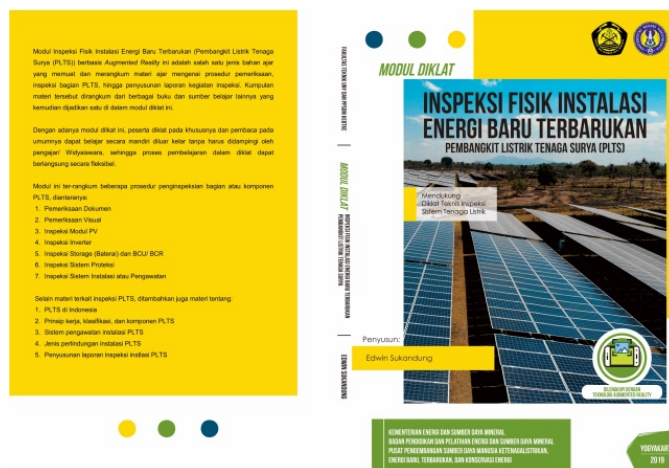
Petunjuk penggunaan modul disusun untuk memberikan informasi mengenai prosedur atau langkah yang bersifat mengarahkan pengguna modul. Arahan yang diberikan bertujuan supaya pengguna modul dapat mempelajari dan memanfaatkan modul secara runtut dan sebagaimana mestinya untuk mencapai tujuan pembelajaran diklat yang telah ditetapkan.



### c. Penyusunan Daya Tarik Modul Diklat

#### 1) Bagian Sampul

Bagian sampul pada Modul Diklat Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru Terbarukan: Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terdiri dari tiga bagian, diantaranya sampul depan, sampul punggung, dan sampul belakang. Sampul modul bagian depan memuat judul modul, nama unit diklat, nama instansi, kota dan tahun penyusunan modul, keterangan jika modul dilengkapi dengan teknologi *augmented reality*, dan identitas penyusun modul. Bagian sampul punggung modul memuat judul modul diklat dan identitas penyusun modul. Bagian sampul belakang diberikan keterangan berupa rangkuman materi isi modul.



Gambar 9. Desain Sampul Modul Diklat

#### 2) Teknologi Augmented Reality

Teknologi *Augmented Reality* disisipkan pada Modul Diklat Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru Terbarukan: Pembangkit

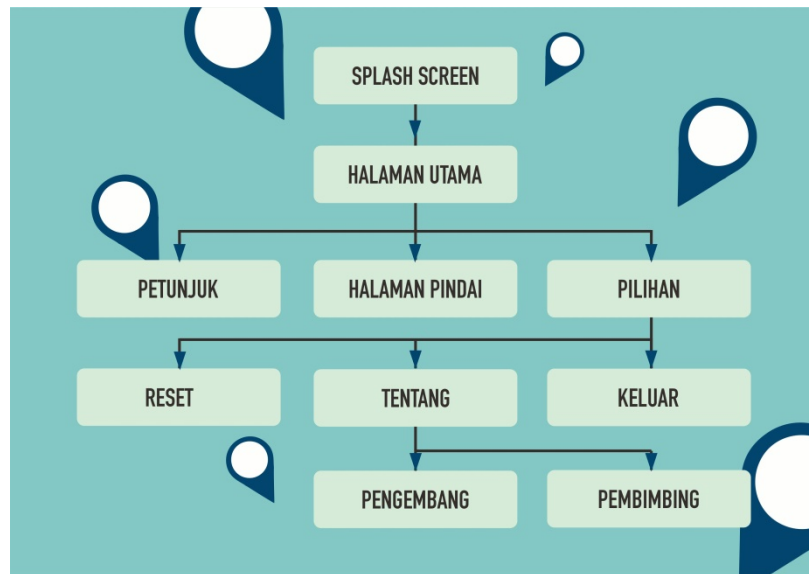
Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan tujuan untuk menambah ketertarikan pengguna dalam mempelajari materi modul dan untuk menciptakan suasana dan cara belajar yang berbeda. Aplikasi ini dikembangkan dengan bantuan beberapa *software* desain, yaitu; Unity 3D versi 2018.3.6f1, yang digunakan sebagai pengolah data yang telah disiapkan antara lain; objek tiga dimensi, teks, ilustrasi gambar, *program code*, dan lainnya; Android SDK, yang digunakan sebagai *software* pengembangan pada platform android dengan memakai *java* sebagai bahasa pemrogramannya; Vuforia, yang berfungsi sebagai pengorganisasi dan piranti pemindaian objek tiga dimensi yang dibuat; CorelDRAW 2019 yang digunakan untuk membantu pengembang dalam membuat berbagai desain tentang *interface* aplikasi dan ilustrasi gambar lainnya; 3D Blender yang pengembang gunakan untuk mendesain objek tiga dimensi beserta animasinya; Microsoft Visual Studio 2015 yang digunakan sebagai *software* pembantu dalam penulisan kode-kode program.

Selain itu, aplikasi yang hanya dapat dioperasikan pada platform android ini memiliki judul “i2P” atau Inspeksi Instalasi PLTS. Judul aplikasi dibuat lebih pendek daripada judul modul dan dibuat lebih mudah diingat dan diucapkan. Pengoperasian aplikasi menggunakan layar *horizontal* atau mendatar. Layar

*horizontal* dipilih karena objek tiga dimensi yang dimunculkan oleh kamera pemindai memiliki lebar yang lebih, sehingga tidak cukup ditampilkan jika layar *vertical* atau tegak. Tujuan lain dipilihnya layar mendatar karena *marker* atau gambar yang dipindai pada modul memiliki ukuran yang cukup lebar, sehingga gambar akan lebih mudah ditangkap secara keseluruhan jika posisi layar mendatar.

a) Pembuatan *Site-Map* Aplikasi

*Site-Map* pada ilustrasi ini berupa diagram alir. Diagram alir ini menjelaskan secara singkat alur navigasi yang menghubungkan *scene* satu dengan *scene* yang lainnya dalam aplikasi. *Site-Map* dibuat untuk memudahkan pengembang dalam mengorganisasi pengoperasian antar *scene* dalam aplikasi supaya sistematis dan terstruktur. Selain itu, tujuan lain dibuatnya *Site-Map* adalah untuk memudahkan pengembang dalam menentukan konten isi yang sesuai pada aplikasi tersebut. *Site-Map* aplikasi ini dibuat menggunakan *software* CorelDRAW 2019. Berikut *Site-Map* aplikasi yang dikembangkan.



Gambar 10. Site-Map Aplikasi “i2P”

b) Pembuatan *Flowchart* Aplikasi

*Flowchart* adalah pengembangan dari *Site-Map* yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. *Flowchart* juga diilustrasikan kedalam bentuk diagram alir dari aplikasi secara singkat namun lebih spesifik. *Flowchart* dibuat untuk memudahkan pengembangan aplikasi yang mencakup materi atau konten yang lebih detail. *Flowchart* aplikasi yang dikembangkan dapat dilihat pada Lampiran 2.

c) Pembuatan *Story-Board* Aplikasi

*Story-Board* aplikasi adalah urutan tampilan awal dalam aplikasi. *Story-Board* berisikan deskripsi tampilan halaman-halaman yang muncul dalam aplikasi dan bertujuan untuk memudahkan pembuatan media dan konten supaya

terstruktur dan sistematis. *Story-Board* aplikasi yang dikembangkan dapat dilihat pada Lampiran 2.

d) Pembuatan Logo Aplikasi

Logo dari aplikasi “i2P” berbentuk gambar dan didominasi dengan teks yang bertuliskan i2P. Warna dalam logo aplikasi disesuaikan dengan tema modul yang dikembangkan. Warna hijau untuk energi bersih dan warna kuning dari simbol warna kelistrikan dan Kementerian ESDM. Logo aplikasi “i2P” dapat dilihat pada Gambar 11 berikut:



Gambar 11. Logo Aplikasi i2P

e) Halaman Splash Screen

Halaman *Splash Screen* muncul saat awal *user* membuka atau mengoperasikan aplikasi. *Splash Screen* juga dapat disebut sebagai halaman pengantar sebelum menuju ke menu utama aplikasi. Halaman ini memuat dua gambar yaitu simbol Unity sebagai *software* pengembang aplikasi dan logo aplikasi i2P yang muncul setelahnya. Kedua gambar ini muncul dengan

efek *fade in* dan menghilang dengan efek *fade out*. Tampilan halaman *splash screen* dapat dilihat pada Gambar 12 berikut:



Gambar 12. Halaman *Splash Screen*

f) Halaman Utama dan Halaman Pindai Gambar

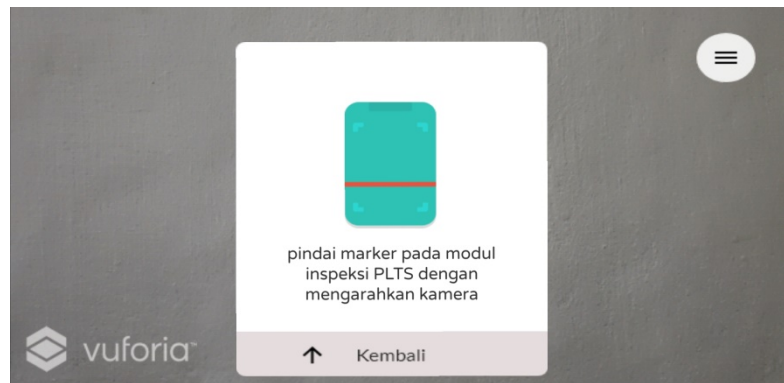
Halaman utama merupakan halaman awal yang muncul setelah halaman *splash screen*. Halaman utama terdiri dari dua tombol yaitu tombol pilihan dan tombol petunjuk. Halaman utama yang sekaligus sebagai halaman pindai gambar ini otomatis mengaktifkan fitur kamera pada *smartphone* android. Kamera yang sudah aktif tersebut jika memindai *marker* berupa gambar yang diberikan tanda pada modul akan memunculkan objek yang sesuai data yang disimpan pada database. Halaman utama dan halaman pindai gambar dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 13. Halaman Utama dan Halaman Pindai Gambar

g) Halaman Petunjuk

Halaman petunjuk akan muncul apabila tombol petunjuk yang berada di pojok kiri atas halaman utama ditekan. Tombol petunjuk ditampilkan dengan simbol tanda tanya “?”. Halaman petunjuk berisikan kalimat perintah sederhana tentang cara memindai *marker* atau gambar yang telah diberikan tanda pada modul. Kalimat perintah tersebut berupa “pindai marker pada modul inspeksi PLTS dengan mengarahkan kamera!”. Halaman petunjuk juga dilengkapi dengan tombol kembali untuk menuju ke halaman utama aplikasi. Halaman petunjuk dapat dilihat pada Gambar 14 berikut:

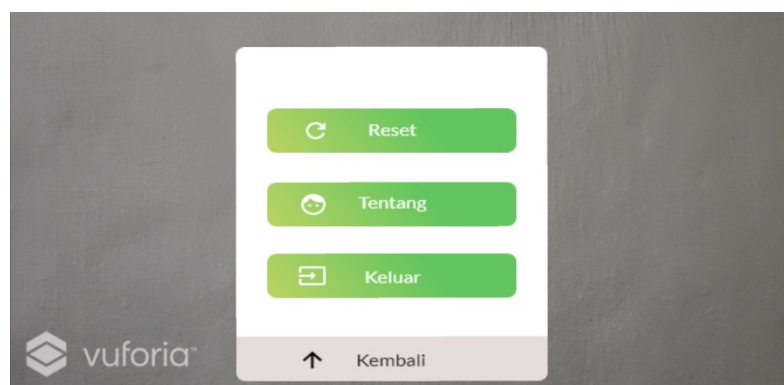


Gambar 14. Halaman Petunjuk

#### h) Halaman Pilihan

Halaman pilihan akan muncul apabila tombol pilihan yang berada di pojok kanan atas halaman utama ditekan. Tombol pilihan ditampilkan dengan simbol garis tiga. Halaman pilihan berisikan tiga tombol diantaranya, tombol reset untuk memuat ulang aplikasi, tombol tentang, tombol keluar, dan tombol kembali untuk menuju ke halaman utama aplikasi.

