

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Pembelajaran**

Pembelajaran adalah upaya untuk memperoleh keterampilan, pengetahuan dan nilai-nilai positif yang melibatkan seseorang yang menggunakan berbagai sumber untuk belajar (Riyana, 2009: 5). Pembelajaran adalah proses yang terdapat adanya interaksi yang dilakukan oleh peserta didik dengan pendidik didalam suatu lingkungan belajar yang terdapat sumber belajar (Daryanto, 2013: 191-192).

Berdasarkan pendapat para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran merupakan suatu interaksi antara pendidik dengan peserta didik dan sumber belajar guna memperoleh ilmu pengetahuan atau keterampilan.

##### **2. Media Pembelajaran**

###### **a. Pengertian Media Pembelajaran**

Menurut Arsyad (2017:10) pengertian media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyampaikan atau informasi dalam proses belajar mengajar sehingga dapat merangsang perhatian dan minat siswa dalam belajar. Sedangkan menurut Munadi (2013: 7-8) media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat menyampaikan dan menyalurkan pesan dari sumber secara terencana sehingga tercipta lingkungan belajar yang kondusif sehingga penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien.

Bersarkan pendapat para ahli tersebut, dapat disimpulkan media pembelajaran merupakan perantara untuk menyalurkan informasi atau materi pembelajaran dari pendidik kepada peserta didik.

#### **b. Manfaat Media Pembelajaran**

Manfaat media pembelajaran menurut Sadiman (2003:17-18) yaitu; (1) memperjelas penyajian pesan (verbalistik), (2) mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan daya indera, (3) mengatasi sikap pasif siswa, yaitu dapat menimbulkan gairah belajar, memungkinkan interaksi yang lebih langsung antara siswa dengan lingkungan dan kenyataannya serta memungkinkan siswa belajar sendiri menurut kemampuan dan minatnya, (4) mengatasi masalah pembelajaran karena perbedaan pengalaman dan lingkungan sedangkan kurikulum yang harus ditempuh oleh siswa sama sehingga media pembelajaran dapat memberikan perangsang, pengalaman dan menimbulkan persepsi yang sama.

Menurut Riyana (2009:13-14) manfaat media pembelajaran secara umum yaitu; (1) memperjelas pesan yang disampaikan agar tidak terlalu verbalistik, (2) dapat mengatasi keterbatasan waktu, ruang dan daya indera, (3) dapat menimbulkan semangat belajar dan dapat memungkinkan untuk dapat berinteraksi langsung antara peserta didik dengan sumber belajar, (4) memungkinkan anak/peserta didik untuk dapat belajar secara mandiri sesuai bakat dan kemampuannya, (5) dapat memberikan kesamaan rangsangan, pengalaman dan persepsi.

Manfaat media pembelajaran menurut Arsyad (2017: 29) yaitu; (1) dapat memperjelas pesan dan informasi sehingga dapat meningkatkan hasil belajar

peserta didik, (2) dapat menarik perhatian peserta didik sehingga dapat memotivasi, berinteraksi secara langsung dan dapat belajar secara mandiri, (3) dapat mengurangi keterbatasan indera, waktu dan ruang seperti halnya memperjelas gambar kecil maupun besar sehingga dapat terlihat dengan ukuran yang sesuai, (4) dapat memberikan kesamaan pada peristiwa yang terjadi dilingkungan sekitar.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran bermanfaat untuk mempermudah pembelajaran, memperjelas penyajian, mengatasi keterbatasan ruang dan waktu serta daya indra, membangkitkan motivasi belajar, mengatasi sikap pasif peserta didik dan meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap suatu materi yang disampaikan.

