

## **BAB II**

### **MODUL ELEKTRONIK BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) PADA PRAKTIKUM IPA MATERI LISTRIK STATIS**

#### **A. Modul Elektronik**

##### **1. Pengertian Modul Elektronik**

Modul merupakan bahan ajar yang efektif dalam mencapai tujuan pembelajaran. Menurut Mulyasa (2013: 43) menyatakan bahwa modul sebagai paket belajar mandiri yang dirancang secara sistematis untuk membantu peserta didik mencapai tujuan belajar. Seiring dengan kemajuan teknologi, modul dapat disajikan dalam format digital. Modul elektronik atau e-modul merupakan tampilan informasi dalam format buku yang disajikan secara elektronik dengan menggunakan *hard disk*, *disket*, *CD*, atau *flash disk* dan dapat dibaca dengan menggunakan komputer atau alat pembaca buku elektronik. Modul elektronik adalah bahan ajar mandiri yang disusun secara sistematis ke dalam pembelajaran terkecil untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu disajikan dalam bentuk elektronik yang memuat satu materi pembelajaran.

Modul elektronik yang dapat memenuhi kebutuhan peserta didik dengan menggunakan metode pembelajaran *problem based learning* (PBL) atau mengenalkan kepada peserta didik pada suatu kasus yang memiliki keterkaitan dengan materi yang dibahas. Peserta didik akan diminta agar mencari solusi untuk menyelesaikan kasus atau masalah tersebut. Selain itu metode ini akan meningkatkan kecakapan berpartisipasi dalam tim atau kelompok. Metode ini merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang berusaha menerapkan masalah yang terjadi di dunia nyata.

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa modul elektronik) merupakan suatu media yang berupa lembar kegiatan yang memuat petunjuk dalam melakukan kegiatan pembelajaran untuk menemukan suatu konsep. Penggunaan modul elektronik akan membuat peserta didik menjadi lebih aktif mengikuti pembelajaran karena tidak hanya menjadi objek pembelajaran tetapi

juga menjadi subjek pembelajaran sehingga konsep yang dipelajari ditemukan sendiri oleh peserta didik.

## **2. Fungsi Modul Elektronik**

Berdasarkan pengertian dan penjelasan mengenai modul elektronik, dapat diketahui bahwa modul elektronik memiliki setidaknya empat fungsi menurut Prastowo (2015; 107) fungsi modul adalah:

- a. Bahan ajar mandiri. Maksudnya, penggunaan modul dalam proses pembelajaran berfungsi meningkatkan kemampuan peserta didik untuk belajar sendiri tanpa tergantung kepada kehadiran pendidik.
- b. Pengganti fungsi pendidik. Maksudnya, modul sebagai bahan ajar yang harus mampu menjelaskan materi pembelajaran dengan baik dan mudah dipahami oleh peserta didik sesuai tingkat pengetahuan dan usia mereka. Sementara fungsi penjelasan sesuatu tersebut dapat melekat pada pendidik. Maka dari itu, penggunaan modul bisa berfungsi sebagai pengganti fungsi atau peran fasilitator/pendidik.
- c. Sebagai alat evaluasi. Maksudnya, dengan modul, peserta didik dituntut untuk dapat mengukur dan menilai sendiri tingkat penguasaannya terhadap materi yang telah dipelajari. Dengan demikian, modul juga sebagai alat evaluasi.
- d. Sebagai bahan rujukan bagi peserta didik. Maksudnya, karena modul mengandung berbagai materi yang harus dipelajari oleh peserta didik, maka modul juga memiliki fungsi sebagai bahan rujukan bagi peserta didik.

## **3. Tujuan dan Manfaat Penyusunan Modul Elektronik**

Penyusunan modul elektronik sebagai bahan ajar tentunya memiliki tujuan dan manfaat dalam proses pembelajaran. Tujuan modul menurut Prastowo (2015;108) antara lain:

- a. Agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan pendidik (yang minimal).
- b. Agar peran pendidik tidak terlalu dominan dan otoriter dalam kegiatan pembelajaran.

- c. Mengakomodasi berbagai tingkat dan kecepatan belajar peserta didik. Bagi peserta didik yang kecepatan belajarnya tinggi, maka mereka dapat belajar lebih cepat serta menyelesaikan modul dengan lebih cepat pula. Dan sebaliknya bagi yang lambat, maka mereka dipersilakan untuk mengulanginya kembali.
- d. Agar peserta didik mampu mengukur sendiri tingkat penguasaan materi yang telah dipelajari.

Manfaat yang diperoleh dari penggunaan modul elektronik adalah sebagai berikut:

- a. Mengalihkan perhatian siswa dari membuka konten-konten pada smartphone dan jaringan internet yang kurang bermanfaat ke konten-konten pembelajaran yang lebih bermanfaat.
- b. Memberikan pilihan kepada peserta untuk menggali sumber belajar yang menarik, interaktif dan menjawab rasa keingintahuan mereka.
- c. Memberikan solusi kepada siswa untuk dapat memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi secara bijak dan
- d. Memberikan pilihan pada guru untuk menjawab tantangan kemajuan teknologi dan informasi suka maupun tak suka akan berdampak pada dunia pendidikan dan pembelajaran.