Halaman pilihan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 15. Halaman Pilihan



i) Halaman Tentang

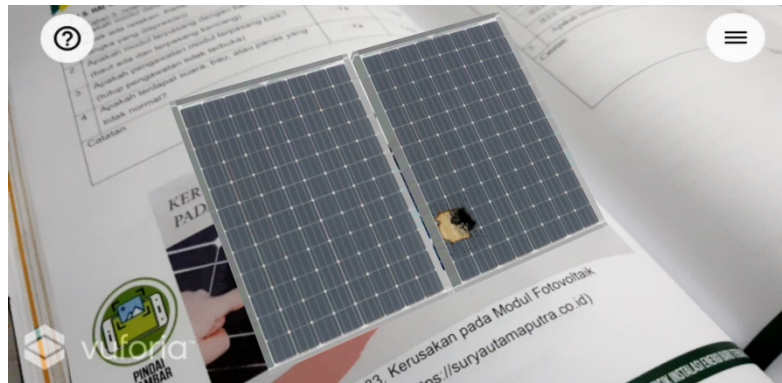
Halaman tentang akan muncul apabila tombol tentang pada halaman pilihan ditekan. Halaman tentang jika ditekan akan menampilkan tiga tombol yaitu tombol pengembang yang jika ditekan memuat informasi tentang identitas pengembang aplikasi, tombol pembimbing yang jika ditekan memuat informasi tentang identitas pembimbing penelitian, dan tombol kembali untuk kembali ke halaman utama. Halaman tentang dapat dilihat pada Gambar 16 berikut:



Gambar 16. Halaman Tentang

j) Halaman Objek Tiga Dimensi

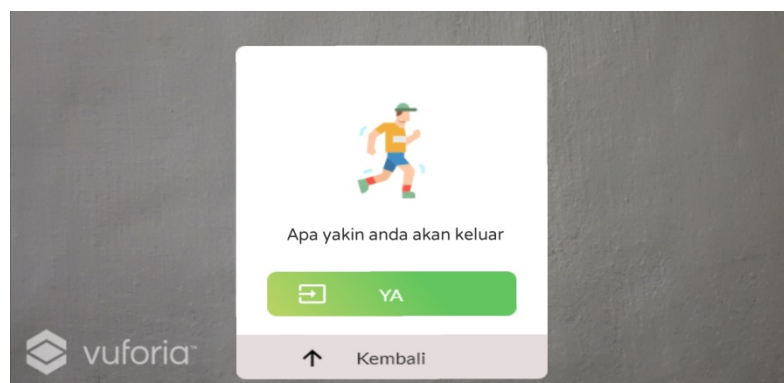
Halaman objek tiga dimensi akan muncul apabila gambar atau *marker* yang dipindai sesuai dengan data yang disimpan pada database. Objek yang ditampilkan berupa objek virtual tiga dimensi. Halaman objek tiga dimensi dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 17. Halaman Objek Tiga Dimensi

#### k) Halaman Keluar

Halaman keluar akan muncul apabila tombol keluar pada halaman pilihan ditekan. Halaman ini berisikan pernyataan untuk mengkonfirmasi akan keluar dari aplikasi i2P. Dua tombol disisipkan pada halaman ini, yaitu tombol ya dan tombol kembali. Halaman keluar dapat dilihat pada Gambar 18 berikut:



Gambar 18. Halaman Keluar

### 3) Bagian Isi Modul

#### a) Informasi menarik terkait PLTS pada halaman depan setiap BAB

Informasi menarik berupa fakta-fakta tentang energi baru terbarukan khususnya PLTS, hingga kutipan dari tokoh terkenal dunia mengenai PLTS sebagai energi ramah lingkungan disisipkan pada bagian halaman depan setiap bab. Tujuan disisipkannya fakta-fakta dan kutipan tersebut supaya peserta diklat dan pembaca pada umumnya memiliki motivasi untuk membaca modul diklat dan dapat tertarik untuk mulai beranjak memanfaatkan energi ramah lingkungan. Contoh penyisipan fakta pada halaman depan bab dapat dilihat di gambar berikut.



Gambar 19. Halaman Awal setiap Bab

b) Penyusunan latihan soal dan evaluasi

Latihan soal menurut pedoman penyusunan modul oleh Widyaaiswara dapat berupa soal esai, pilihan ganda, dan studi kasus dan berjumlah minimal lima soal. Bagian evaluasi materi pokok tiap bab bersifat *optional* atau bila diperlukan saja. Kedua kegiatan ini diberikan dan dilaksanakan untuk melatih tingkat pemahaman peserta diklat dalam hal penguasaan materi diklat yang disampaikan melalui modul diklat tersebut.

**d. Uji Coba Produk**

Uji coba produk merupakan tahap pengujian pada modul diklat yang dikembangkan. Tahap uji coba produk bertujuan untuk membuat modul diklat yang dikembangkan dapat dan layak digunakan oleh peserta diklat. Pengujian modul diklat ini dilakukan oleh empat orang ahli. Keempat ahli tersebut masing-masing terdiri dari dua ahli materi dan dua ahli media. Kedua ahli materi dan kedua ahli media merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UNY. Sebelum itu, dilaksanakan terlebih dahulu validasi instrumen penelitian oleh dua ahli instrumen. Validasi-validasi tersebut disampaikan pada beberapa uraian sebagai berikut:

1) Validasi Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ini berupa angket yang harus diuji validitasnya terlebih dahulu oleh ahli instrumen, sebelum

digunakan untuk mengambil data. Hasil validitas instrumen kemudian dianalisis untuk menentukan kualitas modul diklat yang dikembangkan. Tahap validitas instrumen angket pada penelitian ini dilakukan oleh dua ahli instrumen yang merupakan dosen di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta.

Hasil validitas dari kedua ahli instrumen menyatakan bahwa instrumen penelitian yang dikembangkan dan berbentuk angket tersebut sudah layak digunakan untuk penelitian, namun harus melalui perbaikan. Beberapa saran yang disampaikan oleh kedua ahli instrumen yaitu; pemilihan ketepatan kata pada kalimat, hindari pengulangan kata dalam satu kalimat, perbaiki salah ketik, ditambah aspek *augmented reality* pada angket media, dan gunakan istilah kata yang tidak multitafsir. Saran-saran yang disampaikan tersebut kemudian digunakan sebagai acuan perbaikan dan revisi instrumen penelitian, sehingga dapat digunakan sebagai alat ukur kualitas modul diklat yang dikembangkan.

## 2) Validasi Materi

Validasi materi dalam modul diklat terdiri dari lima aspek pengujian yang digunakan dalam angket untuk ahli materi, kelima aspek tersebut antara lain; *self instructional*, *self contained*, *independent*, *self assessed*, dan *user friendly*. Tujuan validasi

materi dalam produk ini adalah untuk mengetahui tingkat kelayakan materi pada modul diklat yang telah dikembangkan. Selain menguji tingkat kelayakan materi dalam modul, muncul saran yang disampaikan oleh kedua ahli materi. Selanjutnya saran tersebut menjadi acuan untuk melakukan perbaikan terhadap modul diklat inspeksi fisik instalasi energi baru terbarukan: pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang dikembangkan.

### 3) Validasi Media

Validasi media dalam modul diklat terdiri dari tujuh aspek pengujian yang digunakan dalam angket untuk ahli media, ketujuh aspek tersebut antara lain; format, sistematika dan tata letak, daya tarik, pemilihan jenis huruf, ruang, kejelasan atau keteraturan, dan teknologi *augmented reality*. Tujuan validasi media dalam produk ini adalah untuk mengetahui tingkat kelayakan media pada modul diklat yang telah dikembangkan. Selain menguji tingkat kelayakan media dalam modul, muncul saran yang disampaikan oleh kedua ahli media. Selanjutnya saran tersebut menjadi acuan untuk melakukan perbaikan terhadap modul diklat inspeksi fisik instalasi energi baru terbarukan: pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang dikembangkan.

#### e. ***Black Box Testing***

Unjuk kerja dilakukan untuk mengetahui kinerja aplikasi “i2P” yang ditambahkan pada modul diklat. *Black box testing* bertujuan

untuk mengetahui sistem *error* pada aplikasi. Selain itu, *black box testing* bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi dapat dijalankan sesuai dengan prasyarat pengoperasian aplikasi “i2P”. Tahap pengujian ini dilakukan oleh lima orang responden yang melakukan penilaian atas unjuk kerja aplikasi “i2P” pada aspek pemasangan dan aspek pengoperasian.

Aspek pemasangan aplikasi terdiri dari beberapa indikator penilaian yaitu; aplikasi dapat dioperasikan pada platform android minimal versi 4.1 *Ice Cream Sandwich*, aplikasi “i2P” terpasang pada smartphone android dan muncul logo aplikasi “i2P”, dan aplikasi “i2P” dapat dibuka dan dioperasikan tanpa *error*. Sedangkan pada aspek pengoperasian, aplikasi “i2P” dapat dikatakan baik jika terpenuhinya beberapa indikator, yaitu; aplikasi dapat dibuka, aplikasi dapat dioperasikan, fungsi-fungsi tombol, fungsi pindai pada *marker* atau gambar, halaman dapat menampilkan objek tiga dimensi yang dipindai, dan menampilkan halaman-halaman setelah tombol ditekan. Hasil pengujian kotak hitam atau *black box testing* dirangkum pada Lampiran 5.

Dilaksanakan pula pengujian pada beberapa aspek penting pendukung kemampuan kamera dalam memindai *marker* yang dibuat. Aspek-aspek tersebut antara lain; aspek jarak kamera dengan *marker*, aspek sudut kamera dengan *marker*, dan aspek intensitas cahaya dengan *marker*.

#### 4. Tahap Pelaksanaan (*Implementation*)

Pelaksanaan yang dilakukan merupakan tahap pengujian produk pengembangan berupa “Modul Diklat Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru Terbarukan: Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)” berbasis *Augmented Reality* yang ditujukan kepada peserta diklat. Tahap pelaksanaan ini dilakukan setelah melalui tahap pengembangan dan telah dilakukan perbaikan atas saran-saran yang disampaikan oleh keempat ahli baik ahli materi dan ahli media. Uji coba modul diklat dilaksanakan di PPSDM KEBTKE, Ciracas, Jakarta Timur, pada tanggal 2-6 Desember 2019. Tahap uji coba modul dilaksanakan kepada seluruh peserta diklat dalam satu kelas diklat teknis inspeksi sistem tenaga listrik. Jumlah peserta diklat dalam satu kelas tersebut sebanyak 10 peserta diklat.

Prosedur pengambilan data yang ditempuh melalui tahap persiapan dan penilaian. Persiapan merupakan langkah pertama yang dilaksanakan, berupa menyesuaikan dengan jadwal diklat dengan pengurus diklat, mempersiapkan kelengkapan pengambilan data penelitian yang terdiri dari modul diklat yang dikembangkan dan angket penilaian untuk peserta diklat, pengkondisian peserta diklat lalu membagikan dan mempresentasikan produk yang dikembangkan, menjelaskan teknologi *augmented reality* yang ditambahkan pada modul hingga pemasangan aplikasi i2P. Setelah aplikasi terpasang pada masing-masing *smartphone* android pribadi peserta diklat,



langkah selanjutnya adalah peserta melakukan review terhadap modul diklat. Tahap berikutnya yaitu tahap penilaian yang dilakukan berupa pembagian angket respon peserta diklat yang berfungsi sebagai umpan balik kepada peneliti. Terdapat lima aspek penilaian oleh peserta diklat, yaitu; standar isi dalam modul, standar penyajian dalam modul, standar grafik dalam modul, standar bahasa penulisan dalam modul, dan aplikasi dan teknologi *augmented reality*.

#### **5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)**

Tahap akhir yaitu adalah evaluasi. Setelah dilaksanakan pengumpulan data berupa hasil penilaian dan respon peserta diklat terkait produk yang dikembangkan, terdapat beberapa evaluasi yang disampaikan antara lain; terdapat beberapa materi yang perlu untuk diperbarui; jumlah objek yang dapat dipindai perlu untuk ditambah; kesalahan pengetikan dapat diperbaiki; dan aplikasi dibuat lebih interaktif. Secara keseluruhan penilaian dan respon yang diberikan oleh peserta diklat sangat positif, namun masih diperlukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut supaya produk terus berkembang.