### **c. Jenis Media Pembelajaran**

Berdasarkan perkembangan teknologi Kustandi & Sutjipto (2013: 29) mengelompokan media pembelajaran menjadi 4 yaitu; (1) media hasil dari teknologi cetak, (2) media hasil dari teknologi audio-visual, (3) media hasil dari teknologi yang berdasarkan komputer, dan (4) media hasil dari gabungan teknologi cetak dan komputer. Menurut Arsyad (2017:31) berdasarkan perkembangan teknologi jenis media pembelajaran juga dapat dikelompokan menjadi empat yaitu; (1) media hasil dari teknologi cetak, (2) media hasil dari teknologi audio-visual, (3) media hasil dari teknologi yang berdasarkan komputer, dan (4) media hasil dari gabungan teknologi cetak dan komputer. Penjelasannya adalah sebagai berikut:

1) Media hasil dari teknologi cetak

Media dari hasil teknologi cetak adalah media yang cara untuk menghasilkan atau menyampaikan materi, seperti buku dan materi visual statis terutama melalui proses pencetakan mekanis atau fotografis. Kelompok media dari hasil teknologi cetak meliputi teks, grafik, fotografi atau representasi fotografik dan reproduksi.

2) Media hasil dari teknologi audio-visual

Media dari hasil teknologi audio-visual adalah media yang cara untuk menghasilkan atau menyampaikan materi dengan menggunakan mesin-mesin mekanis dan elektronik untuk menyajikan pesan-pesan audio dan visual. Pengajaran melalui audio-visual bercirikan memakai perangkat seperti, mesin proyektor dan tape recorder.

3) Media hasil dari teknologi komputer

Media hasil dari teknologi komputer merupakan media yang cara menghasilkan atau menyampaikan materi dengan menggunakan sumber-sumber yang berbasis mikroprosesor. Perbedaan antara media yang dihasilkan oleh teknologi komputer dengan yang dihasilkan dari kedua teknologi lainnya adalah karena informasi/materi disimpan dalam bentuk digital, bukan dalam bentuk cetakan atau visual. Pada dasarnya teknologi berbasis komputer menggunakan layar kaca untuk menyajikan informasi kepada siswa.

4) Media hasil dari gabungan teknologi cetak dan komputer

Media hasil dari gabungan teknologi cetak dan komputer merupakan media yang cara untuk menghasilkan dan menyampaikan materi yang

menggabungkan pemakaian beberapa bentuk media yang dikendalikan oleh komputer.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas dapat disimpulkan bahwa jenis media pembelajaran berdasarkan perkembangan teknologi terbagi menjadi empat yaitu (1) media hasil dari teknologi cetak, (2) media hasil dari teknologi audio-visual, (3) media hasil dari teknologi yang berdasarkan komputer, dan (4) media hasil dari gabungan teknologi cetak dan komputer. suplemen pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini termasuk dalam jenis media hasil dari gabungan teknologi cetak dan komputer, yaitu berupa buku suplemen (hasil teknologi cetak) dan aplikasi pendukung *augmented reality* (hasil teknologi komputer).

### **3. Buku Suplemen**

#### **a. Pengertian Buku Suplemen/Buku Pengayaan/Buku Pelengkap**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) menjelaskan pengertian suplemen adalah sesuatu yang ditambahkan untuk melengkapi. Buku pengayaan adalah buku yang memuat materi yang dapat memperkaya buku teks pendidikan dasar, menengah dan perguruan tinggi (Permendiknas No.2 Tahun 2008). Buku pengayaan adalah buku untuk memperkaya pengetahuan peserta didik dan guru (Permendikbud No.33 Tahun 2008). Menurut departemen pendidikan nasional (2008:8), bahan ajar suplementer/suplemen adalah bahan ajar yang tujuannya untuk memperkaya, menambah ataupun memperdalam isi kurikulum. Sedangkan menurut Maryam (2012:46) buku suplemen berfungsi untuk memperkaya subjek tertentu.

Berdasarkan dari beberapa pengertian buku suplemen/pengayaan yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa buku suplemen adalah buku yang materinya tidak terpaku dengan kurikulum, berisi informasi yang dapat melengkapi buku pokok/paket yang digunakan oleh guru/pendidik dan peserta didik dalam proses pembelajaran.

#### **b. Elemen Mutu Buku Suplemen**

Buku suplemen merupakan media pembelajaran hasil dari teknologi cetak atau berbasis cetak/cetakan. Menurut Arsyad (2017: 85-87) media berbasis cetakan menuntut enam elemen yang perlu diperhatikan pada saat merancang, yaitu: konsisten, format, organisasi, daya tarik, ukuran huruf, dan penggunaan spasi kosong.