#### **4. Penyusunan Modul Elektronik**

Prinsip penyusunan modul sebagai bahan ajar atau materi pembelajaran yang harus diperhatikan menurut Fauzi (2015:7-8), diantaranya:

- a. Prinsip relevansi atau keterkaitan, yaitu relevan dengan pencapaian standar kompetensi dan kompetensi dasar.
- b. Prinsip konsistensi atau keajegan. Jika kompetensi dasar yang harus dikuasai siswa empat macam maka bahan ajar yang akan diajarkan juga harus meliputi empat macam.
- c. Prinsip kecukupan artinya materi yang diajarkan cukup memadai dalam membantu siswa menguasai kompetensi dasar yang akan diajarkan. Materi tidak boleh terlalu sedikit atau terlalu banyak. Jika terlalu sedikit akan kurang membantu mencapai standar kompetensi dan kompetensi dasar.

Sebaliknya, jika terlalu banyak akan membuang-buang waktu dan tenaga yang tidak perlu untuk mempelajarinya.

Mengembangkan modul elektronik sebagai bahan ajar tidak dapat dilakukan dengan sembarangan. Oleh karena itu, seorang guru yang ingin mengembangkan modul elektronik sendiri, harus mampu memahami langkah-langkah dalam penyusunannya. Berikut ini merupakan langkah-langkah penyusunan modul elektronik:

a. Menganalisis kurikulum

Analisis kurikulum merupakan langkah pertama dalam penyusunan modul elektronik. Langkah ini dimaksudkan untuk menentukan materi-materi mana yang memerlukan bahan ajar modul elektronik. Umumnya, penentuan materi dilakukan berdasarkan materi pokok, pengalaman belajar, serta materi yang akan diajarkan. Selain itu harus pula dicermati kompetensi apa yang harus dimiliki peserta didik.

b. Menyusun peta kebutuhan modul elektronik

Penyusunan peta kebutuhan sangat diperlukan untuk mengetahui jumlah modul elektronik yang harus dibuat serta melihat urutan modul elektronik -nya. Urutan modul elektronik sangat dibutuhkan guna menentukan prioritas penulisan. Langkah ini biasanya diawali dengan analisis kurikulum dan analisis sumber belajar.

c. Menentukan judul modul elektronik

Penentuan judul modul elektronik dilakukan berdasarkan kompetensi dasar, materi pokok, atau pengalaman belajar yang terdapat dalam kurikulum. Jika judul modul elektronik telah ditentukan, langkah selanjutnya adalah penulisan.

d. Penulisan modul elektronik

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menulis modul elektronik adalah:

- 1) Merumuskan kompetensi dasar. Perumusan kompetensi dasar biasanya diturunkan langsung dari kurikulum yang berlaku. Sebagai contoh

kompetensi dasar 1.1 Mendeskripsikan konsep listrik statis dalam kehidupan sehari-hari.

- 2) Menentukan alat penilaian dimana penilaiannya didasarkan pada penguasaan kompetensi.
- 3) Menyusun materi. Dalam penyusunan materi, hal penting yang harus diperhatikan adalah materi yang tertuang dalam modul elektronik harus sesuai/menunjang kompetensi dasar yang akan dicapainya. Materi modul elektronik dapat berupa informasi pendukung seperti gambaran umum atau ruang lingkup substansi yang akan dipelajari. Materi dapat diambil dari berbagai sumber, seperti buku, majalah, internet, jurnal penelitian atau sumber lain yang relevan.

Aspek-aspek dan indikator-indikator yang digunakan untuk mengevaluasi modul pelajaran sehingga mengetahui modul yang baik adalah sebagai berikut (Depdiknas, 2008:28).

a) Aspek kelayakan isi

Aspek kelayakan isi terdiri atas sebagai berikut:

- 1) Kesesuaian dengan standar kompetensi (SK) dan kompetensi dasar (KD)
- 2) Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik
- 3) Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar
- 4) Kebenaran substansi materi
- 5) Manfaat penambahan wawasan
- 6) Kesesuaian dengan nilai moral dan sosial

b) Aspek Kebahasaan

Aspek kebahasaan terdiri atas sebagai berikut:

- 1) Keterbacaan
- 2) Kejelasan Informasi
- 3) Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar
- 4) Pemanfaatan bahasa secara efektif dan efisien

e) Aspek Penyajian

Aspek penyajian terdiri atas sebagai berikut :

- 1) Kejelasan tujuan yang ingin dicapai
- 2) Urutan sajian
- 3) Pemberian motivasi, daya tarik
- 4) Interaksi
- 5) Kelengkapan informasi

f) Aspek Kegrafikan

Aspek kegrafikan terdiri atas sebagai berikut:

- 1) Penggunaan huruf (jenis dan ukuran)
- 2) Tata letak
- 3) Ilustrasi, gambar, foto
- 4) Desain tampilan 17 Penjelasan diatas dapat disimpulkan sebuah kriteria untuk mengevaluasi modul yang baik dengan mempertimbangkan aspek-aspek penilaian seperti:
  - a) Aspek kelayakan isi,
  - b) Aspek kebahasaan,
  - c) Aspek penyajian, dan
  - d) Aspek grafika.

Dari aspek-aspek tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk membuat instrument penilaian kelayakan sebuah modul.