#### **B. Hasil Uji Coba Produk**

Tahap analisis data penelitian merupakan proses yang dilakukan untuk menampilkan hasil-hasil dari beberapa data yang telah didapatkan selama pelaksanaan kegiatan penelitian dan pengembangan. Analisis data dimaksudkan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang meliputi cara pengembangan modul diklat, kelayakan modul diklat oleh ahli materi dan ahli

media, respon peserta diklat tentang modul yang dikembangkan, dan unjuk kerja produk. Data yang dihimpun pada penelitian ini diperoleh dari angket yang diisi oleh dua ahli materi, dua ahli media, responden *black box testing* untuk aplikasi android, dan peserta diklat. Berikut merupakan analisis data pada penelitian ini, yaitu:

### 1. Analisis Reliabilitas Instrumen Angket Peserta Diklat

Pengujian reliabilitas angket yang ditujukan kepada peserta diklat menggunakan teknik *Alpha Cronbach* dengan perhitungan menggunakan Microsoft Excel. Hasil uji reliabilitas angket peserta diklat dapat dilihat pada Tabel 10. berikut:

**Tabel 10. Tabel Realiabilitas Peserta Diklat**

<i>Alpha Cronbach</i>	N (total butir soal)
0,938	44

Tabel 10. menunjukan hasil perhitungan reliabilitas angket peserta diklat sebesar 0,938. Nilai tersebut menjelaskan bahwa tingkat reliabilitas instrumen angket peserta diklat “Sangat Tinggi”. Tabel pengujian reliabilitas instrumen peserta diklat dapat dilihat pada Lampiran 6.

#### 1) Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui tingkat ke-reliabilitan instrumen peserta diklat yang diperoleh dari pengisian angket respon peserta diklat tentang Modul Diklat Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru Terbarukan: PLTS di

PPSDM KEBTKE. Data terkait perhitungan reliabilitas instrumen peserta diklat adalah sebagai berikut:

- a) Banyak butir pertanyaan adalah 44 (n).
- b) Setiap butir memiliki bobot nilai 1, 2, 3, dan 4 sesuai skala *Likert*.
- c) Varians total sebesar 164,544 yang didapat dari perhitungan varian terhadap penjumlahan total nilai yang diberikan oleh peserta diklat.
- d) Jumlah varians 13,722 yang didapat dari perhitungan jumlah varian tiap butir pertanyaan.
- e) Perhitungan reliabilitas instrumen peserta diklat:

$$\begin{aligned}r &= \left( \frac{44}{44 - 1} \right) \left( 1 - \frac{13,722}{164,544} \right) \\r &= (1,023)(0,916) \\r &= 0,938\end{aligned}$$

## **2. Analisis Kualitas Modul Diklat**

### **a. Analisis Data Ahli Materi 1 dan 2**

Analisis data untuk mengetahui tingkat kelayakan modul diklat Inspeksi Fisik Instalasi Enegri Baru Terbarukan di PPSDM KEBTKE dilakukan berdasarkan data penilaian oleh dua ahli materi. Aspek-aspek yang dinilai antara lain; aspek *self instructional*, *self contained*, *independent*, *self assessed*, dan *user friendly*. Perhitungan analisis data oleh ahli materi 1 dan 2 adalah sebagai berikut:

- a) Jumlah butir kelima aspek penilaian oleh ahli materi adalah 30 butir.
- b) Setiap butir memiliki bobot nilai 1, 2, 3, atau 4 sesuai dengan skala *Likert*.
- c) Nilai tertinggi ideal 120 dan nilai terendah ideal 30 dari kelima aspek yang digunakan.
- d) Rerata Ideal ( $X_n$ ) =  $\frac{120+30}{2} = 75$  dari kelima aspek.
- e) Simpangan Baku ( $SB_n$ ) =  $\frac{120-30}{6} = 15$  dari kelima aspek.
- f) Konversi data penilaian ahli materi pada kelima aspek dalam empat kategori adalah sebagai berikut:

**Tabel 11. Kriteria Penilaian Ahli Materi**

Interpretasi	Kategori
$(X_n + 1,5SB_n) < x \leq (X_n + 3,0SB_n)$	Sangat Layak
$X_n < x \leq (X_n + 1,5SB_n)$	Layak
$(X_n - 1,5SB_n) < x \leq X_n$	Cukup Layak
$(X_n - 3,0SB_n) \leq x \leq (X_n - 1,5SB_n)$	Kurang Layak

**Tabel 12. Konversi Nilai Sesuai Kriteria Penilaian Ahli Materi**

No.	Kategori	Interval
1	Sangat Layak	$97.5 < x \leq 120$
2	Layak	$75 < x \leq 97.5$
3	Cukup Layak	$52.5 < x \leq 75$
3	Kurang Layak	$30 < x \leq 52.5$

**Tabel 13. Hasil Penilaian oleh Ahli Materi**

No	Ahli Materi	Total Nilai	Kategori
1	Ahli 1	81	Layak
2	Ahli 2	108	Sangat Layak
Rerata nilai		94.5	Layak

Berdasarkan Tabel 13. dapat dilihat bahwa, penilaian tingkat kelayakan oleh ahli materi 1 adalah 81 dengan kategori “Layak” dan penilaian tingkat kelayakan oleh ahli materi 2 adalah 108 dengan kategori “Sangat Layak”. Nilai rerata dari penilaian kedua ahli materi adalah 94.5 dengan kategori “Layak”. Analisis data terkait pengukuran tingkat kelayakan tiap aspek berdasarkan penilaian oleh ahli materi dijabarkan pada Lampiran 5.

#### **b. Analisis Data Ahli Media**

##### **1) Analisis Data Ahli Media 1 dan 2**

Analisis data untuk mengetahui tingkat kelayakan modul diklat Inspeksi Fisik Instalasi Enegrgi Baru Terbarukan di PPSDM KEBTKE dan aplikasi pendukung berupa *Augemented Reality (AR)* dilakukan berdasarkan data penilaian oleh dua ahli media. Aspek-aspek yang dinilai antara lain; aspek format, sistematika dan tata letak, daya tarik, pemilihan jenis huruf, ruang, keajekan atau keteraturan, dan teknologi *Augmented Reality*.

- a) Jumlah butir kelima aspek penilaian oleh ahli media adalah 38 butir.
- b) Setiap butir memiliki bobot nilai 1, 2, 3, atau 4 sesuai dengan skala *Likert*.
- c) Nilai tertinggi ideal 152 dan nilai terendah ideal 38 dari ketujuh aspek yang digunakan.
- d) Rerata Ideal ( $X_n$ ) =  $\frac{152+38}{2} = 95$  dari ketujuh aspek.

- e) Simpangan Baku (SBn) =  $\frac{152-38}{6} = 19$  dari ketujuh aspek.
- f) Konversi data penilaian ahli media pada ketujuh aspek dalam empat kategori adalah sebagai berikut:

**Tabel 14. Kriteria Penilaian Ahli Media**

Interpretasi	Kategori
$(X_n + 1,5SBn) < x \leq (X_n + 3,0SBn)$	Sangat Layak
$X_n < x \leq (X_n + 1,5SBn)$	Layak
$(X_n - 1,5SBn) < x \leq X_n$	Cukup Layak
$(X_n - 3,0SBn) \leq x \leq (X_n - 1,5SBn)$	Kurang Layak

**Tabel 15. Konversi Nilai Sesuai Kriteria Penilaian Ahli Media**

No.	Kategori	Interval
1	Sangat Layak	$123.5 < x \leq 152$
2	Layak	$95 < x \leq 123.5$
3	Cukup Layak	$66.5 < x \leq 95$
4	Kurang Layak	$38 < x \leq 66.5$

**Tabel 16. Hasil Penilaian oleh Ahli Media**

No	Ahli Media	Total Nilai	Kategori
1	Ahli 1	141	Sangat Layak
2	Ahli 2	140	Sangat Layak
<b>Rerata nilai</b>		<b>140.5</b>	<b>Sangat Layak</b>

Berdasarkan Tabel 16. dapat dilihat bahwa, penilaian tingkat kelayakan oleh ahli media 1 adalah 141 dengan kategori “Sangat Layak” dan penilaian tingkat kelayakan oleh ahli media 2 adalah 140 dengan kategori “Sangat Layak”. Nilai rerata dari penilaian kedua ahli materi adalah 140.5 dengan kategori “Sangat Layak”. Analisis data terkait pengukuran tingkat kelayakan tiap aspek berdasarkan penilaian oleh ahli media dijabarkan pada Lampiran 5.

### c. Analisis Data *Black Box Testing*

Analisis data untuk mengetahui unjuk kerja aplikasi pendukung modul diklat yang dikembangkan pada perangkat *smartphone* android berbaris *Augmented Reality (AR)*. Analisis dilakukan berdasarkan data *Black Box Testing* oleh lima orang responden. Aspek-aspek yang dinilai antara lain; aspek pemasangan dan aspek pengoperasian.

- Jumlah butir kelima aspek penilaian oleh ahli materi adalah 34 butir.
- Setiap butir memiliki bobot nilai 0 untuk pilihan “tidak sesuai” dan bobot nilai 1 untuk pilihan “sesuai”.
- Nilai tertinggi ideal 34 dan nilai terendah ideal 0 dari kedua aspek yang digunakan.
- Rerata Ideal ( $X_n$ ) =  $\frac{34+0}{2} = 17$  dari kedua aspek.
- Simpangan Baku ( $SB_n$ ) =  $\frac{34-0}{6} = 5.67$  dari kedua aspek.
- Konversi data *Black Box Testing* pada kedua aspek dalam empat kategori adalah sebagai berikut:

**Tabel 17. Kriteria Penilaian *Black Box Testing***

Interpretasi	Kategori
$(X_n + 1,5SB_n) < x \leq (X_n + 3,0SB_n)$	Sangat Baik
$X_n < x \leq (X_n + 1,5SB_n)$	Baik
$(X_n - 1,5SB_n) < x \leq X_n$	Cukup Baik
$(X_n - 3,0SB_n) \leq X \leq (X_n - 1,5SB_n)$	Kurang Baik

**Tabel 18. Konversi Nilai Sesuai Kriteria Penilaian *Black Box Testing***

No.	Kategori	Interval
1	Sangat Baik	$25.5 < x \leq 34$
2	Baik	$17 < x \leq 25.5$
3	Cukup Baik	$8.5 < x \leq 17$
3	Kurang Baik	$0 < x \leq 8.5$

**Tabel 19. Hasil *Black Box Testing***

No	Responden	Total Nilai	Kategori
1	Responden 1	34	Sangat Baik
2	Responden 2	34	Sangat Baik
3	Responden 3	34	Sangat Baik
4	Responden 4	34	Sangat Baik
5	Responden 5	34	Sangat Baik
<b>Rerata nilai</b>		<b>34</b>	<b>Sangat Baik</b>

Berdasarkan Tabel 19. dapat dilihat bahwa, penilaian oleh kelima responden masing-masing adalah 34 dengan kategori “Sangat Baik”. Nilai rerata dari penilaian kedua ahli materi adalah 34 dengan kategori “Sangat Baik”. Analisis data terkait pengukuran tingkat kelayakan tiap aspek berdasarkan penilaian oleh kelima responden dijabarkan pada Lampiran 5.

#### **d. Analisis Penilaian Respon Peserta Diklat**

Peserta diklat memberikan respon dan penilaian terhadap modul diklat Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru Terbarukan PLTS berbasis *augmented reality*. Penilaian didasarkan pada produk yang dikembangkan secara menyeluruh, yang terdiri dari modul diklat dan aplikasi *augmented reality* yang disisipkan. Penilaian dilakukan oleh peserta diklat yang berjumlah 10 orang peserta diklat dari di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi (PPSDM KEBTKE yang



selanjutnya disebut sebagai responden. Penilaian ini menggunakan instrumen angket sebanyak 44 butir dengan skala *Likert*. Aspek yang dinilai ada lima, antara lain: standar isi dalam modul, standar pengujian dalam modul, standar grafik dalam modul, standar bahasa penulisan dalam modul, serta aplikasi dan teknologi *Augmented Reality (AR)*. Aspek standar isi dalam modul terdiri dari 10 butir, standar pengujian dalam modul terdiri dari 14 butir, standar grafik dalam modul terdiri dari 8 butir, standar bahasa penulisan dalam modul terdiri dari 7 butir, dan teknologi *Augmented Reality* terdiri dari 5 butir. Penilaian berupa respon atau tanggapan modul diklat oleh sepuluh orang responden pada aspek standar isi dalam modul (A), standar pengujian dalam modul (B), standar grafik dalam modul (C), standar bahasa penulisan dalam modul (D), serta aplikasi dan teknologi *Augmented Reality (AR)* (E) sesuai dengan tabel berikut.