##### **1) Konsistensi**

Konsistensi mencakup: (a) konsistensi bentuk dan huruf dari awal hingga akhir, (b) konsistensi jarak spasi, (c) konsistensi tata letak dan pengetikan baik pola pengetikan maupun margin/batas-batas pengetikan.

##### **2) Format**

Format mencakup: (a) format kolom dibuat tunggal atau multi disesuaikan dengan bentuk dan ukuran kertas yang digunakan, (b) format kertas vertikal/horizontal disesuaikan dengan tata letak dan format pengetikan, (c) tanda-tanda (ikon) yang digunakan mudah dilihat dengan cepat yang bertujuan untuk menekankan pada hal-hal yang dianggap penting atau khusus.

### 3) Organisasi

Organisasi memuat: (a) tampilan peta/bagian menggambarkan cakupan materi yang akan dibahas, (b) isi materi pembelajaran urut dan disusun secara sistematis, (c) naskah, gambar, dan ilustrasi disusun sedemikian rupa sehingga informasi mudah dimengerti oleh siswa/peserta didik, (d) antar unit, antar paragraf, dan antar bab disusun dalam alur yang memudahkan siswa memahaminya, (e) antara judul, sub judul, dan uraian diorganisasikan agar mudah diikuti oleh siswa,

### 4) Daya tarik

Daya tarik memuat: (a) sampul depan mengkombinasikan warna, gambar/ilustrasi, bentuk dan ukuran huruf yang sesuai, (b) isi menempatkan rangsangan-rangsangan berupa gambar/ilustrasi, huruf tebal, miring, garis bawah atau warna, (c) tugas dan latihan dikemas sedemikian rupa.

### 5) Bentuk dan ukuran huruf

Bentuk dan ukuran huruf memuat: (a) bentuk dan ukuran huruf mudah dibaca sesuai dengan karakteristik umum siswa, (b) perbandingan huruf proporsional antara judul, sub judul, dan isi naskah, (c) tidak menggunakan huruf kapital untuk seluruh teks, karena dapat membuat proses membaca menjadi sulit.

### 6) Penggunaan ruang/spasi kosong

Penggunaan ruang/spasi kosong memuat: (a) batas tepi (margin), (b) spasi antar kolom, (c) pergantian antar paragraf, (d) pergantian antar bab atau bagian.

Daryanto (2013:13-15) juga menyebutkan ada enam elemen mutu yaitu format, organisasi, daya tarik, bentuk dan ukuran huruf, ruang (spasi kosong), dan konsistensi. Masing-masing penjabaran dari enam elemen mutu diuraikan sebagai berikut:

#### 1) Format

Format yang dimaksud adalah format kolom (tunggal atau multi) yang proporsional, harus disesuaikan dengan bentuk dan ukuran kertas yang digunakan. Format kertas (vertikal atau horisontal) yang tepat, harus memperhatikan tata letak dan format pengetikan. Tanda-tanda (icon) yang mudah ditangkap dan bertujuan untuk menekankan pada hal-hal yang dianggap penting atau khusus.

#### 2) Organisasi

Organisasi mencakup menampilkan peta/bagan yang menggambarkan isi. Isi materi pembelajaran dengan urutan yang sistematis. Penempatan naskah, gambar dan ilustrasi sedemikian rupa agar mudah dimengerti. Pengorganisasian antar bab, antar unit dan antar paragraf dengan susunan yang mudah untuk dipahami. Pengorganisasian antar judul, sub judul dan uraian yang mudah diikuti peserta didik.

#### 3) Daya Tarik

Daya tarik memuat bagian sampul depan dengan warna, gambar (ilustrasi), bentuk dan ukuran huruf yang serasi. Penempatan rangsangan-rangsangan berupa gambar atau ilustrasi, cetakan huruf tebal, miring, garis



bawah atau warna pada bagaian isi. Terdapat tugas dan latihan yang dikemas sedemikian rupa sehingga menarik.

#### 4) Bentuk dan Ukuran Huruf

Penggunaan bentuk dan ukuran huruf yang mudah dibaca, perbandingan huruf yang proporsional antara judul, sub judul dan isi naskah, serta menghindari penggunaan huruf kapital untuk seluruh teks.