## **5. Struktur Modul Elektronik**

Adapun struktur modul elektronik terdiri dari enam komponen menurut Prastowo (Fauzi, 2015:8-9), yaitu:

- a. Judul
- b. Petunjuk belajar (petunjuk siswa)
- c. Kompetensi yang akan dicapai
- d. Informasi pendukung
- e. Tugas-tugas dan langkah-langkah kerja
- f. Serta penilaian

## **6. Langkah-langkah Membuat Modul Elektronik**

Langkah-langkah penyusunan modul menurut Prastowo (Fauzi, 2015:12, yaitu:

- a. Melakukan analisis kurikulum
- b. Menyusun peta kebutuhan modul elektronik
- c. Menentukan judul-judul modul elektronik
- d. Penulisan modul elektronik

Keberadaan modul elektronik memberi pengaruh yang cukup besar dalam proses pembelajaran, sehingga penyusunan modul elektronik harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Syarat-syarat didaktik, mengatur tentang penggunaan modul elektronik yang bersifat universal dapat digunakan dengan baik untuk siswa yang lamban atau yang pandai. modul elektronik lebih menekankan pada proses untuk menemukan konsep, dan yang terpenting dalam modul elektronik ada variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan siswa. Modul elektronik diharapkan mengutamakan pada pengembangan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika. Pengalaman belajar yang dialami siswa ditentukan oleh tujuan pengembangan pribadi siswa.
- b. Syarat konstruksi berhubungan dengan penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosa kata, tingkat kesukaran, dan kejelasan dalam modul elektronik.
- c. Syarat teknis menekankan penyajian modul elektronik, yaitu berupa tulisan, gambar, dan penampilannya dalam modul elektronik.

## **7. Langkah-langkah Pengembangan Modul Elektronik**

Adapun langkah-langkah dalam pengembangan modul elektronik adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan tujuan pembelajaran yang akan di-*breakdown* dalam modul elektronik

Hal yang dilakukan pada langkah ini, kita harus menentukan desain menurut tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Perhatikan variabel ukuran, kepadatan halaman, penomoran halaman, dan kejelasan.

b. Pengumpulan materi

Hal yang perlu dilakukan dalam pengumpulan materi adalah menentukan materi dan tugas yang akan dimasukkan ke dalam modul elektronik. Oleh karena itu, pastikan bahwa materi dan tugas yang harus dilaksanakan peserta didik sejalan dengan tujuan pembelajaran. Kumpulkan bahan atau materi dan buat rincian tugas yang harus dilaksanakan oleh peserta didik. Bahan yang akan dimuat dalam modul elektronik dapat dikembangkan sendiri atau dapat memanfaatkan materi yang sudah ada. Selain itu, tambahkan pula ilustrasi atau bagan untuk memperjelas penjelasan naratif yang disajikan.

c. Penyusunan elemen atau unsur-unsur

Hal yang dilakukan pada langkah ini yaitu mengintegrasikan desain (hasil dari langkah pertama) dengan tugas (sebagai tugas dari langkah kedua).

d. Pemeriksaan dan penyempurnaan

Apabila kita telah berhasil menyelesaikan langkah ketiga, bukan berarti modul elektronik dapat dibagikan langsung kepada peserta didik. Sebelum memberikannya kepada peserta didik kita perlu melakukan pemeriksaan kembali terhadap modul elektronik yang sudah kita kembangkan tersebut.

## **B. Model Pembelajaran Berbasis *Problem Based Learning (PBL)***

### **1. Pengertian Model Pembelajaran Berbasis *Problem Based Learning (PBL)***

Model pembelajaran adalah suatu perencanaan atau pola yang digunakan sebagai pedoman dalam melaksanakan pembelajaran di kelas, istilah model pembelajaran memiliki makna yang lebih luas dari pada strategi, metode dan prosedur. Model pembelajaran memiliki empat ciri khusus. Ciri-ciri tersebut menurut Trianto (2012:24), sebagai berikut:

- a. Istilah model pembelajaran meliputi pendekatan suatu model pembelajaran luas dan menyeluruh.
- b. Model-model pembelajaran dapat diklasifikasikan berdasarkan tujuan pembelajaran, sintaks dan sifat lingkungan belajarnya.
- c. Sintaks dari model pembelajaran adalah pola yang menggambarkan urutan alur tahap-tahap keseluruhan yang pada umumnya disertai dengan serangkaian kegiatan pembelajaran.
- d. Tiap-tiap model pembelajaran membutuhkan sistem pengolahan dan lingkungan belajar yang sedikit berbeda.

Melalui penggunaan model *problem based learning* peserta didik akan dihadapkan dengan permasalahan-permasalahan, sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran IPA. Menurut Shoimin (2014:130) model pembelajaran berbasis masalah *problem based learning (PBL)* atau Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) adalah model pengajaran yang bercirikan adanya permasalahan nyata sebagai konteks untuk para peserta didik belajar berpikir kritis dan keterampilan memecahkan masalah serta memperoleh pengetahuan. Kemudian, peserta didik akan diminta agar mencari solusi untuk menyelesaikan kasus atau masalah tersebut. Selain itu metode ini akan meningkatkan kecakapan berpartisipasi dalam tim atau kelompok. Metode ini merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang berusaha menerapkan masalah yang terjadi di dunia nyata.

Metode pembelajaran *problem based learning* yang dimaksudkan adalah peserta didik akan dilatih untuk berpikir kritis serta menemukan solusi yang sesuai dengan tingkat pertama yang meliputi 1) kegiatan belajar dimulai dengan pemberian sebuah masalah, 2) masalah yang disuguhkan masih berkaitan dengan kehidupan nyata para peserta didik, 3) mengorganisasikan pembahasan seputar masalah bukan disiplin ilmu, 4) peserta didik diberi tanggung jawab maksimal dalam menjelaskan proses belajar secara langsung, 5) peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok kecil sehingga akan terjadi kolaborasi, 6) peserta didik harus

mendemonstrasikan kinerja yang sudah dipelajari. Adanya modul elektronik yang sesuai dengan tujuan dapat mempermudah pendidik dan peserta didik dalam menjalankan proses pembelajaran.