**Tabel 20. Penilaian Respon Peserta Diklat**

No.	Responden	Aspek					Total
		A	B	C	D	E	
1	Responden 1	30	42	24	21	16	133
2	Responden 2	33	49	26	22	16	146
3	Responden 3	32	44	30	22	18	146
4	Responden 4	40	56	29	28	20	173
5	Responden 5	30	42	24	21	15	132
6	Responden 6	34	49	27	22	15	147
7	Responden 7	36	48	25	23	15	147
8	Responden 8	29	52	27	26	18	152
9	Responden 9	35	48	27	23	18	151
10	Responden 10	28	41	29	25	15	138
<b>Rerata nilai</b>		<b>32.7</b>	<b>47.10</b>	<b>26.8</b>	<b>23.3</b>	<b>16.6</b>	<b>146.5</b>

Berikut analisis data pada penilaian respon peserta diklat terhadap modul diklat yang dikembangkan:

- a) Jumlah butir kelima aspek penilaian oleh responden adalah 44 butir.
- b) Setiap butir memiliki bobot nilai 1, 2, 3, atau 4 sesuai dengan skala *Likert*.
- c) Nilai tertinggi ideal 176 dan nilai terendah ideal 44 dari kelima aspek yang digunakan.
- d) Rerata Ideal ( $X_n$ ) =  $\frac{176+44}{2} = 110$  dari kelima aspek.
- e) Simpangan Baku ( $SB_n$ ) =  $\frac{176-44}{6} = 22$  dari kelima aspek.
- f) Konversi penilaian pada kelima aspek dalam empat kategori adalah sebagai berikut:

**Tabel 21. Kriteria Penilaian Peserta Diklat**

Interpretasi	Kategori
$(X_n + 1,5SB_n) < x \leq (X_n + 3,0SB_n)$	Sangat baik
$X_n < x \leq (X_n + 1,5SB_n)$	Baik
$(X_n - 1,5SB_n) < x \leq X_n$	Cukup Baik
$(X_n - 3,0SB_n) \leq x \leq (X_n - 1,5SB_n)$	Kurang Baik

**Tabel 22. Konversi Nilai Sesuai Kriteria Penilaian Peserta Diklat**

No.	Kategori	Interval
1	Sangat Baik	$143 < x \leq 176$
2	Baik	$110 < x \leq 143$
3	Cukup Baik	$77 < x \leq 110$
3	Kurang Baik	$44 < x \leq 77$

Hasil penilaian oleh sepuluh orang responden sesuai dengan tabel konversi nilai kriteria penilaian di atas dirangkum dalam tabel berikut:

**Tabel 23. Hasil Penilaian Respon Peserta Diklat**

No	Responden	Total Nilai	Kategori
1	Responden 1	133	Baik
2	Responden 2	146	Sangat Baik
3	Responden 3	146	Sangat Baik
4	Responden 4	173	Sangat Baik
5	Responden 5	132	Baik
6	Responden 6	147	Sangat Baik
7	Responden 7	147	Sangat Baik
8	Responden 8	152	Sangat Baik
9	Responden 9	151	Sangat Baik
10	Responden 10	138	Baik
<b>Rerata nilai</b>		<b>146.5</b>	<b>Sangat Baik</b>

Analisis data berdasarkan penilaian respon peserta diklat pada tiap aspek dijabarkan pada Lampiran 5.

### C. Revisi Produk

#### 1. Revisi dan Perbaikan Produk

Revisi produk merupakan tahap perbaikan pada produk yang dikembangkan berdasarkan saran-saran yang disampaikan oleh ahli materi dan ahli media. Tahap perbaikan produk yang terdiri dari perbaikan modul pada aspek materi dan perbaikan modul pada aspek media. Berikut merupakan komentar dan saran yang disampaikan oleh masing-masing ahli:

**Tabel 24. Komentar dan Saran dari Ahli Materi**

No.	Validator	Komentar dan Saran
1.	Ahli Materi 1	Ilustrasi gambar pada halaman depan masing-masing bab lebih disesuaikan dengan tema.
		Soal dan latihan ditambah jumlahnya
2.	Ahli Materi 2	Kualitas dan kuantitas soal latihan diperbaiki dan diperbanyak.
		Lebih konsisten dalam menggunakan kata, Photovoltaic atau fotovoltaik.
		Deskripsi singkat modul ditambah dengan bagian gambar mana saja yang dapat dipindai dengan aplikasi.

**Tabel 25. Komentar dan Saran dari Ahli Media**

No.	Validator	Komentar dan Saran
1.	Ahli Media 1	Jarak antar sub judul dan paragraf perlu diperhatikan.
		Margin kiri paragraf dibuat lebih konsisten.
		BAB pada daftar isi sebaiknya dilengkapi judul.
		Perlu ditambahkan objek 3D pada tampilan di aplikasi AR.
		Tautan untuk download aplikasi terlalu panjang, lebih baik scan <i>barcode</i> untuk download aplikasi.
2.	Ahli Media 2	Objek 3D di aplikasi AR ditambah
		Spasi antar paragraf tidak ajeg.
		Ukuran tabel disesuaikan supaya tidak memakan tempat berlebih.
		Diperhatikan lagi kesalahan pengetikan.

Berdasarkan saran yang diberikan oleh masing-masing ahli terkait materi dan media pada modul diklat, maka tahap berikutnya adalah tahap perbaikan modul diklat inspeksi fisik instalasi energi baru terbarukan: pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), yang dirangkum pada tabel-tabel berikut:

**Tabel 26. Perbaikan Materi dan Media Modul**

Perbaikan Materi		
No.	Sebelum diperbaiki	Setelah diperbaiki
Menyesuaikan ilustrasi gambar dengan tema modul		
1.		

## Jumlah soal dan latihan diperbanyak

2.

>>> 3.4 LATIHAN SOAL <<<

**PLATON BANGSA**

- Komponen pada PLTS yang berfungsi sebagai pengubah arus listrik DC menjadi arus listrik AC disebut...
  - Sel Surya
  - Inverter
  - Charger Controller
  - Baterai
  - Modul Surya
- Berikut merupakan jenis-jenis bahan sel surya antara lain, kecuali...
  - Plasma-Organic Chemical Vapor Deposition
  - Polysilicon
  - Monocrystalline
  - Thin Film Solar Cell
  - Thin Film Photovoltaic
- Pada sistem photovoltaic, kerja PLTS dapat dibantu dengan sistem pembangkit tenaga yang lain seperti angin, biomassa, dan diesel. Sistem yang digabungkan ini disebut dengan...
  - Sistem Terpadu
  - Sistem Hybrid
  - Sistem Terpisah
  - With Storage System
  - Without Storage System

**Urutan**

1. Jelaskan bagaimana sel surya dapat menghasilkan listrik!

>>> 3.4 LATIHAN SOAL <<<

**PLATON BANGSA**

- Pada sistem photovoltaic, kerja PLTS dapat dibantu dengan sistem pembangkit tenaga yang lain seperti angin, biomassa, dan diesel. Sistem yang digabungkan ini disebut dengan...
  - Sistem Terpadu
  - Sistem Hybrid
  - Sistem Terpisah
  - With Storage System
  - Without Storage System
- Berikut merupakan jenis-jenis bahan sel surya antara lain, kecuali...
  - Plasma-Organic Chemical Vapor Deposition
  - Polysilicon
  - Monocrystalline
  - Thin Film Solar Cell
  - Thin Film Photovoltaic
- Komponen pada PLTS yang berfungsi sebagai pengubah arus listrik DC menjadi arus listrik AC disebut...
  - Sel Surya
  - Inverter
  - Charger Controller
  - Baterai
  - Modul Surya

**Urutan**

1. Jelaskan bagaimana sel surya dapat menghasilkan listrik!

3.

baterai. PLTS dibangun pada instalasi listrik yang sederhana dan memiliki usia pakai yang cukup lama. Usia dan performa suatu PLTS ditentukan pada kualitas komponen yang dipakai dan intensitas kegiatan inspeksi yang dilakukan. Kegiatan inspeksi yang dimaksud adalah untuk mengetahui kesehatan fungsi komponen, keamanan dan kerapihan instalasi. Inspeksi PLTS yang dilakukan dilakukan untuk PLTS terpasang, baik jenis on grid maupun off grid.

**B. Deskripsi Singkat Modul**

Modul pembelajaran yang disusun mencakup pengetahuan mengenai tahapan-tahapan inspeksi instalasi PLTS, serta standar instalasi pembangkit maupun prosedur dan tata cara pengoperasian baik instalasi pembangkit untuk daerah housekeeping dan standard operating procedure, rangkaian, latihan soal, evaluasi, sampai dengan tata cara pembuatan laporan. Materi yang disampaikan akan disampaikan secara sistematis supaya mempermudah pembaca dalam mempelajari dan memahami substansi yang ingin disampaikan. Selain itu, modul juga dilengkapi dengan teknologi *augmented reality* yang dapat membantu peserta didik atau pembaca untuk menampilkan visualisasi gambar secara 3D. Penambahan teknologi atau media ini bertujuan untuk memudahkan peserta dalam menyaksikan gambar yang biasanya terpasang secara 2 dimensi dan terkadang sulit untuk memahami dan bertujuan untuk menambah motivasi belajar peserta didik karena adanya media belajar yang berbeda. Tersedia empat gambar yang dapat dipindai oleh aplikasi "QR" untuk ditampilkan secara 3D. Empat gambar tersebut antara lain: 1) Gambar 9. Diagram Sistem PLTS Sederhana; 2) Gambar 10. Elah Photovoltaik; 3) Gambar 33. Koneksi pada Modul Photovoltaik; 4) Gambar 35. Posisi Alat Pemaman Api di Ruang Kendali.

**C. Prasyarat**

Ketentuan sebelum melaksanakan Modul Inspeksi Fisk Instalasi Energi Baru Terbarukan (Pembangkit Listrik Tenaga Surya), peserta harus memiliki kriteria sebagai berikut:

- Pendidikan minimal Sertifikat (S1) Teknik yang bekerja dibidang ketranggalan.

memiliki usia pakai yang cukup lama. Usia dan performa suatu PLTS ditentukan pada kualitas komponen yang dipakai dan intensitas kegiatan inspeksi yang dilakukan. Kegiatan inspeksi yang dimaksud adalah untuk mengetahui kesehatan fungsi komponen, keamanan dan kerapihan instalasi. Inspeksi PLTS yang dilakukan dilakukan untuk PLTS terpasang, baik jenis on grid maupun off grid.

**B. Deskripsi Singkat Modul**

Modul pembelajaran yang disusun mencakup pengetahuan mengenai tahapan-tahapan inspeksi instalasi PLTS, serta standar instalasi pembangkit maupun prosedur dan tata cara pengoperasian baik instalasi pembangkit untuk daerah housekeeping dan standard operating procedure, rangkaian, latihan soal, evaluasi, sampai dengan tata cara pembuatan laporan. Materi yang disampaikan akan disampaikan secara sistematis supaya mempermudah pembaca dalam mempelajari dan memahami substansi yang ingin disampaikan. Selain itu, modul juga dilengkapi dengan teknologi *augmented reality* yang dapat membantu peserta didik atau pembaca untuk menampilkan visualisasi gambar secara 3D. Penambahan teknologi atau media ini bertujuan untuk memudahkan peserta dalam menyaksikan gambar yang biasanya terpasang secara 2 dimensi dan terkadang sulit untuk memahami dan bertujuan untuk menambah motivasi belajar peserta didik karena adanya media belajar yang berbeda. Tersedia empat gambar yang dapat dipindai oleh aplikasi "QR" untuk ditampilkan secara 3D. Empat gambar tersebut antara lain: 1) Gambar 9. Diagram Sistem PLTS Sederhana; 2) Gambar 10. Elah Photovoltaik; 3) Gambar 33. Koneksi pada Modul Photovoltaik; 4) Gambar 35. Posisi Alat Pemaman Api di Ruang Kendali.