#### 5) Ruang (spasi kosong)

Ruang spasi kosong adalah ruang kosong tanpa naskah atau gambar untuk menambah kontras penampilan, spasi kosong dapat berfungsi untuk menambahkan catatan penting dan memberikan kesempatan jeda, penempatan ruang spasi kosong harusah proporsional, penempatan ruang spasi kosong dapat dilakukan pada beberapa tempat seperti ruang sekitar judul bab dan sub bab, baris tepi margin; baris tepi yang luas memaksa perhatian peserta didik untuk masuk ke tengah-tengah halaman, spasi antar kolom; semakin lebar kolomnya maka semakin luas spasi diantaranya, pergantian antar paragraf dimulai dengan huruf kapital, dan pergantian antar bab atau bagian.

#### 6) Konsistensi

Konsistensi dalam elemen mutu mencakup penggunaan bentuk dan huruf secara konsisten pada saat pengetikan. Usahakan tidak menggabungkan beberapa cetakan dengan bentuk dan ukuran huruf yang terlalu banyak variasi. Selain itu jarak spasi antara judul dengan baris pertama, dan antara judul dengan teks utama, serta penempatan tata letak pengetikan margin atau batas- batas pengetikan juga harus konsisten.

### **c. Kelayakan Buku Suplemen**

Di dalam buletin Badan Standar Nasional Pendidikan Vol. II/No. 1/Januari 2007 dijelaskan tentang empat komponen, yaitu kebahasaan, penyajian, kegrafikan, dan kelayakan isi, yang merupakan komponen penilaian buku yang benar. Kelayakan isi buku suplemen juga dapat dilakukan oleh suatu penilaian. Penilaian ini bertujuan mengetahui kualitas buku yang dikembangkan. Depdiknas (2008: 28) menyatakan komponen evaluasi terdiri dari:

#### **1) Komponen kelayakan isi**

Komponen kelayakan isi mencakup antara lain: kebenaran substansi materi pembelajaran, kesesuaian dengan SK, KD, manfaat untuk penambahan wawasan, kesesuaian dengan nilai moral dan sosial, serta kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar.

#### **2) Komponen kebahasaan**

Komponen kebahasaan antara lain mencakup: kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar, keterbacaan, kejelasan informasi, dan pemanfaatan bahasa secara efektif dan efisien (jelas dan singkat).

#### **3) Komponen penyajian**

Komponen penyajian antara lain mencakup: daya tarik, pemberian motivasi, kelengkapan informasi, interaksi (pemberian stimulus dan respon), urutan sajian, dan kejelasan tujuan (indikator) yang ingin dicapai.

#### **4) Komponen kegrafikan**

Komponen kegrafikan mencakup: penggunaan *font*; jenis dan ukuran; layout atau tata letak; ilustrasi, gambar, foto; desain tampilan.

#### 4. *Augmented Reality*

Menurut Andriyadi (2011: 3) *Augmented Reality* atau dalam bahasa Indonesia disebut realitas tertambah adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut secara real-time.

Menurut (Mustaqim, 2016: 2) *Augmented Reality* (AR) merupakan sebuah konsep menggabungkan dunia maya dengan dunia nyata untuk menghasilkan informasi dari data yang diambil dari sebuah sistem pada objek nyata yang ditunjuk sehingga batas antara keduanya menjadi semakin tipis. AR dapat menciptakan interaksi antara dunia nyata dengan dunia maya, semua informasi dapat ditambahkan sehingga informasi tersebut ditampilkan secara *realtime* seolah-olah informasi tersebut menjadi interaktif dan nyata.