Model *problem based learning* memiliki ciri-ciri yang membedakannya dengan model pembelajaran lainnya. Ciri-ciri model *Problem Based Learning (PBL)* menurut Baron (Rusmono, 2012: 74) mengemukakan bahwa:

- a. Menggunakan permasalahan dalam dunia nyata.
- b. Pembelajaran dipusatkan pada penyelesaian masalah.
- c. Tujuan pembelajaran ditentukan oleh siswa.
- d. Guru berperan sebagai fasilitator.

Oleh karena itu “masalah” yang digunakan menurutnya harus: relevan dengan tujuan pembelajaran, mutakhir, dan menarik, berdasarkan informasi yang luas, terbentuk secara konsisten dengan masalah lain, dan termasuk dalam dimensi kemanusiaan. *Problem based learning (PBL)* pembelajarannya lebih mengutamakan proses belajar, di mana tugas guru harus memfokuskan diri untuk membantu siswa, mencapai keterampilan mengarahkan diri. Guru dalam model ini berperan sebagai penyaji masalah, penanya, mengadakan dialog, membantu menemukan masalah, dan pemberi fasilitas pembelajaran. Selain itu, guru memberikan dukungan yang dapat meningkatkan pertumbuhan intelektual siswa. Model ini hanya dapat terjadi jika guru dapat menciptakan lingkungan kelas yang terbuka dan membimbing pertukaran gagasan.

## **2. Kelebihan model pembelajaran *problem based learning (PBL)***

Kelebihan model pembelajaran *problem based learning (PBL)*, menurut Sanjaya (2007) sebagai berikut :

- a. Menantang kemampuan siswa serta memberikan kepuasan untuk menemukan pengetahuan baru bagi siswa.
- b. Meningkatkan motivasi dan aktivitas pembelajaran siswa.
- c. Membantu siswa dalam mentransfer pengetahuan siswa untuk memahami masalah dunia nyata.

- d. Membantu siswa untuk mengembangkan pengetahuan barunya dan bertanggung jawab dalam pembelajaran yang mereka lakukan.
- e. Mengembangkan kemampuan siswa untuk berpikir kritis dan mengembangkan kemampuan mereka untuk menyesuaikan dengan pengetahuan baru.
- f. Memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan yang mereka miliki dalam dunia nyata.
- g. Mengembangkan minat siswa untuk secara terus menerus belajar sekalipun belajar pada pendidikan formal telah berakhir.
- h. Memudahkan siswa dalam menguasai konsep-konsep yang dipelajari guna memecahkan masalah dunia nyata.

### **3. Kelemahan model pembelajaran *problem based learning (PBL)***

Kelemahan model pembelajaran *problem based learning (PBL)* menurut Sanjaya (2007), yaitu:

- a. Manakala siswa tidak memiliki niat atau tidak mempunyai kepercayaan bahwa masalah yang dipelajari sulit untuk dipecahkan, maka mereka akan merasa enggan untuk mencobanya.
- b. Untuk sebagian siswa beranggapan bahwa tanpa pemahaman mengenai materi yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah mengapa mereka harus berusaha untuk memecahkan masalah yang sedang dipelajari, maka mereka akan belajar apa yang mereka ingin pelajari.

## **C. Praktikum IPA**

Praktikum IPA atau sains, peserta didik dituntut untuk terlibat secara fisika maupun mental. Pemberian pengalaman secara langsung pada peserta didik dalam praktikum IPA sangat penting, untuk mengembangkan kompetensi. Peserta didik dapat bereksplorasi dan memahami alam sekitar secara ilmiah dengan lebih mendalam.

Pedoman Pengembangan Kurikulum 2013 menyebutkan bahwa pembelajaran IPA dalam bentuk praktikum di tingkat SMP dilaksanakan dengan berbasis keterpaduan. Pembelajaran IPA dalam bentuk praktikum di

SMP bukan sebagai disiplin ilmu, tetapi dikembangkan sebagai mata pelajaran *integrative science*. *Integrative science* mempunyai makna memadukan berbagai aspek yaitu domain sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Pendidikan berorientasi aplikatif, pengembangan kemampuan berpikir, kemampuan belajar, rasa ingin tahu, dan pengembangan sikap peduli dan bertanggung jawab terhadap lingkungan sosial dan alam secara substansi, IPA dapat digunakan sebagai tools atau alat untuk mengembangkan domain sikap, pengetahuan dan keterampilan.

Guru IPA juga harus mempunyai kemampuan interdisipliner IPA ditunjukkan dalam keilmuan (pengetahuan). Pelaksanaan pembelajaran IPA Terpadu (*Integrated Science*) hendaknya menumbuhkan *scientific skills* yaitu keterampilan proses (*science process skill*), keterampilan berpikir (*thinking skill*) yaitu berpikir kreatif dan berpikir kritis, serta bisa menumbuhkan sikap ilmiah (*scientific attitude*) *Curriculum Development Centre Ministry of Education Malaysia* (2002). Oleh karena itu guru Pendidikan IPA dari awal hendaknya mengemas pembelajaran sehingga bisa tercipta *scientific skill* yaitu *thinking skill*, *science process skill* dan *scientific attitude* Wolfinger (Kartini Abdul Mutolib, 2010).