## Konsisten pemilihan kata: Photovoltaic atau Fotovoltaik

4.

**7.1. INSPEKSI MODUL PHOTOVOLTAIC**

**7.1.1. RANGKAIAN SERI DAN SERI-PARALEL**

**RANGKAIAN MODUL SURYA TERURUNG PARALEL**

**RANGKAIAN MODUL SURYA TERURUNG SERI**

Gambar 25. Rangkaian Array PV secara Seri-Paralel dan Seri

Array PV yang berkompresi dari beberapa modul PV yang dirangkai menjadi satu buah jaringan untuk. Tujuan dari penggabungan modul-modul surya tersebut adalah untuk dapat memproduksi tegangan yang diinginkan pada sistem pembangkitan. Jenis hubungan atau rangkaian yang sering digunakan pada instalasi Array PV yaitu rangkaian listrik seri, paralel, hingga seri-paralel. Penggabungan hubung seri pada modul-modul surya tersebut dilakukan untuk meningkatkan hasil tegangan keluaran. Contohnya yaitu ketika ingin mendapatkan tegangan keluaran DC (Direct Current) sebesar 72 Volt, maka dibutuhkan dua buah modul surya yang masing-masing memiliki tegangan Voc 36 Volt dan dirangkai secara seri.

**7.1. INSPEKSI MODUL PHOTOVOLTAIC**

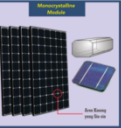
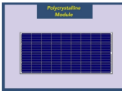
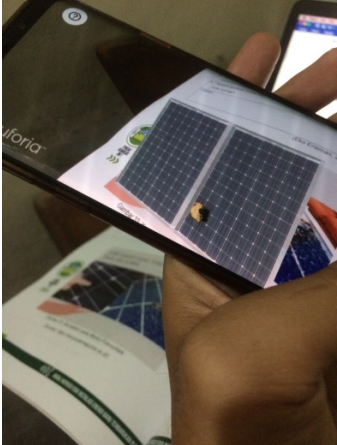

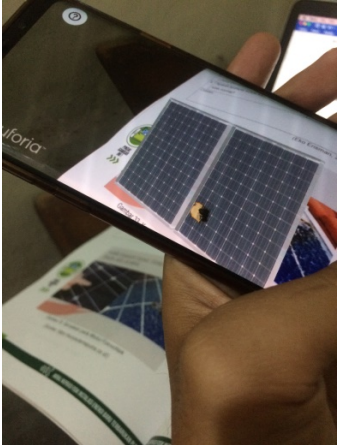

**7.1.1. RANGKAIAN SERI DAN SERI-PARALEL**

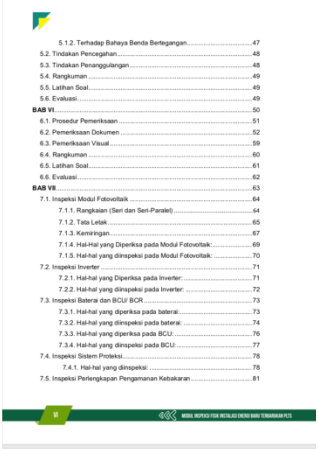
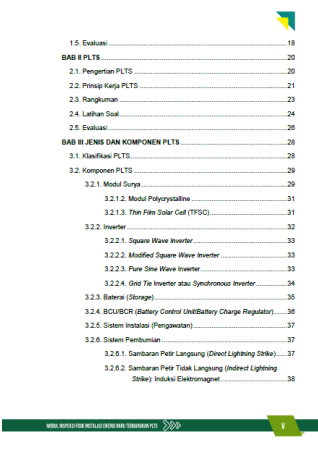
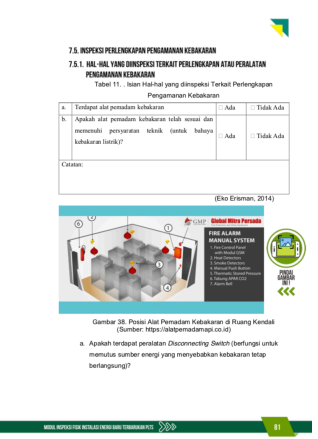
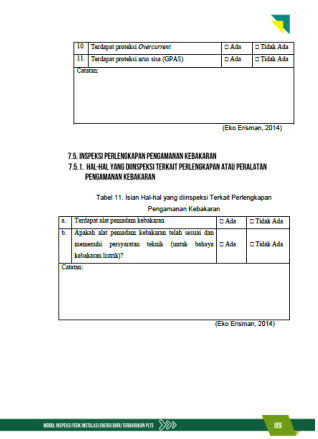
Array PV yang berkompresi dari beberapa modul PV yang dirangkai menjadi satu buah jaringan untuk. Tujuan dari penggabungan modul-modul surya tersebut adalah untuk dapat memproduksi tegangan yang diinginkan pada sistem pembangkitan. Jenis hubungan atau rangkaian yang sering digunakan pada instalasi Array PV yaitu rangkaian listrik seri, paralel, hingga seri-paralel. Penggabungan hubung seri pada modul-modul surya tersebut dilakukan untuk meningkatkan hasil tegangan keluaran. Contohnya yaitu ketika ingin mendapatkan tegangan keluaran DC (Direct Current) sebesar 72 Volt, maka dibutuhkan dua buah modul surya yang masing-masing memiliki tegangan Voc 36 Volt dan dirangkai secara seri.

**RANGKAIAN MODUL SURYA TERURUNG PARALEL**

**RANGKAIAN MODUL SURYA TERURUNG SERI**

Gambar 25. Rangkaian Array PV secara Seri-Paralel dan Seri

Perbaikan Media																							
No.	Sebelum diperbaiki	Setelah diperbaiki																					
5.	<p><b>Perbaikan margin dan spasi antar paragraf</b></p> <p>3.2.1.1. <b>MODUL MONOCRYSTALLINE</b></p> <p>Jenis Monocrystalline berasal dari kristal silikon murni yang kemudian proses menggunakan Metode Czochralski untuk mendapatkan hasil berbentuk silinder atau batang yang memiliki delapan sisi. Guna mendapatkan kepingan sel surya yang identik satu sama lain dan bekerja tinggi, dibutuhkan alat pemotong yang sesuai. Alat pemotong berupa gergaji tenarad yang memiliki pemotong kedua sisi bertang sekaligus dengan kapasitas 4.000 watt/jam. Keuntungan lain jika menggunakan modul jenis ini adalah memiliki nilai efisiensi sekitar 18% sampai dengan 20%. Kalaupun ada sel surya jenis monocrystalline jika disuatu memberikan modul surya akan menyipakan banyak ruang kosong. Hal ini disebabkan karena pada monocrystalline berbentuk segi delapan atau bulat.</p>  <p>Gambar 13. Modul Monocrystalline (Sumber: <a href="https://www.researchgate.net/publication/311111111">https://www.researchgate.net/publication/311111111</a>)</p> <p>3.2.1.2. <b>MODUL POLYCRYSTALLINE</b></p> <p>Komposisi Polycrystalline terdiri atas hasil peleburan atau pencetakan dari beberapa batang kristal silikon, kemudian dicetak dalam cetakan yang berbentuk persegi atau persegi panjang. Proses selanjutnya adalah membentuk menjadi keping silikon polikristal. Keping silikon tersebut didapat dari proses pemotongan balok silikon dengan teknologi casting. Kepingan tersebut memiliki ketebalan sekitar 250-350 mikrometer (SPLN 03.002.1: 2013). Kalaupun yang didapat jika menggunakan sel surya jenis Polycrystalline adalah nilai efisiensi lebih rendah, sekitar 13% sampai 16%, namun ada juga keuntungan yang ditawarkan. Keuntungannya berupa harga lebih murah, hal ini dikarenakan proses pembuatannya yang lebih mudah dibanding dengan jenis monocrystalline. Tidak heran jika jenis Polycrystalline merupakan jenis yang paling banyak digunakan saat ini.</p>  <p>Gambar 14. Modul Polycrystalline (Sumber: <a href="https://www.researchgate.net/publication/311111111">https://www.researchgate.net/publication/311111111</a>)</p> <p>3.2.1.3. <b>THIN FILM SOLAR CELL (TFSC)</b></p> <p>Thin Film Solar Cell atau sel surya lapisan tipis merupakan teknologi sel photovoltaic yang memiliki material semikonduktor, jenis ini dikenal juga dengan nama TFPV (Thin Film Photovoltaic). Proses pembuatan sel photovoltaic dengan lapisan tipis ini terbilang lebih sederhana dan lebih</p>																						
6.	<p>7.1.5. <b>HAL-HAL YANG DIPERIKSA PADA MODUL FOTOVOLTAIK</b></p> <p>Tabel 3. Isian Hal-Hal yang Diperiksa pada Modul Fotovoltaik</p> <table border="1"> <tr> <td>1. Apakah modul dalam kondisi baik yang baik?</td><td><input type="checkbox"/> Ya</td><td><input type="checkbox"/> Tidak</td></tr> <tr> <td>(tidak ada retakan, frame bengkok (selubung rangka yang dipernisi))</td><td><input type="checkbox"/> Ya</td><td><input type="checkbox"/> Tidak</td></tr> <tr> <td>2. Apakah modul terpasang dengan baik?</td><td><input type="checkbox"/> Ya</td><td><input type="checkbox"/> Tidak</td></tr> <tr> <td>(tidak ada dan terpasang kencang)</td><td><input type="checkbox"/> Ya</td><td><input type="checkbox"/> Tidak</td></tr> <tr> <td>3. Apakah pendaftar modul terpasang baik?</td><td><input type="checkbox"/> Ya</td><td><input type="checkbox"/> Tidak</td></tr> <tr> <td>(tidak pendaftar tidak terpasang)</td><td><input type="checkbox"/> Ya</td><td><input type="checkbox"/> Tidak</td></tr> <tr> <td>4. Apakah terdapat water, debu, atau partikel yang tidak normal?</td><td><input type="checkbox"/> Ya</td><td><input type="checkbox"/> Tidak</td></tr> </table> <p>Catatan:</p> <p>(Eko Ertanto, 2014)</p>  <p>Gambar 33. Kerusakan pada Modul Fotovoltaik (Sumber: <a href="https://suryadarmaputra.co.id">https://suryadarmaputra.co.id</a>)</p>	1. Apakah modul dalam kondisi baik yang baik?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak	(tidak ada retakan, frame bengkok (selubung rangka yang dipernisi))	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak	2. Apakah modul terpasang dengan baik?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak	(tidak ada dan terpasang kencang)	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak	3. Apakah pendaftar modul terpasang baik?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak	(tidak pendaftar tidak terpasang)	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak	4. Apakah terdapat water, debu, atau partikel yang tidak normal?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak	
1. Apakah modul dalam kondisi baik yang baik?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak																					
(tidak ada retakan, frame bengkok (selubung rangka yang dipernisi))	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak																					
2. Apakah modul terpasang dengan baik?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak																					
(tidak ada dan terpasang kencang)	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak																					
3. Apakah pendaftar modul terpasang baik?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak																					
(tidak pendaftar tidak terpasang)	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak																					
4. Apakah terdapat water, debu, atau partikel yang tidak normal?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> Tidak																					
7.	<p>atau pembimbing dipaparkan yang dalam hal ini diangan oleh Widyawarsa PPSDM KEESTKE.</p> <p>d. Untuk menggunakan teknologi Augmented Reality, peserta diwajibkan untuk memasang aplikasi "QR" atau Inspeksi Instalasi PLTS pada smartphone Android masing-masing. Aplikasi "QR" dapat diunduh dengan cara mengeskan tautan "bit.ly/QRModulKeestkePPSDMKESTKE", atau dengan meminta aplikasi ke pengajar di kelas.</p> <p>e. Format pengoperasian aplikasi QR adalah menggunakan smartphone Android dengan minimal android versi 4.0 Ice Cream Sandwich.</p> <p>f. Untuk menampilkan gambar berbentuk 3 dimensi, pinde gambar yang sudah diberikan perintah untuk dipinda, dan arahkan kamera dalam aplikasi QR ke gambar.</p> <p>2. Peran Pengajar</p> <p>a. Peran pengajar atau pembimbing yang menggunakan modul inspeksi ini adalah sebagai pelaksana langsung dalam kegiatan pelatihan. Dalam metode ini peran seorang pengajar atau pembimbing sangat vital, sehingga diuntut untuk mempersiapkan diri sebaik mungkin sebelum mengajarkan materi kepada peserta. Di kelas atau pembaca, persiapan untuk membangun strategi yang dilakukan antara lain: pengurusan materi, penjabaran metode pembelajaran, hingga pemilihan media pembelajaran yang sesuai.</p>	<p>modul ini saling berkaitan, maka dari itu usahakan tidak memisahkan diri untuk melewati bahasan pada modul pelatihan inspeksi ini.</p> <p>6. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dengan soal latihan beserta evaluasi pemahaman terkait materi pelatihan inspeksi. Apabila masih menemukan kesulitan, terangkan langsung kepada pengajar atau pembimbing dipaparkan yang dalam hal ini diangan oleh Widyawarsa PPSDM KEESTKE.</p> <p>d. Untuk menggunakan teknologi Augmented Reality, peserta diwajibkan untuk memasang aplikasi "QR" atau Inspeksi Instalasi PLTS pada smartphone Android masing-masing. Aplikasi "QR" dapat diunduh dengan cara mengeskan tautan "bit.ly/QRModulKeestkePPSDMKESTKE", atau dengan meminta barcode berikut pada smartphone.</p>  <p>e. Sistem pengoperasian aplikasi QR adalah menggunakan smartphone Android dengan minimal android versi 4.0 Ice Cream Sandwich.</p> <p>f. Untuk menampilkan gambar berbentuk 3 dimensi, pinde gambar yang sudah diberikan perintah untuk dipinda, dan arahkan kamera dalam aplikasi QR ke gambar.</p> <p>2. Peran Pengajar</p> <p>a. Peran pengajar atau pembimbing yang menggunakan modul inspeksi ini adalah sebagai pelaksana langsung dalam kegiatan pelatihan. Dalam metode ini peran seorang pengajar atau pembimbing sangat vital, sehingga diuntut untuk mempersiapkan diri sebaik mungkin sebelum mengajarkan materi kepada peserta.</p>																					