Menurut Azuma (1997: 2) ada tiga prinsip dari *Augmented Reality* yaitu yang pertama *Augmented Reality* merupakan penggabungan lingkungan nyata dan virtual, yang kedua berjalan secara *realtime*, dan yang ketiga terdapat integrasi antar benda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam lingkungan nyata. Ada 2 macam metode diterapkan dalam pembuatan *Augmented Reality*, metode tersebut adalah:

##### a) *Marker Based Tracking*

*Marker Based Tracking* biasanya merupakan suatu ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batasan hitam tebal dan latar belakang yang bewarna putih. Pada komputer dapat mengenali posisi dan orientasi objek marker tersebut serta menciptakan sebuah dunia 3D yaitu (0,0,0) dan sumbu yang terdiri dari X, Y dan

*Z. Marker Based Tracking* ini sudah lama dikembangkan sejak tahun 1980an dan mulai dikembangkan dalam penggunaan *Augmented Reality*. Menurut Lyu (2012: 17) *Augmented Reality* dengan metode *Marker Based Tracking* atau pelacakan berbasis penanda biasanya menggunakan fitur kamera perangkat seluler untuk menganalisis penanda yang ditangkap dalam video. Selain itu, informasi pose penanda terkadang berguna agar pengguna dapat memindahkan perangkat untuk melihat model virtual dalam sudut yang berbeda.

*b) Markeless Augmented Reality*

Salah satu metode yang digunakan pada *augmented reality* yang sampai saat ini berkembang adalah dengan menggunakan metode *markeless augmented reality*, dengan metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah marker untuk menampilkan elemen-elemen digital. Macam-macam teknik yang dapat digunakan dengan menggunakan metode tersebut antara lain *face tracking*, *3D object tracking*, *motion tracking*, dan *GPS tracking*.

Berdasarkan uraian di atas, pengembangan media pembelajaran pada penelitian ini menggunakan teknologi *Augmented Reality* dengan metode *marker based tracking* (pelacakan berbasis penanda).

## **5. Pengujian Kotak Hitam**

Menurut Rosa (2016: 275) pengujian kotak hitam (*black box testing*) yaitu menguji perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian tersebut dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi, masukan, dan keluaran dari perangkat lunak sudah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.

Menurut Rizky (2011: 264) pengujian kotak hitam (*black box testing*) adalah jenis pengujian yang hanya memandang perangkat lunak dari sisi spesifikasi dan kebutuhan yang telah didefinisikan pada saat awal perancangan. Sedangkan menurut Pressman (2002: 551) pengujian kotak hitam (*black box testing*) adalah pengujian yang berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak.

Berdasarkan uraian dari pendapat para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa pengujian kotak hitam (*black box testing*) merupakan pengujian fungsional dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan tanpa harus menguji desain dan kode program.

## **6. Penelitian Pengembangan**

Menurut Sugiyono (2017: 407) yang dimaksud dengan penelitian pengembangan adalah suatu metode yang digunakan untuk mendapatkan suatu hasil produk tertentu, serta menguji keefektifan dari produk tersebut. Sedangkan menurut Soenarto (2008: 1) penelitian pengembangan yaitu penelitian yang memiliki tujuan menghasilkan dan mengembangkan prototipe, desain, materi pembelajaran, media, strategi, pembelajaran, alat evaluasi pendidikan dan sebagainya.

Pada penelitian pengembangan ini, peneliti menggunakan model pengembangan ADDIE. Mulyatiningsih (2011: 199) menyebutkan model pengembangan ADDIE merupakan singkatan dari *Analyze, Design, Development, Implementation*, dan *Evaluation*. Model ini dikembangkan oleh Dick and Carry (1996). Model pengembangan ini dapat digunakan untuk berbagai macam bentuk

pengembangan produk seperti model, strategi pembelajaran, metode pembelajaran, media dan bahan ajar. Kegiatan model pengembangan ADDIE dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Model Pengembangan ADDIE

<b>Tahap</b>	<b>Aktivitas</b>
<i>Analyze</i>	Pra perencanaan: pemikiran tentang produk (model, metode, media, bahan ajar) baru yang akan dikembangkan. Mengidentifikasi produk yang sesuai dengan sasaran peserta didik, tujuan belajar, mengidentifikasi isi/materi pembelajaran. Mengidentifikasi lingkungan belajar dan strategi pentampaian dalam pembelajaran.
<i>Design</i>	Merancang konsep produk baru di atas kertas. Merancang perangkat pengembangan produk baru.
<i>Development</i>	Mengembangkan perangkat produk Membuat instrumen untuk mengukur kinerja produk
<i>Implementation</i>	Memulai menggunakan produk baru dalam pembelajaran atau lingkungan yang nyata.
<i>Evaluation</i>	Melihat kembali dampak pembelajaran dengan cara yang kritis. Mengukur ketercapaian tujuan pengembangan produk. Mengukur apa yang telah mampu dicapai oleh sasaran. Mencari informasi apa saja yang dapat membuat peserta didik mencapai hasil dengan baik.