Praktikum IPA yang didasarkan pada standar isi akan membentuk siswa yang memiliki bekal ilmu pengetahuan (*have a body of knowledge*), standar proses akan membentuk siswa yang memiliki keterampilan ilmiah (*scientific skills*), keterampilan berpikir (*thinking skills*) dan strategi berpikir (*strategy of thinking*); standar ilmiah akan membentuk siswa yang mampu berpikir kritis dan kreatif (*critical and creative thinking*); standar asesmen mengevaluasi siswa secara manusiawi artinya sesuai apa yang dialami siswa dalam pembelajaran (*authentic assessment*). Penerapan standar-standar dalam pembelajaran IPA terutama dalam praktikum khususnya empat standar tersebut akan memberikan *soft skill* berupa karakter siswa, untuk itu sangat diperlukan praktikum IPA yang menerapkan standar-standar guna membangun karakter siswa. Siswa yang berkarakter dapat dicirikan apabila siswa memiliki kemampuan mengintegrasikan pengetahuan, keterampilan-

keterampilan dan sikap dalam usaha untuk memahami lingkungan (Poedjiadi, 2005).

Konsep keterpaduan dalam pembelajaran IPA dalam bentuk praktikum ini ditunjukkan dalam Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) pembelajaran IPA dalam bentuk praktikum yakni di dalam satu KD sudah memadukan konsep-konsep IPA dari bidang IPA (Fisika). Praktikum IPA berorientasi pada kemampuan aplikatif, pengembangan kemampuan berpikir, kemampuan belajar, rasa ingin tahu, dan pengembangan sikap peduli dan bertanggung jawab terhadap lingkungan sosial dan alam. IPA juga ditujukan untuk pengenalan lingkungan biologi dan alam sekitarnya, serta pengenalan berbagai keunggulan wilayah Nusantara.

Cara pengemasan pengalaman belajar yang dirancang guru sangat berpengaruh terhadap kebermaknaan pengalaman bagi para peserta didik. Pengalaman belajar yang lebih menunjukkan kaitan unsur-unsur konseptual akan menjadikan proses belajar lebih efektif. Kaitan konseptual yang dipelajari dengan sisi bidang kajian Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang relevan akan membentuk skema kognitif, sehingga anak memperoleh keutuhan dan kebulatan pengetahuan (Purwanti, 2013).

#### **D. Listrik Statis dalam Kehidupan Sehari-hari**

Listrik statis adalah kumpulan muatan listrik dalam jumlah yang tetap (statis) atau ketidakseimbangan muatan listrik pada benda. Ketika kita menggosokkan penggaris plastik ke rambut, penggaris tersebut menjadi bermuatan negatif sedangkan rambut menjadi bermuatan positif. Pelepasan muatan saat menggosokkan kedua bahan tersebut membuat bahan-bahan dialiri atau bermuatan listrik.

Fenomena listrik statis dalam kehidupan sehari-hari seperti terbentuknya petir pada saat hujan, gosokkan kain sutra pada kaca, gosokkan batang plastik dengan kain wol, tangan didekatkan dengan layar televisi, mesin fotokopi, percikan api pada ban truk dengan jalan raya, cat semprot dan masih banyak lagi contoh fenomena listrik statis dalam kehidupan sehari-hari. **Charles**

**Augustin Coulomb (1736 – 1806)** meneliti hubungan gaya tarik menarik dan gaya tolak menolak dua benda bermuatan listrik terhadap besar muatan listrik dan jaraknya menggunakan neraca puntir Coulomb.

### **1. Benda Dapat Bermuatan Listrik dengan Cara Digosok**

Dua benda yang digosok dapat menghasilkan muatan listrik. Kata listrik (dalam bahasa Inggris “*electric*”) berasal dari bahasa Yunani yaitu “*electron*” yang berarti “*Amber*”. Amber adalah getah pohon damar yang membatu. Pada tahun 640-546 SM Thales of Miletus dari Yunani menemukan benda bermuatan dapat diperoleh dengan cara menggosokkan batu amber dengan sepotong kain wol, kemudian mendekatkannya ke benda-benda kecil, ternyata batu amber itu dapat menarik benda-benda kecil, ternyata batu amber itu dapat menarik benda-benda ringan seperti serpihan daun kering, bulu ayam dan debu. Batang karet keras, batang kaca, dan penggaris plastik, jika digosok dengan kain tertentu juga dapat menunjukkan efek seperti yang ditunjukkan oleh batu amber pada peristiwa di atas. Peristiwa tersebut menunjukkan gejala listrik statis atau listrik tidak mengalir (Tim Abdi Guru, 2007).

#### **a. Muatan Listrik**

*Rutherford* (1871-1937) dan *Niels Bohr* (1885-1962) menyatakan bahwa elektron merupakan bagian dari atom (1911). Elektron memiliki muatan listrik negatif (-). Akibat pengaruh dari luar misalnya karena digosok, atau induksi, menyebabkan elektron-elektron pada sebuah benda dapat meninggalkan atomnya. Atom yang menerima elektron mengalami kelebihan elektron sehingga bermuatan negatif, sedangkan atom yang ditinggalkan oleh elektron mengalami kekurangan elektron dan dikatakan bermuatan positif. Atom yang kelebihan atau kekurangan elektron akan membentuk ion (partikel atom bermuatan listrik). Dengan demikian ion ada dua macam, yaitu ion positif dan ion negatif (Tim Abdi Guru, 2007)