8.	<p>Pemberian judul pada tiap bab di daftar isi</p> <div>   </div>
9.	<p>Penyesuaian ukuran tabel dengan <i>layout</i> halaman modul</p> <div>   </div>

## 2. Produk Akhir

Produk akhir pada penelitian pengembangan ini berupa modul diklat yang berjudul “Modul Diklat Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru Terbarukan: Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)” dan aplikasi *augmented reality* yang diberi judul “i2P” atau Inspeksi Instalasi PLTS. Modul diklat tersebut berupa bahan belajar cetak dan aplikasi “i2P” yang hanya dapat dioperasikan pada *smartphone* android.



Gambar 20. Tampilan Fisik Modul Diklat dan Aplikasi i2P

#### D. Kajian Produk

##### 1. Pengembangan Modul Diklat Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru Terbarukan PLTS berbasis *Augmented Reality* pada Diklat Teknis Inspeksi Sistem Tenaga Listrik di PPSDM KEBTKE

Dilakukannya penelitian pengembangan modul diklat inspeksi fisik instalasi PLTS berbasis *augmented reality* ini dilatarbelakangi oleh adanya permasalahan pada kegiatan pembelajaran diklat di PPSDM KEBTKE. Permasalahan yang ada berupa: hanya tersedianya bahan ajar berupa *power point presentation* dan modul diklat yang dibagikan kepada peserta diklat dalam bentuk *softfile* sehingga peserta diklat membutuhkan *smartphone* untuk membuka sumber belajar tersebut, pembagian waktu untuk penyampaian materi dengan sesi tanya jawab masih belum efektif, bahan ajar berupa modul diklat terkesan tidak menarik dan dalam penulisannya tidak sesuai dengan pedoman penulisan modul oleh Widyaiswara, peserta diklat membutuhkan modul diklat yang menarik dan memadai sehingga



dapat meningkatkan motivasi belajar secara mandiri. Selain itu, seperti yang disampaikan oleh pengajar bahwa dibutuhkan bahan ajar yang lebih menarik, bahan ajar yang memberikan suasana belajar yang berbeda, dapat dipadukan dengan jenis media lain, dapat membuat peserta diklat atau pengguna sibuk dan fokus dengan media pembelajaran, dan dapat digunakan untuk menunjang kegiatan belajar secara mandiri. Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, maka dikembangkan modul diklat berbasis *augmented reality* guna memaksimalkan fungsi positif *smartphone* pribadi peserta diklat.

Pengembangan modul diklat inspeksi fisik instalasi PLTS berbasis *augmented reality* ini menggunakan prosedur pengembangan model ADDIE menurut Lee & Owens. Prosedur yang dilaksanakan yaitu tahap analisis yang terdiri dari analisis kebutuhan dan pengumpulan informasi. Analisis kebutuhan yang dilakukan melalui kegiatan observasi dan wawancara yang didasarkan pada perbedaan hasil identifikasi terhadap kesenjangan antara keadaan yang sebenarnya dengan keadaan yang diharapkan oleh peneliti dan pihak Standarisasi Pengembangan SDM pada Diklat Teknik Sistem Tenaga Listrik di PPSDM KEBTKE. Pengumpulan informasi bertujuan untuk mengidentifikasi piranti pembelajaran diklat yang terdiri dari kurikulum dan silabus diklat, metode pembelajaran diklat, tujuan diklat, hingga respon peserta diklat ketika kelas berlangsung. Tahap perencanaan yang terdiri dari analisis kebutuhan modul diklat,

penyusunan draft modul diklat, dan penyusunan kerangka dasar modul. Tahap pengembangan berupa pengumpulan referensi materi modul, penyusunan petunjuk penggunaan modul, penyusunan daya tarik modul, dan validasi modul diklat. Penyusunan daya tarik mencakup pengembangan aplikasi *augmented reality* yang terdiri dari, pembuatan *site-map*, *flowchart*, dan *story board* aplikasi. Pada tahap pengembangan dilanjutkan dengan pengambilan data penelitian terkait pengembangan modul diklat yang didalamnya terdiri dari uji validitas dari ahli materi dan ahli media untuk mengetahui kelayakan produk, dan unjuk kerja aplikasi AR yang diberi judul “i2P” atau Inspeksi Instalasi PLTS melalui *black box testing*. Selain itu dilaksanakan pula pengujian respon aplikasi terkait jarak, sudut, dan tingkat pencahayaan kemampuan pindai. Tahap selanjutnya yaitu pelaksanaan penilaian dan respon produk oleh subjek utama, yaitu peserta diklat di PPSDM KEBTKE. Tahap evaluasi berupa adanya saran dan catatan mengenai produk untuk penelitian dan pengembangan berikutnya.

## **2. Unjuk Kerja Aplikasi Android yang Dikembangkan Dalam Modul Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru Terbarukan PLTS Berbasis *Augmented Reality* pada Diklat Teknis Inspeksi Sistem Tenaga Listrik Melalui *Black Box Testing* dan Pengujian pada Kemampuan Pindai Aplikasi.**

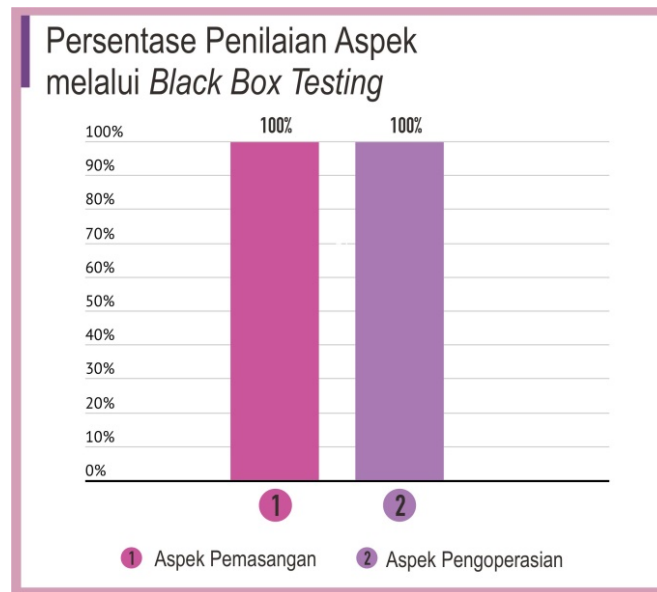
Pengujian Kotak Hitam atau *Black Box Testing* berupa aplikasi pendukung modul diklat yang dikembangkan pada perangkat seluler

dengan sistem operasi android berbaris *Augmented Reality (AR)*. Pengujian dilakukan oleh lima orang rekan sesama mahasiswa di Universitas Negeri Yogyakarta yang selanjutnya disebut sebagai responden. *Black Box Testing* menggunakan instrumen angket sebanyak 34 butir dengan dua skala pilihan yaitu sesuai dan tidak sesuai. Aspek yang digunakan ada dua, antara lain: pemasangan dan pengoperasian. Aspek pemasangan terdiri dari 4 butir dan aspek pengoperasian terdiri dari 30 butir. Nilai total kedua aspek yang didapatkan dari kelima responden masing-masing bernilai 34. Sehingga, nilai rerata untuk kelima penilaian adalah 34. Penilaian oleh kelima responden pada tiap aspek sesuai dengan tabel berikut.

**Tabel 27. Penilaian *Black Box Testing***

Responden	Aspek		Total
	Pemasangan	Pengoperasian	
Responden 1	4	30	34
Responden 2	4	30	34
Responden 3	4	30	34
Responden 4	4	30	34
Responden 5	4	30	34
<b>Rerata nilai</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>34</b>

Selanjutnya hasil penilaian oleh responden terkait unjuk kerja dari aplikasi “i2P” oleh responden didapatkan skor persentase dari dua aspek yang dinilai. Skor persentase setiap aspek dapat dilihat pada Gambar 21.







Gambar 21. Skor Persentase Penilaian *Black Box Testing*

Berdasarkan Gambar 21 menunjukkan skor persentase unjuk kerja aplikasi “i2P” oleh responden berdasarkan dua aspek. Aspek pemasangan memiliki skor persentase sebesar 100% dan aspek pengoperasian memiliki skor persentase sebesar 100%. Kedua aspek penilaian menjelaskan bahwa unjuk kerja aplikasi yang dikembangkan dikategorikan sangat layak. Hal ini disebabkan karena aplikasi telah dapat dioperasikan sesuai program dan fungsi pada tahap pengembangan.

Pengujian pada aspek kemampuan pindai aplikasi, dibedakan menjadi tiga aspek, yaitu; aspek jarak, aspek kemiringan, dan aspek intensitas cahaya. Pertama, proses pengujian ini didasarkan pada bentuk atau pola *marker* yang digunakan sebagai objek pindai. Setiap *marker* memiliki tingkat atau *rating* keterbacaan pada kamera yang berbeda-beda. *Rating* tersebut dapat diketahui melalui *software image*

*proccessing* yaitu Vuforia Development Portal. Setiap *marker* diberikan *rating* dengan simbol bintang dengan rentang jumlah bintang satu sampai dengan lima. Semakin banyak bintang yang dimiliki sebuah *marker* maka semakin mudah tingkat keterbacaan *marker* pada kamera pindai di aplikasi tersebut, dan berlaku sebaliknya. Berikut daftar *rating marker* pada aplikasi “i2P” yang dapat dilihat pada Gambar 22.