## 7. Mata Kuliah Proteksi Tenaga Listrik

Mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik merupakan salah mata kuliah pada jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Secara umum pada mata kuliah ini membahas tentang proteksi pada sistem tenaga listrik.

Materi yang diajarkan dalam mata kuliah ini meliputi, filosofi sistem proteksi tenaga listrik, relai proteksi, sistem proteksi pada generator, sistem

proteksi pada transformator, sistem proteksi pada jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik, perencanaan sistem proteksi generator dan transformator, serta perencanaan sistem proteksi jaringan transmisi, distribusi dan gedung.

Sistem proteksi tenaga listrik pada umumnya terdiri dari beberapa komponen yang di rancang untuk mengidentifikasi kondisi sistem tenaga listrik dan bekerja berdasarkan informasi yang diperoleh dari sistem tersebut seperti arus, tegangan atau sudut fasa antara keduanya. Informasi yang diperoleh dari sistem tenaga listrik akan digunakan untuk membandingkan besarnya dengan besaran ambang-batas pada peralatan proteksi. Apabila besaran yang diperoleh dari sistem melebihi setting ambang batas peralatan proteksi, maka sistem proteksi akan bekerja untuk mengamankan kondisi tersebut. Peralatan proteksi pada umumnya terdiri dari beberapa elemen yang dirancang untuk mengamati kondisi sistem dan melakukan suatu tindakan berdasarkan kondisi sistem yang diamatinya. Beberapa komponen proteksi tenaga listrik yaitu sebagai berikut:

a) Relai Arus Lebih



Gambar 1. Relai Arus Lebih  
(Sumber: Ebay.com)

Pada generator relai arus lebih berfungsi untuk mendeteksi arus lebih yang mengalir dalam kumparan stator generator. Sedangkan pada transformator relai arus lebih berfungsi untuk melindungi transformator terhadap arus lebih yang

dapat terjadi karena pembebanan yang berlebihan dan melindungi terhadap gangguan hubung singkat antar fasa baik diluar maupun di dalam transformator .

b) Relai Diferensial



Gambar 2. Relai Diferensial  
(Sumber: Selinc.com)

Pada generator relai diferensial digunakan untuk mengamankan generator dari kerusakan akibat adanya gangguan internal pada kumparan stator seperti hubung singkat (*short circuit*) antar fasa atau fase ke tanah. Prinsip kerja dari relai diferensial adalah dengan membandingkan arus pada sisi primer dan sisi sekunder. Sedangkan fungsi relai diferensial pada transformator tenaga adalah mengamankan transformator dari gangguan dari dalam (internal) seperti hubung singkat yang terjadi di dalam transformator, antara lain hubung singkat antara kumparan dengan kumparan, atau antara kumparan dengan tangki.

c) Relai Jarak



Gambar 3. Relai Jarak  
(Sumber: Selinc.com)

Relai jarak merupakan salah satu jenis relai proteksi yang digunakan sebagai pengaman pada saluran transmisi karena kemampuannya dalam



menghilangkan gangguan (*fault clearing*) dengan cepat dan penyetelannya yang relatif lebih mudah. Pada prinsipnya, relai jarak mengukur nilai arus dan nilai tegangan pada suatu titik tertentu sehingga diperoleh nilai impedansi ( $Z = V/I$ ), kemudian membandingkan dengan nilai setting impedansi dari relai jarak ini untuk menentukan apakah relai harus bekerja atau tidak. Pada waktu Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) terdapat gangguan, maka relai jarak akan melihat turunnya nilai impedansi dari SUTT tersebut, kemudian relai jarak akan bekerja.