Elektron bergerak mengelilingi inti atom pada orbitnya masing-masing. Elektron yang berada di orbit paling luar dapat berpindah dari suatu atom ke atom yang lain. Kemampuan berpindahnya elektron terluar dari suatu atom ini menentukan daya hantar listrik suatu benda, sehingga benda dikelompokkan menjadi konduktor, semikonduktor, dan isolator. Bagian atom yang lain adalah inti atom. Inti atom tersusun dari proton dan neutron. Proton adalah partikel atom bermuatan listrik positif (+), sedangkan neutron adalah partikel atom netral (tidak bermuatan listrik). Atom dikatakan netral (tidak bermuatan listrik), apabila jumlah muatan inti atom sama dengan jumlah muatan seluruh elektron elektron yang mengelilinginya (atau jumlah proton sama dengan jumlah elektron). Dalam teori atomnya Rutherford menjelaskan bahwa atom adalah bagian terkecil dari suatu zat yang tidak dapat dibagi-bagi lagi dengan reaksi kimia biasa (Tim Abdi Guru, 2007)

## **2. Peristiwa yang Dapat Menghasilkan Muatan Listrik**

Ketika sisir plastik digosokkan dengan kain wol, sebagian elektron pada kain wol berpindah ke sisir plastik, sehingga sisir plastik kelebihan muatan negatif (elektron). Akibatnya, sisir plastik menjadi bermuatan negatif. Kain wol kehilangan sebagian elektronnya sehingga kain wol bermuatan positif, dan batang kaca yang digosokkan denganj kain sutra menyebabkan sebagian elektron batang kaca berpindah ke kain sutra, sehingga batang kaca kekurangan muatan negatif. Akibatnya, batang kaca mengalami kelebihan elektron, sehingga kain sutra bermuatan negatif. Muatan listrik yang terjadi pada sisir plastik, kain wol, batang kaca, dan kain sutra merupakan listrik tidak mengalir atau listrik statis. Listrik statis tidak dapat kita gunakan untuk menyalakan lampu.

### 3. Sifat-Sifat Muatan Listrik

Sifat-sifat muatan listrik terdapat pada Tabel 2.1 yaitu:

**Tabel 2.1 Sifat-Sifat Muatan Listrik**

<b>Benda yang digantung</b>	<b>Benda yang didekatkan</b>	<b>Interaksi yang terjadi</b>
Plastik	Plastik	Tolak-menolak
Plastik	Kaca	Tarik-menarik
Kaca	Kaca	Tolak-menolak
Kaca	Plastik	Tarik-menarik

(Tim Abdi Guru, 2007)

Penggaris plastik yang telah digosok dengan kain wol bermuatan negatif, sedangkan batang kaca yang telah digosok dengan kain sutra bermuatan positif. Ketika ujung sebuah penggaris plastik yang telah bermuatan negatif didekatkan pada ujung penggaris plastik lain yang telah digosok dengan kain wol, ternyata keduanya menghasilkan interaksi tolak-menolak. Sedangkan ketika ujung penggaris plastik yang telah bermuatan negatif tersebut didekatkan pada ujung batang kaca yang telah digosok dengan kain sutra, ternyata mengalami interaksi tarik-menarik (Tim Abdi Guru, 2007).

Ketika dua buah batang kaca yang kedua ujungnya telah digosok dengan kain sutra didekatkan satu sama lain, ternyata keduanya menghasilkan interaksi tolak-menolak. Ujung batang kaca yang telah bermuatan listrik ketika didekatkan pada ujung penggaris plastik yang telah digosok dengan kain wol, ternyata mengalami interaksi tarik-menarik. Berdasarkan penjelasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Dua benda bermuatan listrik sejenis apabila saling didekatkan akan mengalami interaksi (gaya) tolak-menolak, baik muatan positif dengan muatan positif, maupun muatan negatif dengan muatan negatif.
- b. Dua benda yang muatannya berlainan jenis apabila saling didekatkan akan mengalami interaksi tarik-menarik, baik muatan positif dengan muatan negatif, maupun muatan negatif dengan muatan positif.

#### 4. Hukum Coulomb

Dua buah muatan listrik apabila saling didekatkan, maka terjadi interaksi tarik-menarik atau tolak-menolak. Gaya tarik atau gaya tolak yang terjadi pada dua muatan listrik tersebut diselidiki dengan alat neraca puntir atau neraca torsi. Besar muatan listrik dalam sistem internasional dinyatakan dalam satuan coulomb (C). Hasil penelitian yang dilakukan oleh coulomb dikenal dengan hukum coulomb. Hukum coulomb menyatakan bahwa besar gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara dua benda yang bermuatan listrik sebanding dengan besar muatan benda masing-masing dan berbanding terbalik terhadap kuadrat jarak antara kedua benda itu. Dinyatakan dengan rumus, yaitu:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \dots (1.1)$$

Keterangan:

$F$	= gaya tarik atau gaya tolak (N)
$Q_1$	= muatan benda pertama (C)
$Q_2$	= muatan benda kedua (C)
$r$	= jarak antara dua muatan
$k$	= $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

Muatan listrik ada dua jenis, yaitu muatan listrik positif (proton) dan muatan listrik negatif (elektron). Proton memiliki muatan listrik sebesar  $q = 1,601\ 864 \times 10^{-19} \text{ C}$  dan dibulatkan menjadi  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Sedangkan elektron memiliki muatan sebesar  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Dengan demikian, satu coulomb nilainya kurang lebih  $1,6 \times 10^{19}$  elektron.

$$1 \text{ C} = 1,6 \times 10^{19} \text{ elektron.}$$

#### E. Penelitian Relevan

Adapun beberapa hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian Sabar Nurohman (2011) dengan judul “Pengembangan Modul Elektronik Berbahasa Inggris Menggunakan *ADDIE-MODEL* Sebagai Alat Bantu Pembelajaran Berbasis *STUDENT-CENTERED*”