<input type="checkbox"/> Target Name	Type	Rating ⓘ	Status ▾
<input type="checkbox"/>  marker4	Single Image	★★★★★	Active
<input type="checkbox"/>  marker3	Single Image	★★★★☆	Active
<input type="checkbox"/>  marker2	Single Image	★★★★★	Active
<input type="checkbox"/>  marker1	Single Image	★★★★★	Active

Gambar 22. Daftar *Rating Marker*

Aspek jarak pindai antara kamera *smartphone* dengan objek pindai pada modul diklat juga berpengaruh pada pendeteksian objek tersebut. Pengujian jarak ini dilakukan dengan cara mengarahkan dari posisi terdekat kamera *smartphone* dapat memindai *marker* hingga posisi paling jauh kamera dapat memindai *marker*. Pengujian tersebut menghasilkan jarak minimum untuk memindai adalah 5 cm dan jarak maksimum adalah 55 cm. Kedua kriteria tersebut diukur dengan sudut kemiringan kamera *smartphone* sebesar 45° dan intensitas cahaya sebesar 558 Lux. Hasil pengujian pada aspek jarak dapat dilihat pada Tabel 28.

**Tabel 28. Hasil Pengujian Jarak**

Perangkat	Jarak (cm)							
	3	5	10	20	30	40	55	58
Samsung Galaxy S9	x	√	√	√	√	√	√	x

Keterangan: (x) gagal, (√) berhasil.

Aspek sudut atau kemiringan untuk mendeteksi objek pindai dengan *smartphone* juga mempengaruhi kemampuan aplikasi untuk menampilkan objek 3D. Pengujian sudut kemiringan ini dilakukan dengan cara mengarahkan kamera *smartphone* untuk mendeteksi *marker* dapat menampilkan objek 3D pada kemiringan minimum dan maksimum. Pengujian tersebut menghasilkan sudut minimum untuk memindai adalah 30° dan sudut maksimum adalah 150°. Kedua kriteria tersebut diukur dengan jarak kamera *smartphone* sebesar 10 cm dan intensitas cahaya sebesar 558 Lux. Hasil pengujian pada aspek sudut dapat dilihat pada Tabel 29.

**Tabel 29. Hasil Pengujian Sudut**

Perangkat	Sudut						
	25°	30°	60°	90°	120°	150°	155°
Samsung Galaxy S9	x	√	√	√	√	√	x

Keterangan: (x) gagal, (√) berhasil.

Aspek intensitas cahaya sangat berpengaruh pada kemampuan kamera dalam memindai *marker*. Pengujian pada aspek ini dilaksanakan menggunakan *software* pengukuran intensitas cahaya yaitu “Lux Light Meter” pada *smartphone* android. Pengujian tersebut memerlukan intensitas cahaya minimum untuk memindai adalah 52

Lux dan intensitas maksimum adalah 1.280 Lux. Kedua kriteria tersebut diukur dengan jarak kamera *smartphone* sebesar 10 cm dan sudut kemiringan sebesar 60°. Hasil pengujian pada aspek intensitas cahaya dapat dilihat pada Tabel 30.

**Tabel 30. Hasil Pengujian Intensitas Cahaya**

Perangkat	Intensitas Cahaya (Lux)					
	22	52	138	594	1.280	1.500
Samsung Galaxy S9	x	√	√	√	√	x

Keterangan: (x) gagal, (√) berhasil.

### 3. Kelayakan Modul Diklat Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru

Terbarukan PLTS berbasis *Augmented Reality* pada Diklat Teknis

Inspeksi Sistem Tenaga Listrik Oleh Ahli Materi

Hasil penilaian ahli materi pada modul diklat yang dikembangkan didasarkan pada lima aspek yaitu *self instructional*, *self contained*, *independent*, *self assessed*, dan *user friendly*. Hasil penilaian yang diberikan oleh ahli materi dapat dilihat pada Tabel 31.

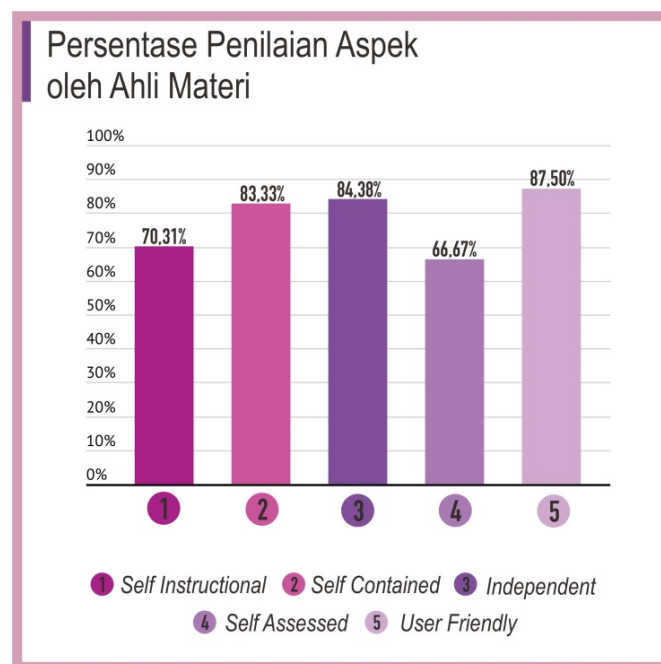
**Tabel 31. Hasil Penilaian Ahli Materi**

No	Aspek	Rerata Skor	Kategori
1.	<i>Self Instructional</i>	22,5	Layak
2.	<i>Self Contained</i>	40	Sangat Layak
3.	<i>Independent</i>	13,5	Sangat Layak
4.	<i>Self Assessed</i>	8	Cukup Layak
5.	<i>User Friendly</i>	10,5	Sangat Layak
Total Skor		94,5	Layak

Data pada Tabel 31. menunjukkan tingkat kelayakan produk yang berasal dari dua ahli materi. Aspek *self instructional* memiliki rerata skor 22,5 dan dikategorikan layak. Aspek *self contained* memiliki

rerata skor 40 dan dikategorikan sangat layak. Aspek *independent* memiliki rerata skor 13,5 dan dikategorikan sangat layak. Aspek *self assessed* memiliki rerata skor 8 dan dikategorikan cukup layak. Aspek *user friendly* memiliki rerata skor 50 dan dikategorikan sangat layak. Skor rerata secara keseluruhan pada modul diklat inspeksi fisik instalasi PLTS berbasis *augmented reality* pada diklat teknis sistem tenaga listrik oleh ahli materi adalah 94,5 dan dikategorikan layak.

Selanjutnya hasil penilaian oleh ahli materi didapatkan skor persentase dari kelima aspek yang dinilai. Skor persentase setiap aspek dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Skor Persentase Penilaian Setiap Aspek Oleh Ahli Materi

Berdasarkan Gambar 23. menunjukkan skor persentase tingkat kelayakan modul pada setiap aspek oleh dua ahli materi. Aspek *self instructional* memiliki skor persentase sebesar 70,31%. Aspek *self*



*contained* memiliki skor persentase sebesar 83,33%. Aspek *independent* memiliki skor persentase sebesar 84,38%. Aspek *self assessed* memiliki skor persentase sebesar 66,67%. Aspek *user friendly* memiliki skor persentase sebesar 87,50%. Aspek dengan skor persentase tertinggi adalah aspek *user friendly* dan aspek dengan skor persentase terendah adalah aspek *self assessed*. Rendahnya skor pada aspek *self assessed* dikarenakan lembar evaluasi belajar berupa soal dan soal hanya terdiri dari tiga sampai lima soal dan terkesan mudah untuk dijawab. Saran dan perbaikan yang dilakukan untuk memperbaiki skor pada aspek ini adalah dengan menambah kualitas dan kuantitas pada lembar soal dan latihan.

#### 4. Kelayakan Modul Diklat Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru

##### Terbarukan PLTS berbasis *Augmented Reality* pada Diklat Teknis Inspeksi Sistem Tenaga Listrik Oleh Ahli Media

Hasil penilaian ahli media pada modul diklat yang dikembangkan didasarkan pada lima aspek yaitu format, sistematika dan tata letak, daya tarik, pemilihan jenis huruf, ruang, keajekan atau keteraturan, dan teknologi *augmented reality*. Hasil penilaian yang diberikan oleh ahli media dapat dilihat pada Tabel 32.

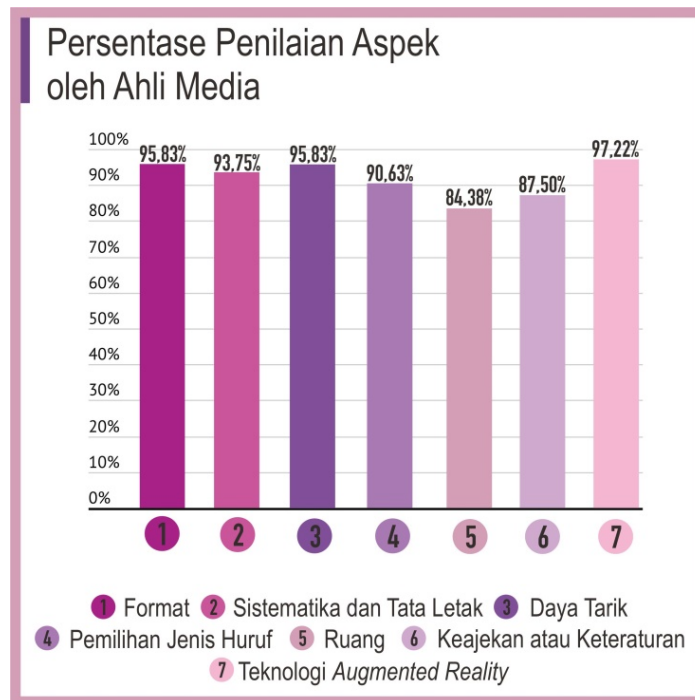
**Tabel 32. Hasil Penilaian Ahli Media**

No	Aspek	Rerata Skor	Kategori
1.	Format	11,5	Sangat Layak
2.	Sistematika dan Tata Letak	30	Sangat Layak
3.	Daya Tarik	11,5	Sangat Layak
4.	Pemilihan Jenis Huruf	14,5	Sangat Layak

No	Aspek	Rerata Skor	Kategori
5.	Ruang	13,5	Sangat Layak
6.	Keajekan atau Keteraturan	24,5	Sangat Layak
7.	Teknologi <i>Augmented Reality</i>	35	Sangat Layak
<b>Total Skor</b>		<b>140,5</b>	<b>Sangat Layak</b>

Data pada Tabel 32. menunjukkan tingkat kelayakan produk yang berasal dari dua ahli media. Aspek format memiliki rerata skor 11,5 dan dikategorikan sangat layak. Aspek sistematika dan tata letak memiliki rerata skor 30 dan dikategorikan sangat layak. Aspek daya tarik memiliki rerata skor 11,5 dan dikategorikan sangat layak. Aspek pemilihan jenis huruf memiliki rerata skor 14,5 dan dikategorikan sangat layak. Aspek ruang memiliki rerata skor 13,5 dari skor maksimal 16 dan dikategorikan sangat layak. Aspek keajekan atau keteraturan memiliki rerata skor 24,5 dan dikategorikan sangat layak. Aspek teknologi *augmented reality* memiliki rerata skor 35 dan dikategorikan sangat layak. Skor rerata secara keseluruhan pada modul diklat inspeksi fisik instalasi PLTS berbasis *augmented reality* pada diklat teknis sistem tenaga listrik oleh ahli media adalah 140,5 dan dikategorikan sangat layak.

Selanjutnya hasil penilaian oleh ahli media didapatkan skor persentase dari tujuh aspek yang dinilai. Skor persentase setiap aspek dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Skor Persentase Penilaian Setiap Aspek Oleh Ahli Media

Berdasarkan Gambar 24. menunjukkan skor persentase tingkat kelayakan modul pada setiap aspek oleh dua ahli media. Aspek format memiliki skor persentase sebesar 95,83%. Aspek sistematika dan tata letak memiliki skor persentase sebesar 93,75%. Aspek daya tarik memiliki skor persentase sebesar 95,83%. Aspek pemilihan jenis huruf memiliki skor persentase sebesar 90,63%. Aspek ruang memiliki skor persentase sebesar 84,38%. Aspek keajekan atau keteraturan memiliki skor persentase sebesar 87,50%. Aspek teknologi *augmented reality* memiliki skor persentase sebesar 97,22%. Aspek dengan skor persentase tertinggi adalah aspek teknologi *augmented reality* dan aspek dengan skor persentase terendah adalah aspek ruang. Rendahnya skor pada aspek ruang dikarenakan pada

modul diklat yang dinilai masih belum rapih pengaturan spasi judul dengan paragraf dan tidak konsisten dalam pengaturan spasi. Saran dan perbaikan yang dilakukan untuk memperbaiki skor pada aspek ini adalah dengan memperbaiki spasi antar paragraf dan pengaturan *margin* pada halaman modul diklat.