d) Arrester



Gambar 4. Arrester Jenis Oksida Film  
(Sumber: Dir.indiamart.com)

*Arrester* atau penangkap petir berfungsi untuk melindungi peralatan sistem tenaga listrik terhadap tegangan lebih yang disebabkan oleh surja petir atau surja hubung (*switching surge*). *Arrester* bersifat sebagai *by-pass* yang membentuk jalan yang mudah dilalui oleh arus kilat/petir ke sistem pentanahan sehingga tidak menimbulkan tegangan lebih yang tinggi dan tidak merusak isolasi peralatan listrik. Pada keadaan normal *arrester* berlaku sebagai isolator. Jika timbul tegangan surja alat ini akan bersifat sebagai konduktor yang tahanannya relatif rendah, sehingga dapat mengalirkan arus yang tinggi ke tanah.

e) Pengaman Lebur (*Fuse Cut Out*)



Gambar 5. *Fuse Cut Out*  
(Sumber: Fuse-cutout.com)

*Fuse Cut Out* (FCO) adalah suatu alat pengaman yang melindungi jaringan terhadap arus beban lebih (*over load current*) yang mengalir melebihi dari batas maksimum yang disebabkan karena hubung singkat (*short circuit*) atau beban lebih (*over load*). Konstruksi dari *fuse cut out* ini jauh lebih sederhana bila dibandingkan dengan pemutus beban (*circuit breaker*) yang terdapat di Gardu Induk (*sub-station*). *Fuse cut out* hanya dapat memutuskan satu saluran kawat jaringan di dalam satu alat. Apabila diperlukan pemutus saluran tiga fasa maka dibutuhkan *fuse cut out* sebanyak tiga buah.

## **B. Kajian Penelitian yang Relevan**

Penelitian pengembangan yang relevan dilakukan oleh Eka Legya Frannita (2015) dengan judul “Pengembangan dan Analisis Media Pembelajaran Perakitan Komputer Berbasis *Augmented Reality* Untuk *Platform* Android Di SMK YPKK 1 Sleman”. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mengembangkan media pembelajaran perakitan komputer berbasis *Augmented Reality* untuk *Platform* Android; 2) mengetahui hasil pengujian kualitas media pembelajaran perakitan komputer berbasis *augmented reality* untuk *platform* Android berdasarkan standar

ISO 9126 yang meliputi aspek *functionality*, *efficiency*, *usability*, *maintainability*, dan materi. Hasil penelitian (uji materi dan uji kualitas software berdasarkan ISO 9126), media pembelajaran perakitan komputer memiliki kualitas aspek *functionality* kriteria “Sangat Baik”, *efficiency* dengan *Testdroid* menunjukkan skala kualitas “Baik”, *usability* menghasilkan nilai *alpha cronbach* 0,98 (Sangat Tinggi), *maintainability* dengan perhitungan volume dan *duplication code* menunjukkan skala “Baik”, dan pengujian materi memperoleh kriteria “Sangat Baik”.

Penelitian pengembangan yang dilakukan oleh Chandra Anang Sutrisna (2018) dengan judul “Pengembangan Modul Interaktif Berteknologi *Augmented Reality* Sebagai Media Belajar Pengenalan Komponen Dasar Elektronika Untuk Siswa SMK”. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menghasilkan produk akhir berupa media modul interaktif berteknologi *Augmented Reality*, 2) mengetahui tingkat kelayakan modul interaktif berteknologi *Augmented Reality*. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Dick and Carry (1996) dan model pengembangan *waterfall*. Pada penelitian ini menghasilkan produk berupa modul dan aplikasi pendukung berteknologi *Augmented Reality*. Hasil dari penelitian ini didapat tingkat kelayakan produk yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat layak.

Penelitian yang dilakukan oleh Medina Rendani Sabana (2015) dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* Pada Materi Volum dan Luas Permukaan Bangun Ruang Sisi Datar Untuk Siswa Kelas VIII”. Berdasarkan penilaian oleh validator yang terdiri dari ahli media, ahli

materi, dan guru, diperoleh kesimpulan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* pada materi volume dan luas permukaan bangun ruang sisi datar ditinjau dari aspek kevalidan adalah valid dengan skor 4,7 dari skor maksimal 5, aspek kepraktisan adalah praktis dengan skor 3,23 dari skor maksimal 4, dan aspek keefektifan adalah efektif berdasarkan hasil tes belajar siswa dengan rata-rata klasikal lebih dari KKM yang ditentukan, yaitu 80.