*LEARNING* pada Kelas Bertaraf Internasional” menunjukkan bahwa hasil penelitian: penelitian ini juga menggunakan angket umpan balik dari mahasiswa untuk mengevaluasi produk penelitian dan pengembangan. (1) Berdasarkan hasil evaluasi tahap I, diperoleh data bahwa tingkat kepuasan mahasiswa dalam menggunakan modul elektronik adalah 67,66%. (2) Berdasarkan hasil evaluasi tahap II, Hasil penelitian berisi tingkat kepuasan mahasiswa terhadap modul elektronik hasil pengembangan kedua diperoleh angka 75,78%. Mahasiswa tertarik dengan modul elektronik yang sudah dikembangkan, merasa antusias mempelajari modul elektronik dan mahasiswa tidak lagi buka-tutup *google translate*.

2. Hasil penelitian Ananda Gunadharma (2011) “Pengembangan Modul Elektronik Sebagai Sumber Belajar Untuk Mata Kuliah Multimedia Design” dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian: (1) Modul elektronik ini mengacu pada pengembangan *instruksional Dynamic instructional Design Model* dan model pengembangan produk *Interactive Multimedia Development Model*. Modul elektronik dievaluasi secara formatif dengan melibatkan tiga ahli, yaitu ahli materi, ahli media dan ahli desain *instruksional* dengan penilaian rata-rata sebesar 3,14 termasuk dalam kategori baik dalam skala 4. (2) Modul Elektronik juga dievaluasi formatif kepada calon pengguna melalui tahap uji coba *one to one* dan *small group* dengan penilaian rata-rata 3,15 termasuk dalam kategori baik dalam skala 4.
3. Hasil penelitian Ramadhani, Rahmayanti (2017) Pengembangan Modul Pembelajaran Penyelesaian Tepi Pakaian Pada Mata Pelajaran Dasar Teknologi Menjahit Smk Negeri 1 Sewon Bantul. S1 Skripsi, Fakultas Teknik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul penyelesaian tepi pakaian, mengetahui kelayakan dan efektifitas modul. Jenis penelitian menggunakan penelitian *R&D*. Untuk hasil kelayakan dalam penelitian ini dikatakan sangat baik.
4. Hasil penelitian Nur, Ismiyati (2018) Pengembangan Modul Pembuatan Pola Rok Secara Konstruksi Untuk Siswa Kelas X Di Smk Negeri 1 Dlingo. S1 Skripsi, Fakultas Teknik. Penelitian ini menghasilkan media

pembelajaran berupa modul pembuatan pola rok. Jenis penelitian menggunakan penelitian *R&D* yang dikembangkan dengan mengacu pengembangan *Borg and Gall*. Pengembangan modul dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran.

5. Hasil penelitian Sari dan Mariah tahun 2018 dengan judul *The Effectiveness of Sea-Based Blended Learning eBook on The Subject of Cookies and Candies* pada *Proceedings of International Conference of Social Science, ICOSS 2018*. Metode penelitian menggunakan quasi eksperimen dengan desain *pre-test* dan *post-test*. Hasil yang didapatkan pada pembahasan adalah terdapat efektifitas pembelajaran menggunakan pembelajaran *eBook*.
6. Hasil penelitian Bait Syaiful Rijal 2014 dengan judul “Pengembangan Modul Elektronik Perakitan dan Instalasi Komputer Sebagai Sumber Belajar untuk Kelas X Piri 1 Yogyakarta” dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian: (1) Hasil produk modul elektronik yang telah dikembangkan berupa software aplikasi dengan ekstensi .exe, mencakup materi perakitan dalam mata peajaran perakitan dan instalasi computer, dan dapat digunakan untuk belajar mandiri oleh peserta didik mencakup satu standar kompetensi. (2) kelayakan produk modul elektronik perakitan dan instalasi computer yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan menurut ahli media dan materi dengan presentase 87,62% dan 74,3%, dan menurut tanggapan peserta didik sebagai respon pengguna dinyatakan layak dengan presentase 76,08% sehingga produk yang telah dikembangkan layak digunakan sebagai sumber belajar dalam proses pembelajaran.
7. Hasil penelitian Riska Dami Ristanto dengan judul “Pengembangan Modul Elektronik Adobe Photoshop untuk Kelas X SMK” dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian: (1) Hasil penelitian modul elektronik oleh satu orang dosen ahli materi dan dua orang guru diperoleh skor rata-rata 128 dengan kriteria sangat layak. Dan hasil penelitian modul elektronik oleh dua orang dosen ahli media diperoleh skor rata-rata 113,5 dengan kriteria sangat layak. (2) hasil uji efektifitas penggunaan modul 30 elektronik terhadap hasil belajar peserta didik kelas X Desain Komunikasi visual (DKV) SMK Negeri

5 Yogyakarta dengan jumlah sampel 32 diperoleh hasil rata-rata pada pre-test 56,09 dan nilai rata-rata pada post-test 68,43. Dari kedua nilai tersebut, nilai rata-rata hasil belajar peserta didik meningkat sebesar 12,43.

8. Hasil penelitian Kadek Aris Priyanthi, dkk. dalam jurnal KARMAPATI, (2017) yang berjudul “Pengembangan E-Modul Berbantuan Simulasi Berorientasi Pemecahan Masalah Pada Mata Pelajaran Komunikasi Data (Studi Kasus: Siswa Kelas XI TKJ SMK Negeri 3 Singaraja)”. Menyatakan bahwa “Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada 34 penelitian e-modul berbantuan simulasi berorientasi pemecahan masalah pada mata pelajaran komunikasi data, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut: (1) Hasil rancangan dan implementasi pengembangan e-modul berbantuan simulasi berorientasi pemecahan masalah pada mata pelajaran komunikasi data kelas XI Teknik Komputer dan Jaringan di SMK Negeri 3 Singaraja menggunakan tahapan model problem based learning sudah dinyatakan berhasil diterapkan. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata persentase berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Secara umum siswa terlihat antusias dan lebih aktif selama proses pembelajaran berlangsung. (2) Respon guru terhadap pengembangan emodul berbantuan simulasi berorientasi pemecahan masalah pada mata pelajaran komunikasi data kelas XI Teknik Komputer dan Jaringan di SMK Negeri 3 Singaraja didapatkan rata-rata sebesar 47. Jika dikonversikan ke dalam tabel kriteria penggolongan respon maka hasilnya termasuk dalam kategori sangat positif. Sedangkan untuk respon siswa terhadap pengembangan e-modul komunikasi data memperoleh rata-rata sebesar 67,80. Jika dikonversikan ke dalam tabel kriteria penggolongan respon maka hasilnya termasuk dalam kategori sangat positif”.
9. Hasil penelitian Dewa Ayu Andita Sari Garjita, dkk. dalam jurnal KARMAPATI, (2017) yang berjudul “Pengembangan E-Modul Pada Mata Pelajaran Sistem Operasi Dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning (Studi Kasus: Siswa Kelas X TKJ SMK Negeri 3 Singaraja)”. Menyatakan bahwa “Berdasarkan pengembangan e-modul pada mata

pelajaran sistem operasi dengan model pembelajaran Problem Based Learning (studi kasus: siswa kelas X TKJ SMK Negeri 3 Singaraja) didapatkan hasil sebuah e-modul yang valid setelah dilakukan pengujian oleh ahli isi, ahli desain, dan ahli media. Selain itu didapatkan bahwa rata-rata persentase dari keseluruhan subyek uji coba perorangan adalah 87,6 %. Jika dikonversikan kedalam tabel konversi termasuk dalam kategori baik. Rata-rata persentase dari keseluruhan subyek uji kelompok kecil adalah 90,7%. Jika dikonversikan kedalam tabel konversi termasuk dalam kategori sangat baik. Rata-rata persentase dari keseluruhan subyek uji lapangan adalah 90,5%. Jika dikonversikan kedalam tabel konversi termasuk dalam kategori sangat baik dan tidak perlu direvisi. Hasil angket respon siswa terhadap pengembangan e-modul sistem operasi memperoleh rata-rata skor respon siswa sebesar 68,44%, jika dikonversikan ke dalam tabel kriteria penggolongan respon maka hasilnya termasuk dalam kategori sangat positif. Berdasarkan rekapitulasi penilaian rata-rata uji user experience dari keseluruhan responden memperlihatkan bahwa penilaian yang diberikan dari lima kriteria yang diberikan adalah excellent (sangat baik) dengan rata-rata 36 kriteria sebagai berikut: a) Daya tarik 1.95; b) Kejelasan 1.92; c) Efisiensi 2.25; d) Stimulasi 2.1; e) Kebaruan 1.58. Sehingga dapat disimpulkan bahwa e-modul mata pelajaran sistem operasi menunjukkan keberhasilan yang dapat dilihat dari segi user experience sudah sangat baik dan layak untuk digunakan”.

10. Hasil penelitian I Gede Agus Saka Prasetya, dkk. dalam jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, (2017) yang berjudul “Pengembangan E-Modul Pada Mata Pelajaran Pemodelan Perangkat Lunak Kelas XI dengan Model Problem Based Learning di SMK Negeri 2 Tabanan”. Menyatakan bahwa “Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada penelitian pengembangan e-modul pada mata pelajaran Pemodelan Perangkat Lunak kelas XI dengan model problem based learning di SMK Negeri 2 Tabanan, maka penulis dapat simpulkan Implementasi e-modul pada mata pelajaran Pemodelan Perangkat Lunak kelas XI dengan model problem based learning

di SMK Negeri 2 Tabanan sudah dinyatakan baik. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata persentase berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan. Serta respon siswa terhadap pengembangan e-modul pada mata pelajaran Pemodelan Perangkat Lunak kelas XI dengan model problem based learning di SMK Negeri 2 Tabanan didapatkan rata-rata persentase keseluruhan subyek sebesar 62,47%. Jika dikonversikan kedalam tabel konversi termasuk dalam kategori baik”.

Penelitian terkait modul elektronik sudah pernah dilakukan sebelumnya. Akan tetapi dalam penelitian ini akan dikembangkan sebuah modul elektronik mengacu pada model pengembangan ADDIE.

#### F. Jadwal Rencana Penelitian

Rencana jadwal waktu pelaksanaan penelitian dijabarkan pada Tabel 2.2 sebagai berikut :

**Tabel 2.2**  
**Jadwal Rencana Penelitian**

No.	Kegiatan	Mar 2021	Apr 2021	Mei 2021	Jun 2021	Jul 2021	Sep 2021	Des 2021
1	Pengajuan outline	√						
2	Penyusunan desain		√					
3	Konsultasi desain		√	√	√			
4	Seminar desain				√			
5	Perbaikan hasil seminar				√			
6	Pengajuan dan perbaikan alat pengumpul data					√		
7	Penelitian						√	
8	Ujian skripsi							√