#### **5. Respon Penilaian Modul Diklat Inspeksi Fisik Instalasi Energi Baru Terbarukan PLTS berbasis *Augmented Reality* pada Diklat Teknis Inspeksi Sistem Tenaga Listrik Oleh Peserta Diklat**

Penilaian untuk mengetahui respon modul diklat Inspeksi Fisik Instalasi Eneгри Baru Terbarukan di PPSDM KEBTKE dan aplikasi pendukung modul diklat yang dikembangkan pada perangkat seluler dengan sistem operasi android berbaris *Augmented Reality (AR)* dilakukan oleh peserta diklat yang berjumlah 10 orang peserta diklat dari di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi (PPSDM KEBTKE), Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral yang selanjutnya disebut sebagai responden. Penilaian ini menggunakan instrumen angket sebanyak 44 butir dengan interval skala *Likert* satu sampai empat. Aspek yang digunakan ada lima, antara lain: standar isi dalam modul, standar pengajian dalam modul, standar grafik dalam modul, standar bahsa penulisan dalam modul, serta aplikasi dan teknologi *Augmented Reality (AR)*. Aspek standar isi dalam modul terdiri dari 10 butir, standar pengajian dalam modul

terdiri dari 14 butir, standar grafik dalam modul terdiri dari 8 butir, standar bahasa penulisan dalam modul terdiri dari 7 butir, dan teknologi *Augmented Reality* terdiri dari 5 butir. Penilaian modul diklat oleh sepuluh orang responden pada aspek standar isi dalam modul (A), standar pengajian dalam modul (B), standar grafik dalam modul (C), standar bahasa penulisan dalam modul (D), serta aplikasi dan teknologi *Augmented Reality* (AR) (E) sesuai dengan tabel berikut.

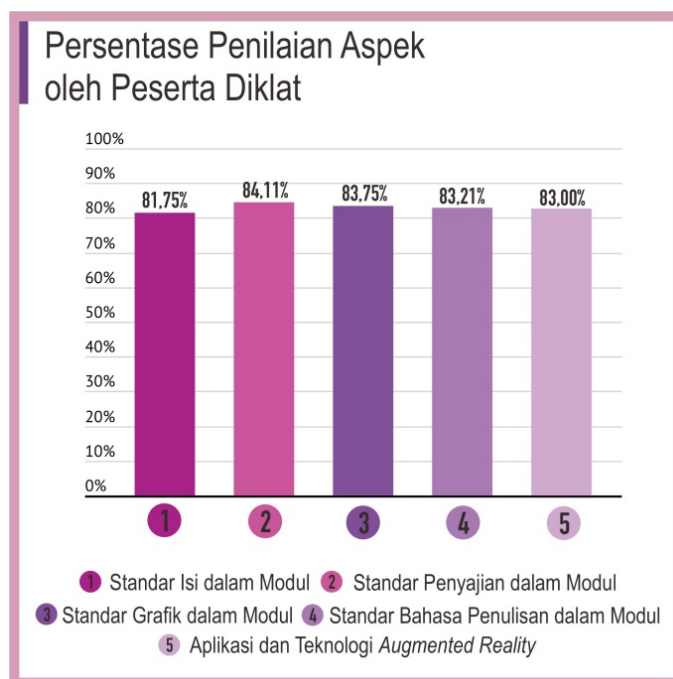
**Tabel 33. Penilaian Respon Peserta Diklat**

No	Aspek	Rerata Skor	Kategori
1.	Standar Isi dalam Modul	32,7	Sangat Baik
2.	Standar Penyajian dalam Modul	47,1	Sangat Baik
3.	Standar Grafik dalam Modul	26,8	Sangat Baik
4.	Standar Bahasa Penulisan dalam Modul	23,3	Sangat Baik
5.	Aplikasi dan Teknologi <i>Augmented Reality</i>	16,6	Sangat Baik
<b>Total Skor</b>		<b>146,5</b>	<b>Sangat Baik</b>

Data pada Tabel 33 menunjukkan penilaian produk berupa modul diklat yang berasal dari sepuluh peserta diklat. Aspek standar isi dalam modul memiliki rerata skor 32,7 dan dikategorikan sangat layak. Aspek standar penyajian dalam modul memiliki rerata skor 47,1 dan dikategorikan sangat layak. Aspek standar grafik dalam modul memiliki rerata skor 26,8 dan dikategorikan sangat layak. Aspek standar bahasa penulisan dalam modul memiliki rerata skor 23,3 dan dikategorikan sangat layak. Aspek aplikasi dan teknologi *augmented reality* memiliki rerata skor 16,6 dan dikategorikan sangat layak. Skor rerata secara keseluruhan pada modul diklat inspeksi fisik

instalasi PLTS berbasis *augmented reality* pada diklat teknis sistem tenaga listrik oleh ahli media adalah 146,5 dan dikategorikan sangat layak.

Selanjutnya hasil penilaian oleh peserta diklat didapatkan skor persentase dari kelima aspek yang dinilai. Skor persentase setiap aspek dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Skor Persentase Respon Penilaian Setiap Aspek Oleh Peserta Diklat

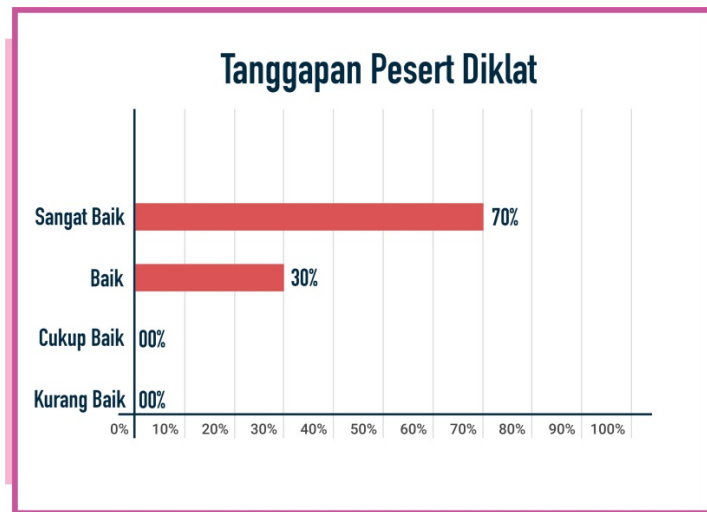
Berdasarkan Gambar 25. menunjukkan skor persentase respon penilaian modul pada setiap aspek oleh peserta diklat. Aspek standar isi dalam modul memiliki skor persentase sebesar 81,75%. Aspek standar penyajian dalam modul memiliki skor persentase sebesar 84,11%. Aspek standar grafik dalam modul memiliki skor persentase sebesar 83,75%. Aspek standar bahasa penulisan dalam modul

memiliki skor persentase sebesar 83,21%. Aspek aplikasi dan teknologi *augmented reality* memiliki skor persentase sebesar 83,00%. Aspek dengan skor persentase tertinggi adalah aspek standar penyajian dalam modul dan aspek dengan skor persentase terendah adalah aspek standar isi dalam modul. Rendahnya skor pada aspek standar isi dalam modul dikarenakan materi yang berkaitan dengan tujuan, manfaat, indikator keberhasilan, dan cakupan materi diklat masih belum sesuai, kurang spesifik, dan beberapa materi belum diperbarui. Saran dan perbaikan yang dilakukan untuk memperbaiki skor pada aspek ini adalah dengan dibuatkan rencana pembelajaran mata diklat, sehingga materi yang diajarkan tidak langsung turun dari kurikulum dan silabus. Selain itu, untuk materi diperbarui pada bagian lembar inspeksi dan gambar-gambar pendukung yang terbaru.

Data pada respon peserta diklat tentang pengembangan modul diklat inspeksi fisik instalasi PLTS berbasis *augmented reality* ini mendapatkan tanggapan sangat baik. Berikut tabel persebaran tanggapan peserta diklat.

**Tabel 34. Persebaran Tanggapan Peserta Diklat**

Interval Skor	Kategori	Frekuensi	Presentase
$176 > x \geq 143$	Sangat Baik	7	70%
$143 > x \geq 110$	Baik	3	30%
$110 > x \geq 77$	Cukup Baik	0	0%
$77 > x \geq 44$	Kurang Baik	0	0%



Gambar 26. Tanggapan Peserta Diklat

Tabel dan gambar tersebut menjelaskan persebaran tanggapan yang diberikan peserta diklat tentang modul diklat hasil pengembangan. Dari sepuluh responden, tujuh diantaranya menyatakan bahwa modul diklat inspeksi fisik instalasi PLTS berbasis *augmented reality* sangat baik dan tiga responden menyatakan bahwa modul diklat pada kategori baik.

#### 6. Analisis SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities, Threat*)

Produk penelitian yang berupa modul diklat inspeksi fisik instalasi PLTS berbasis *augmented reality* tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan, sehingga diperlukan tahap analisis terkait aspek kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang muncul ketika modul diklat digunakan bersamaan dengan modul diklat yang serupa. Berikut merupakan rangkuman analisis SWOT pada modul diklat inspeksi fisik instalasi PLTS berbasis *augmented reality* yang dikembangkan:



**Tabel 35. Analisis SWOT Produk**

No.	Aspek		Indikator
1.	<i>Strength</i>	a.	Modul diklat ini dikembangkan dan disusun kembali dengan desain modul yang lebih menarik dan penambahan ilustrasi gambar yang menarik dan sesuai.
		b.	Modul diklat ini disusun lebih spesifik dari segi materi, yaitu pembahasan inspeksi pada PLTS saja.
		c.	Modul diklat ini disusun sesuai dengan pedoman penyusunan modul oleh Widyaishwara.
		d.	Terdapat penambahan materi tentang PLTS di Indonesia, Jenis perlindungan instalasi PLTS, dan ditambah dengan contoh laporan inspeksi PLTS.
		e.	Dilengkapi dengan teknologi <i>Augmented Reality</i> .
		f.	Terdapat peta kedudukan modul, deskripsi singkat modul, glosarium, dan lembar latihan yang lebih variatif.
		g.	Modul diklat ini masih dapat digunakan tanpa mengoperasikan aplikasi i2P pada <i>smartphone</i> .
2.	<i>Weakness</i>	a.	Perlu diuji keefektivitasan modul diklat, karena pada penelitian ini modul hanya diuji kelayakan saja.
		b.	Materi dan tujuan pembelajaran perlu untuk dilakukan perbaruan dan didukung dengan ilustrasi gambar yang lebih sesuai.
3.	<i>Opportunities</i>	a.	Modul diklat yang dikembangkan dapat dilakukan uji efektivitas pada diklat yang lain dan sejenis, sehingga modul diklat hasil pengembangan ini dapat terus berkembang.
4.	<i>Threat</i>	a.	Ancaman pada bagian materi, jika terdapat modul sejenis dengan substansi materi terbaru, karena modul terbaru memuat materi yang lebih baru dan <i>fresh</i> .

### **E. Keterbatasan Penelitian**

Penelitian yang dilaksanakan telah sesuai dengan prosedur penelitian ilmiah yang berlaku, namun masih terdapat beberapa keterbatasan yang dimiliki oleh peneliti, antara lain:

1. Tahap uji coba modul diklat terbatas pada uji kelayakan modul yang dikembangkan.
2. Jarak yang jauh antara tempat tinggal peneliti dan tempat penelitian, menghasilkan ruang gerak yang terbatas untuk dapat mengakses berkas atau berkomunikasi secara langsung dengan pembimbing dari pihak PPSDM KEBTKE.
3. Modul diklat belum memuat beberapa materi terkait inspeksi yang lebih mendalam, seperti perhitungan pada masing-masing komponen instalasi PLTS.