Berdasarkan uraian di atas, persamaan penelitian yang relevan dengan penelitian ini antarlain; 1) persamaan dalam jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*), 2) persamaan menggunakan model pengembangan ADDIE yang menghasilkan suatu produk sebagai media pembelajaran, 3) persamaan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* dalam media pembelajaran yang dikembangkan, 4) persamaan tujuan penelitian untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan.

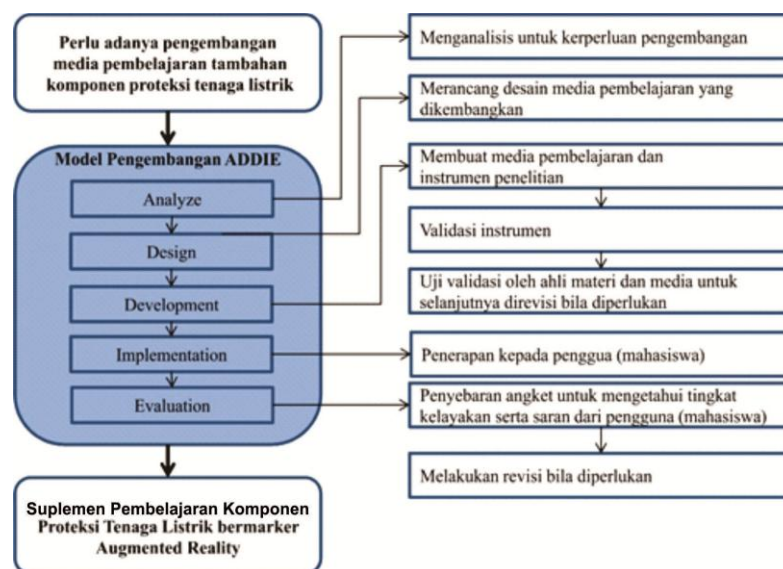
### **C. Kerangka Pikir**

Pengembangan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *Augmented Reality* timbul atas beberapa permasalahan yang terdapat pada mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik. Permasalahan tersebut antara lain; materi media pembelajaran sistem proteksi tenaga listrik yang digunakan belum lengkap, khususnya tentang komponen proteksi pada proteksi tenaga listrik, dan belum adanya media pembelajaran tambahan tentang komponen proteksi tenaga listrik.

Suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *Augmented Reality* berupa buku suplemen yang dilengkapi dengan aplikasi

pendukung yang mengadopsi teknologi *Augmented Reality*. Buku suplemen dimaksudkan untuk menyajikan materi komponen proteksi tenaga listrik dan aplikasi pendukung digunakan untuk menampilkan objek 3 dimensi dari gambar di dalam buku yang dijadikan marker. Pengembangan suplemen pembelajaran ini menggunakan model pengembangan ADDIE dengan 5 tahapan meliputi, (1) analisis, (2) desain, (3) pengembangan, (4) penerapan/uji coba, dan (5) evaluasi.

Di dalam pengembangan suplemen pembelajaran ini dilakukan pengumpulan data dengan menggunakan angket yang selanjutnya dianalisis untuk mengetahui tingkat kelayakan. Angket tersebut ditujukan kepada ahli materi, ahli media, dan mahasiswa sebagai pengguna. Setelah dinyatakan layak diharapkan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* dapat digunakan pada pembelajaran mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik. Alur kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Alur Kerangka Berpikir Penelitian

#### **D. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang sesuai untuk mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta?
2. Bagaimana unjuk kerja suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang dikembangkan untuk mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta?
3. Bagaimana tingkat kelayakan suplemen pembelajaran komponen proteksi tenaga listrik bermarker *augmented reality* yang dikembangkan untuk mata kuliah Proteksi Tenaga Listrik yang ditinjau dari ahli materi, ahli media, dan pengguna/mahasiswa di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta?