

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Alat Peraga sebagai Media Pembelajaran

Kata media berasal dari kata medium yang memiliki arti secara harfiah yaitu perantara atau pengantar. Banyak pakar yang memberikan batasan mengenai pengertian dari media. Menurut AECT (*Association of Education and Communication Technology*) pengertian dari media adalah segala sesuatu yang dapat digunakan sebagai alat bantu untuk menyalurkan informasi yang berfungsi untuk mencapai tujuan pembelajaran

Menurut Purnamawati dan Eldarni (2001: 4) dalam Kusumah menyatakan bahwa:

media adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat siswa sedemikian rupa sehingga terjadi proses belajar.

Penggunaan media memudahkan siswa dalam menerima pesan dari hasil proses belajar. Siswa pun akan lebih berminat, termotivasi dan fokus pada pembelajaran. Pembelajaran dengan menggunakan media lebih menarik daripada pembelajaran yang hanya mendengarkan penjelasan dari guru tanpa ada variasi yang lain.

Menurut Sadiman (2007: 7):

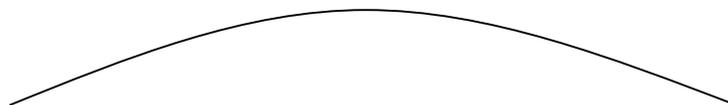
media adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat siswa sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi.

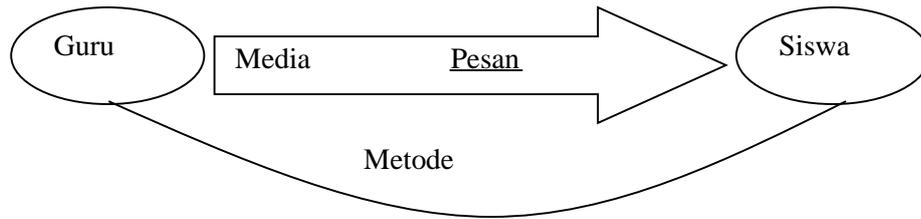
Memahami kelebihan, kekurangan, dan bentuk media instruksional dari berbagai jenis media, secara garis besar menurut Gerlack dan Ely dalam Arsyad (2002: 3), media:

adalah manusia, materi, atau kejadian yang membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan, atau sikap. Dalam pengertian ini, guru, buku teks, dan lingkungan sekolah merupakan media.

Memahami pengertian tersebut, sebagai penyalur pesan, media pembelajaran diperlukan bergantung tujuan belajar. Tujuan belajar ini secara tersirat dapat diartikan sebagai pesan yang disampaikan pengirim melalui media. Dengan demikian, keberhasilan media, bergantung dari kesamaan pesan yang dikirim guru dan diterima oleh siswa. Hal inilah yang menyebabkan berbagai macam media memiliki kelebihan dan kekurangan bergantung sudut pandang ukurnya. Tujuan dibuatnya media adalah untuk memudahkan siswa menerima pesan sedemikian rupa sehingga memudahkan siswa dalam menghayati dan memahami suatu konsep ilmu.

Menurut Daryanto (2011: 7) fungsi media dalam proses pembelajaran dapat ditunjukkan pada gambar berikut ini:





Gambar 2.1. Fungsi Media Dalam Pembelajaran

Pesan yang dibawa oleh guru sebagai sumber yang diberikan kepada siswa sebagai penerima informasi digunakan media sebagai perantaranya. Untuk mencapai tujuan pembelajaran, maka guru menggunakan metode pembelajaran guna membantu siswa dalam menerima dan mengolah informasi yang diberikan guru.

Media pembelajaran yang berfungsi sebagai alat bantu dalam proses belajar dan pembelajaran di kelas. Dengan adanya media guru akan memudahkan tugasnya dalam menyampaikan materi kepada siswa. Tanpa bantuan media, maka materi pembelajaran sulit untuk dicerna dan dipahami oleh siswa, terutama materi pembelajaran yang rumit dan kompleks. Setiap materi pembelajaran memiliki tingkat kesukaran yang bervariasi. Ada materi pembelajaran yang memerlukan media sebagai alat untuk mempermudah siswa untuk memahami materi dan ada materi yang tidak membutuhkan media sebagai sarana tambahan. Semakin tinggi tingkat kesukaran suatu materi, maka semakin sulit untuk dipahami oleh siswa, apalagi oleh siswa yang kurang menyukai materi pembelajaran yang disampaikan. Arsyad (2002: 12) mengungkapkan tiga ciri media yang merupakan petunjuk mengapa media digunakan dan kelebihan yang dapat dilakukan oleh media yang mungkin guru kurang efisien melakukannya, yaitu:

1) Ciri fiksatif (*Fixative Property*), yaitu menggambarkan kemampuan media merekam, menyimpan, melestarikan, dan merekonstruksi suatu peristiwa atau objek. 2) Ciri manipulatif (*Manipulative Property*), yaitu mentransformasikan suatu kejadian atau objek dimungkinkan karena media memiliki ciri manipulaatif. Kejadian yang memakan waktu sehari-hari dapat disajikan kepada siswa dalam waktu dua atau tiga menit dengan teknik pengambilan gambar *time-lapse recording*. 3) Ciri distributive (*Distributive Property*), yaitu memungkinkan suatu objek atau kejadian ditransportasikan melalui ruang, dan secara bersamaan kejadian tersebut disajikan kepada sejumlah besar siswa dengan stimulus pengalaman yang relatif sama mengenai kejadian itu.

Secara garis besar media adalah manusia, materi, atau kejadian yang membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan atau sikap. Dari pengertian ini, maka guru, buku teks, dan lingkungan sekolah adalah media. Pengertian media dalam proses belajar mengajar cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis, fotografis, atau elektronis untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal.

Menurut Wijaya (2010) ciri-ciri umum media pembelajaran adalah:

1) Media pembelajaran memiliki pengertian fisik yang dewasa ini dikenal sebagai perangkat keras (*Hardware*), yaitu suatu benda yang dapat dilihat, didengar, atau diraba dengan panca indra. 2) Media pembelajaran memiliki pengertian nonfisik yang dikenal sebagai perangkat lunak (*software*) yaitu kandungan pesan yang terdapat dalam perangkat keras yang merupakan isi yang ingin disampaikan kepada siswa. 3) Penekanan media pembelajaran terdapat pada visual dan audio. 4) Media pembelajaran memiliki pengertian alat bantu pada proses belajar baik di dalam maupun di luar kelas. 5) Media pembelajaran digunakan dalam rangka komunikasi dan interaksi guru dan siswa dalam proses pembelajaran. 6) Media pembelajaran dapat digunakan secara masal (misalnya radio, televisi), kelompok besar dan kelompok kecil (misalnya film, slide, video, OHP), atau perorangan (misalnya: modul, komputer, radio tape/kaset, video recorder). 7) Sikap, perbuatan, organisasi, strategi, dan manajemen yang berhubungan dengan penerapan suatu ilmu.

Media digunakan sebagai perantara untuk menyampaikan pesan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Media ini dapat digunakan di dalam kelas maupun di luar

kelas. Media akan sangat efektif untuk membantu dalam mengajar. Penggunaan media dalam mengajar berhubungan langsung dengan semua panca indra yang dimiliki manusia.

Menurut Daryanto (2011: 4-5) manfaat media adalah sebagai berikut:

- 1)Memperjelas pesan agar tidak terlalu verbalitis.
- 2) Mengatasi keterbatasan ruang, waktu, tenaga, dan daya indra.
- 3) Menimbulkan gairah belajar, berinteraksi secara langsung antara peserta didik dan sumber belajar.
- 4) Memungkinkan anak belajar mandiri sesuai dengan bakat dan kemampuan visual, auditori, dan kinestetiknya.
- 5) Memberi rangsangan yang sama, mempersamakan pengalaman, dan menimbulkan persepsi yang sama.
- 6) Proses pembelajaran mengandung lima komponen komunikasi, yaitu guru (komunikator), bahan pembelajaran, media pembelajaran.

Menurut Purnamawati dan Eldarni (2001: 4) dalam Kusumah manfaat media pembelajaran, yaitu:

- 1)Membuat kongkrit konsep yang abstrak.
- 2) Membawa objek yang berbahaya atau sukar didapat dalam lingkungan belajar.
- 3) Menampilkan objek yang terlalu besar.
- 4) Menampilkan objek yang tidak dapat diamati dengan mata telanjang.
- 5) Memperlihatkan gerakan yang terlalu cepat.
- 6) Memungkinkan siswa dapat berinteraksi langsung dengan lingkungannya.
- 7) Membangkitkan motivasi belajar.

Daya pikir siswa akan terangsang baik apabila semua indra yang dimiliki siswa terlibat langsung, seperti indra penglihatan, indra pendengaran dan indra peraba. Jika hanya membaca materi dari buku, maka siswa akan berimajinasi dari buku yang telah dibaca. Apabila siswa hanya mendengarkan penjelasan guru belum tentu siswa memahami materi tersebut. Namun, apabila siswa membaca buku, mendengarkan penjelasan guru disertai dengan mempraktikkan secara langsung, hal ini akan memperjelas pemahaman dari suatu teori. Sehingga siswa dapat berinteraksi langsung dengan lingkungan sekitar, maka akan timbul motivasi belajar.

Peranan media dalam pembelajaran mempunyai pengaruh seperti yang dijelaskan oleh Tresna dan Wijaya (2010) sebagai berikut:

1) Media dapat menyiarkan informasi yang penting. 2) Media dapat digunakan untuk memotivasi pembelajar pada awal pembelajaran. 3) Media dapat menambah pengayaan dalam belajar. 4) Media dapat menunjukkan hubungan-hubungan. 5) Media dapat menyajikan pengalaman-pengalaman yang tidak dapat ditunjukkan oleh guru. 6) Media dapat membantu belajar perorangan. 7) Media dapat mendekatkan hal-hal yang ada di luar ke dalam kelas.

Penjelasan dari guru disertai dengan penggunaan media akan dijadikan pengalaman bagi siswa yang mampu membantu belajar di kelas sehingga informasi-informasi penting dapat diterima dengan baik. Penggunaan peraga yang dijadikan sebagai media pembelajaran dapat menunjukkan secara langsung kejadian nyata dari konsep abstrak dalam suatu materi di buku pelajaran. Media tersebut dimanipulasi dan dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menunjukkan kejadian yang mungkin terjadi pada jangka waktu yang lama menjadi dalam waktu singkat.

Alat peraga merupakan salah satu dari media pendidikan yang merupakan alat untuk membantu proses belajar mengajar agar proses komunikasi dapat berhasil dengan baik dan efektif. Media pendidikan adalah alat-alat yang dapat dilihat dan didengar untuk membuat cara berkomunikasi menjadi efektif. Komunikasi merupakan proses penyampaian pesan dari sumber pesan ke penerima pesan.

Penggunaan alat peraga dalam proses pembelajaran di kelas akan mengkomunikasikan gagasan yang bersifat konkret, selain membantu siswa mengintegrasikan pengalaman-pengalaman sebelumnya. Dengan demikian diharapkan alat peraga dapat memperlancar proses belajar siswa serta

mempercepat pemahaman dan memperkuat daya ingat siswa sehingga tidak mudah untuk lupa. Alat peraga diharapkan mampu menarik perhatian dan membangkitkan minat dan motivasi siswa dalam belajar. Dengan demikian pemakaian alat peraga akan sangat mempengaruhi keefektifan proses belajar yang diberikan kepada siswa. Metode yang digunakan dalam pembelajaran dan alat yang digunakan dalam pembelajaran merupakan unsur yang tidak dapat dipisahkan sebab mempunyai fungsi sebagai cara atau teknik untuk mengantarkan bahan pengajaran agar sampai kepada tujuan yang diinginkan.

Alat peraga merupakan bagian dari media. Media pengajaran diartikan sebagai semua benda dapat menjadi perantara pada proses belajar baik yang berwujud perangkat lunak, maupun perangkat keras. Berdasarkan fungsinya, media pengajaran dapat berbentuk alat peraga dan sarana. Alat peraga merupakan media pengajaran yang mengandung atau membawakan ciri-ciri dari konsep yang dipelajari. Dengan alat peraga, hal-hal yang abstrak dapat disajikan dalam bentuk model-model yang berupa benda konkret yang dapat dilihat, dipegang, diputarbalikkan sehingga dapat lebih mudah dipahami siswa.

Berdasarkan segi pengadaannya alat peraga dapat dikelompokkan sebagai alat peraga sederhana dan alat peraga buatan pabrik. Dalam pembuatan alat peraga sederhana biasanya memanfaatkan barang-barang di sekitar lingkungan dan dapat dibuat secara manual. Sedangkan alat peraga buatan pabrik pada umumnya berupa perangkat keras dan lunak yang dalam pembuatannya memiliki ketelitian ukuran serta memerlukan biaya yang sangat besar. Selain alat peraga dalam proses belajar di sekolah juga diperlukan sarana yang memadai. Sarana merupakan media pengajaran yang berfungsi sebagai alat untuk melakukan kegiatan belajar. Seperti alat peraga, sarana dapat berupa perangkat keras atau perangkat lunak. Contoh

sarana yang berupa perangkat lunak, yaitu: papan tulis, penggaris, jangka dan lain-lain. Sedangkan contoh sarana yang berupa perangkat lunak, yaitu; lembar kerja, lembar tugas dan lain-lain.

Menurut Pujiati (2004: 4) menyatakan bahwa:

secara umum fungsi alat peraga adalah:

1) Sebagai media dalam menanamkan konsep-konsep fisika. 2) Sebagai media dalam memantapkan pemahaman konsep. 3) Sebagai media untuk menunjukkan hubungan antara konsep fisika dengan dunia di sekitar kita serta aplikasi konsep dalam kehidupan nyata.

Berdasarkan pengertian tersebut pengertian alat peraga adalah suatu alat yang dapat diserap oleh mata dan telinga dengan tujuan membantu guru agar proses belajar mengajar siswa lebih efektif dan efisien. Alat peraga dalam mengajar memegang peranan penting sebagai alat bantu untuk menciptakan keadaan proses belajar mengajar yang efektif. Proses belajar mengajar ditandai dengan adanya beberapa unsur seperti tujuan, bahan, metode dan alat, serta evaluasi. Unsur metode dan alat merupakan unsur yang tidak dapat dilepaskan dari unsur lainnya yang berfungsi sebagai cara atau teknik untuk mengantarkan sebagai bahan pelajaran agar sampai tujuan. Alat bantu atau alat peraga berperan penting dalam pembelajaran karena dengan adanya alat peraga, maka materi akan dengan mudah dipahami oleh siswa. Alat peraga sering disebut juga audio visual yang dapat diserap mata dan telinga. Dalam proses pembelajaran alat peraga dipergunakan untuk membantu guru agar proses belajar siswa lebih efektif dan efisien.

Penggunaan alat peraga merangsang imajinasi siswa dan memberikan kesan yang mendalam mengajar, seluruh panca indra perlu dirangsang dan terlibat, sehingga

tidak hanya secara teori, melainkan dapat mempraktekkan secara langsung dengan perbuatan. Panca indra yang sering dipakai dalam belajar yaitu telinga yang berfungsi untuk mendengar. Ilmu pendidikan berpendapat bahwa hanya sebagian kecil yang dapat diingat oleh siswa jika hanya mendengarkan penjelasan guru ketika mengajar suatu materi. Namun, jika diikuti dengan siswa melihat yang telah dijelaskan akan menjadikan siswa lebih paham dan tidak mudah untuk melupakan yang telah dipelajari.

Alat peraga yang digunakan dalam pembelajaran hendaknya terbuat dari bahan yang sederhana, ukurannya sesuai dengan ukuran siswa, tidak rumit dan sesuai dengan konsep pembelajaran serta mampu menumbuhkan konsep berpikir siswa.

Soelarko (1995: 6) dalam Winarti (2011) mengatakan bahwa:

tiap-tiap benda yang dapat menjelaskan suatu ide, prinsip, gejala, atau hukum alam dapat disebut alat peraga. Fungsi dari alat peraga ialah memvisualisasikan sesuatu yang tidak dapat dilihat atau sukar dilihat, hingga nampak jelas dan dapat menimbulkan pengertian atau meningkatkan persepsi seseorang.

Berdasarkan pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa fungsi alat peraga adalah untuk memperjelas suatu konsep yang abstrak sehingga lebih mudah untuk dipahami oleh siswa. Selain itu, alat peraga mampu meningkatkan persepsi siswa.

Sudjana (2002: 99-100) dalam Winarti (2011) menyatakan bahwa:

1) Penggunaan alat peraga dalam proses belajar mengajar bukan merupakan fungsi tambahan tetapi mempunyai fungsi tersendiri sebagai alat bantu untuk mewujudkan situasi belajar mengajar yang efektif. 2) Penggunaan alat peraga merupakan bagian yang integral dari keseluruhan situasi mengajar. 3) Alat peraga dalam pengajaran penggunaannya integral dengan tujuan dan isi pelajaran. 4) Alat peraga dalam pengajaran bukan semata-mata alat hiburan atau bukan sekedar pelengkap. 5) Alat peraga dalam pengajaran lebih diutamakan untuk mempercepat proses belajar

mengajar dan membantu siswa dalam menangkap pengertian yang diberikan guru.

Penggunaan alat peraga dalam pengajaran diutamakan untuk mempertinggi mutu belajar mengajar. Adanya alat peraga akan membantu siswa untuk menangkap pengertian yang dijelaskan oleh guru.

## **B. Metode Eksperimen**

Proses pembelajaran di sekolah yang hanya menggunakan metode ceramah kurang efektif bagi siswa karena hanya mendengarkan penjelasan dari guru.

Pembelajaran akan lebih efektif jika diiringi dengan metode eksperimen.

Penggunaan metode eksperimen yang akan menimbulkan pengalaman langsung bagi siswa.

Menurut Roestiyah (2001: 80) dalam Martiningsih menyatakan bahwa:

metode eksperimen adalah suatu cara mengajar, di mana siswa melakukan suatu percobaan tentang sesuatu hal, mengamati prosesnya serta menuliskan hasil percobaannya, kemudian hasil pengamatan itu disampaikan ke kelas dan dievaluasi oleh guru.

Penggunaan metode eksperimen mempunyai tujuan agar siswa mampu mencari dan menemukan sendiri berbagai jawaban atau persoalan-persoalan yang dihadapi dengan mengadakan percobaan sendiri. Siswa juga terlatih dalam cara berpikir yang ilmiah. Dengan melakukan eksperimen siswa menemukan bukti kebenaran dari suatu teori yang sedang dipelajarinya. Metode yang digunakan oleh guru mempengaruhi banyaknya penyerapan materi oleh siswa.

Djamarah dan Zain dalam Ismanto (2008: 13) menjelaskan bahwa:

metode eksperimen adalah cara penyajian pembelajaran, dimana siswa melakukan percobaan dengan mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari. Dalam pembelajaran dengan metode percobaan ini siswa diberi kesempatan untuk mengalami sendiri atau melakukan sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek, menganalisis, membuktikan dan menarik kesimpulan sendiri mengenai objek, keadaan atau proses sesuatu. Dengan demikian siswa dituntut untuk mengalami sendiri, mencari kebenaran, atau mencoba mencari suatu hukum atau dalil, dan menarik kesimpulan atau proses yang dialaminya itu.

Metode eksperimen identik dengan melakukan percobaan secara langsung oleh siswa di laboratorium siswa. Dengan demikian siswa akan mengalami secara langsung dan dapat menarik kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan.

Ismanto (2008: 14) menyatakan bahwa

dengan metode eksperimen siswa dapat melakukan suatu percobaan, melakukan pengamatan, melakukan analisis sehingga siswa benar-benar mengetahui fenomena-fenomena yang terjadi yang kemudian siswa mampu menyimpulkan dari hasil percobaan yang dilakukan. Dengan demikian, siswa tidak menerima langsung konsep dari guru, melainkan siswa membuktikan sendiri konsep yang dipelajari.

Keterlibatan siswa dalam mengalami sendiri pengetahuan akan mempengaruhi kemampuan siswa dalam mengkomunikasikan pengetahuannya. Mengalami sendiri pengetahuan, bagi siswa adalah faktor penting dalam pembelajaran. Siswa yang tidak mengalami sendiri pengetahuan misalnya hanya mendengar dari orang lain, membaca buku, dan lain-lain, akan menyulitkan siswa dalam memahami dan menghayati konsep ilmu. Sejalan dengan pemahaman demikian, metode eksperimen merupakan salah satu cara menjadikan siswa lebih dekat pada konsep ilmu tertentu sehingga konsep ilmu itu dapat dihayati, dipahami dan dikembangkan.

### **C. Pengembangan**

Pengembangan merupakan suatu proses perbaikan suatu produk lama menjadi produk baru. Dari hasil pengembangan ini diharapkan tercipta produk baru yang menarik dan bermanfaat untuk proses pembelajaran. Pengembangan memiliki pengertian lain yaitu menggali lebih dalam masalah yang sudah ada. Sedangkan Sukmadinata (2005: 164) dalam Winarti (2011) mengungkapkan bahwa:

penelitian dan pengembangan adalah proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada yang dapat dipertanggungjawabkan.

Penelitian pengembangan merupakan proses yang digunakan untuk mengembangkan suatu produk yang telah ada atau produk yang baru akan dibuat untuk pembelajaran di sekolah. Dalam pembuatan produk ini dilakukan melalui tahap-tahap yang berurutan, mulai dari penelitian produk yang akan dikembangkan, kemudian mengembangkannya lalu menguji coba produk ke lapangan. Setelah menguji coba ke lapangan, maka harus dilakukan revisi dari hasil uji lapangan tersebut.

Penelitian dan pengembangan merupakan jenis penelitian yang berorientasi pada pengembangan produk. Menurut Borg dan Gall dalam Setyosari (2010), mengemukakan bahwa:

penelitian pengembangan adalah suatu proses yang dipakai untuk mengembangkan dan memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan.

Berdasarkan pernyataan tersebut, langkah-langkah dalam pengembangan suatu produk, mengacu pada langkah sebelumnya hingga diperoleh suatu produk yang baru untuk proses belajar dalam dunia pendidikan.

Borg dan Gall dalam Winarti (2011), menyatakan bahwa:

prosedur penelitian pengembangan pada dasarnya terdiri dari dua tujuan utama, yaitu: (1) mengembangkan produk, dan (2) menguji keefektifan produk dalam mencapai tujuan. Tujuan pertama disebut sebagai fungsi pengembangan sedangkan tujuan kedua disebut sebagai validasi.

Penelitian pengembangan memiliki tujuan untuk mengembangkan produk yang telah ada atau membuat produk baru yang efektif untuk proses belajar sehingga dapat mencapai tujuan belajar.

Potter dalam winarti (2011), menjelaskan sepuluh prosedur penelitian pengembangan yang akan dijadikan pedoman dalam penelitian pengembangan yaitu sebagai berikut:

- 1) *Research and information collecting* (penelitian dan pengumpulan data) yang meliputi pengukuran kebutuhan, kaji pustakaan, pengamatan kelas).
- 2) *Planning* (perencanaan) yaitu merumuskan tujuan, penentuan urutan pembelajaran, dan langkah-langkah pembelajaran.
- 3) *Develop preliminary form of product* (pengembangan draf produk awal) yakni perumusan butir-butir materi, menganalisis indikator, dan perumusan alat ukur keberhasilan.
- 4) *Preliminary field testing* (Melakukan uji coba awal).
- 5) *Main product revision* (Melakukan revisi terhadap produk utama).
- 6) *Min field testing* (Melakukan uji lapangan utama).
- 7) *Operational product revision* (Melakukan revisi terhadap produk operasional).
- 8) *Operational field testing* (Melakukan uji lapangan operasional).
- 9) *Final product revision* (Melakukan revisi terhadap produk akhir).
- 10) *Disemination and implementation* (Mendesiminasikan dan mengimplementasikan produk)

Menurut Seels dan Richey dalam Setyosari (2010), dalam bentuk yang paling sederhana penelitian pengembangan ini dapat berupa:

- 1) Kajian tentang proses dan dampak rancangan pengembangan dan upaya-upaya pengembangan tertentu atau khusus.
- 2) Suatu situasi dimana seseorang melakukan atau melaksanakan rancangan, pengembangan pembelajaran atau kegiatan-kegiatan evaluasi dan mengkaji proses pada saat yang sama.
- 3) Kajian tentang rancangan, pengembangan dan proses evaluasi pembelajaran baik yang melibatkan komponen proses secara menyeluruh atau tertentu saja.

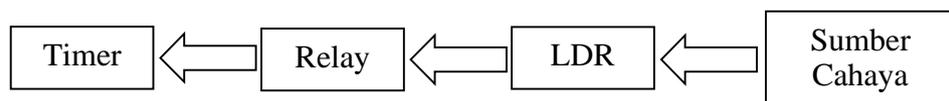
Tujuan dari penelitian pengembangan yaitu dapat menghasilkan produk baru yang dapat dipertanggungjawabkan hasilnya.

#### **D. Sensor Cahaya**

Sensor cahaya adalah suatu rangkaian yang sangat mudah untuk dibuat dan paling sering dijadikan sebagai percobaan. Komponen yang digunakan untuk membuat rangkaian ini sangat mudah untuk dicari di pasar-pasar dan harga dari komponen tersebut relatif tidak terlalu mahal.

Pada rangkaian sensor cahaya komponen yang digunakan sebagai saklar adalah relay. Komponen alat yang sensitif terhadap perubahan intensitas cahaya pada rangkaian sensor cahaya adalah LDR. LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah suatu komponen elektronika yang mempunyai sifat sama dengan resistor, namun pada LDR nilai resistansinya berubah-ubah sesuai dengan tingkat intensitas cahaya yang diterima LDR tersebut. Contoh aplikasi penggunaan sensor cahaya yang sering dijumpai adalah lampu taman. Lampu taman akan hidup pada malam karena intensitas cahaya rendah, sedangkan pada siang hari lampu akan mati sebab intensitas cahaya pada siang hari sangat tinggi.

Perhatikan diagram blok di bawah ini:



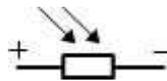
Gambar 2.2. Diagram blok sensor cahaya sebagai pewaktu

Pada gambar diagram di atas sumber cahaya yang mengenai LDR, yaitu alat yang sangat sensitif terhadap intensitas cahaya akan membuat relay hidup ketika ada

benda yang menghalangi jalannya cahaya menuju LDR. *Timer* akan memulai perhitungan waktu karena *timer* telah terhubung dengan relay

### **E. LDR (*Light Dependent Resistor*)**

LDR berfungsi untuk mengubah intensitas cahaya menjadi hambatan listrik. Semakin banyak cahaya yang mengenai permukaan LDR hambatan listrik semakin besar. LDR sebagai *receiver* akan menerima sumber cahaya dari transmitter yaitu laser.



Gambar 2.3. Simbol LDR

Sedangkan gambar LDR adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4. LDR (*Light Dependent Resistor*)

Fotoresistor dibuat dari semikonduktor beresistansi tinggi yang tidak dilindungi dari cahaya. Jika cahaya yang mengenainya memiliki frekuensi yang cukup tinggi, foton yang diserap oleh semikonduktor akan menyebabkan elektron memiliki energi yang cukup untuk meloncat ke pita konduksi. Elektron bebas yang dihasilkan (dan pasangan lubangnya) akan mengalirkan listrik, sehingga menurunkan resistansinya.

### **F. Laser**

Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) merupakan mekanisme suatu alat yang memancarkan radiasi elektromagnetik yang biasanya berupa cahaya yang tidak dapat dilihat dengan mata normal dan pancaran sinarnya tunggal. Sifat sinar laser adalah koheren yang menunjukkan sumber cahaya yang memancarkan panjang gelombang dengan frekuensi yang sama.

Warna dari sinar laser yang sering dijumpai adalah warna merah. Sinar ini dapat membahayakan mata seseorang apabila difokuskan kemata yang dapat mengakibatkan kebutaan sementara atau buta permanen. (Hewitt, 2002)

### ***G. Timer***

*Timer* atau pewaktu merupakan suatu alat seperti jam yang dapat dikontrol yang digunakan pada suatu pertandingan atau lomba. Alat ini dapat di hentikan sesaat (*pause*) kemudian dinyalakan kembali (*start*). Untuk kembali ke bentuk awal hanya menekan tombol *reset*, maka akan kembali ke angka nol.

### ***H. Society of Automotive Engineer (SAE)***

*Society of Automotive Engineer* atau biasa disebut SAE merupakan suatu lembaga standarisasi seperti ISO, DIN atau JIS yang khusus dalam bidang otomotif. Setiap oli pelumas memiliki kode khusus yang berbeda-beda untuk menentukan karakteristik viskositas atau kekentalan oli yang dibentuk oleh oleh SAE berupa sistem kode numerik.

Tingkat kekentalan atau viskositas dari *lubricant* digambarkan oleh SAE, contohnya SAE 15W40 untuk oli *multi grade* dan SAE 40 untuk oli *mono grade*. Nomor pertama (15W) menunjukkan tingkat viskositas pada temperature rendah

(W berasal dari kata *Winter* yang berarti dingin), sedangkan nomor kedua (40) menunjukkan tingkat viskositas pada temperatur yang tinggi.

Tabel 2.1. Koefisien Viskositas Zat Cair

<b>Approximate Viscosities of Common Materials (At Room Temperature 70°F)</b>	
<b>Material</b>	<b>Viscosity in Centipoise</b>
Water	1 cps
Milk	3 cps
SAE 10 Motor oil	85 – 140 cps
SAE 20 Motor oil	140-420 cps
SAE 30 Motor oil	420- 650 cps
SAE 40 Motor oil	650- 900 cps

([http://www.vp-scientific.com/Viscosity\\_Tables.htm](http://www.vp-scientific.com/Viscosity_Tables.htm). diambil pada tanggal 22

Oktober 2012)

Koefisien viskositas SAE 40 yaitu 650 cps diubah kedalam satuan internasional (SI) Pa.s menjadi  $650 \text{ cps} = 6,5 \text{ ps} = 0,65 \text{ Pa.s}$ . Tingkat kekentalan fluida dilihat dari kondisi iklim di Indonesia dapat dibagi menjadi empat jenis yaitu:

1. SAE20w50

SAE20w50 berarti oli yang masih dapat digunakan pada suhu dingin  $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $-15 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (kode 20w) dan pada suhu  $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan tingkat kekentalan tertentu.

2. SAE15w50

SAE15w50 berarti oli yang masih dapat digunakan pada suhu dingin  $-15^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $-20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (kode 15w) dan suhu  $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan tingkat kekentalan tertentu.

### 3. SAE10w40

SAE10w40 berarti oli yang masih dapat digunakan pada suhu dingin  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  sd  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  (kode 10w) dan suhu  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan tingkat kekentalan tertentu.

### 4. SAE15w40

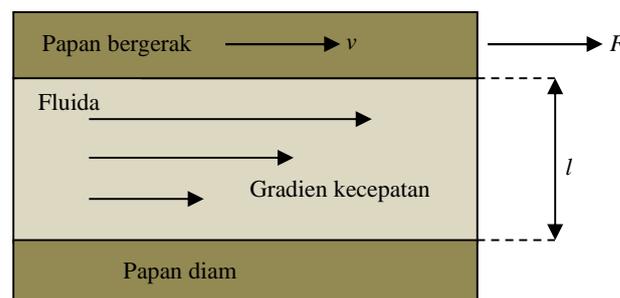
SAE15w40 berarti oli yang masih dapat digunakan pada suhu dingin  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (kode 15w) dan suhu  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan tingkat kekentalan tertentu .

## I. Materi

### 1. Viskositas

Permukaan zat padat yang bersentuhan menimbulkan gaya gesekan satu sama lain ketika keduanya bergerak. Dengan cara yang sama, gerakan dari lapisan fluida juga menimbulkan gesekan yang disebut viskositas fluida. Semakin besar viskositas, semakin susah suatu zat padat bergerak di dalamnya. Dalam kehidupan sehari-hari, viskositas kita kenal sebagai ukuran kekentalan fluida.

Viskositas dihasilkan oleh gaya kohesi antara molekul-molekul zat cair, sedangkan dalam gas, viskositas muncul sebagai akibat tumbukan antara molekul-molekul gas. Viskositas zat cair dapat ditentukan secara kuantitatif dengan besaran koefisien viskositas. ( $\eta$ ).



Gambar 2.5. Ilustrasi Menentukan Viskositas

Perhatikan gambar 2.5., di mana suatu lapisan fluida ditempatkan diantara dua papan, satu papan bergerak, sedangkan satu papan lagi diam. Fluida bersentuhan dengan masing-masing papan akibat adanya gaya adhesi antara papan dan fluida, sehingga ketika papan atas bergerak dengan kecepatan  $v$ , fluida di bagian atas juga bergerak dengan kecepatan sama. Sementara itu, fluida yang bersentuhan dengan papan yang diam juga diam. Dengan demikian, ada variasi kecepatan dalam fluida, dari nol sampai  $v$  tertentu. Jika kecepatan  $v$  ini dibagi dengan tebal lapisan  $l$ , maka besaran  $\frac{v}{l}$  disebut gradient kecepatan.

Menggerakkan papan yang atas diperlukan suatu gaya. Besar gaya yang diperlukan ini ternyata sebanding dengan luas permukaan kontak masing-masing papan  $A$ , sebanding dengan kecepatan  $v$ , dan berbanding terbalik dengan ketebalan lapisan  $l$  (jarak antara dua papan). Dari sini kita bisa menuliskan besar gaya yang diperlukan untuk menggerakkan papan:

$$F = \eta \frac{v}{l}$$

Satuan SI untuk koefisien viskositas adalah  $\text{N s/m}^2$ , yang disebut pascal sekon.

Tabel 2.2. Koefisien viskositas berbagai fluida

Fluida	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Koefisien Viskositas $h$ (Pas)
Air	0	$1,8 \times 10^{-3}$
	20	$1,0 \times 10^{-3}$
	100	$0,3 \times 10^{-3}$

Fluida	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Koefisien Viskositas $h$ (Pas)
Darah	37	$4 \times 10^{-3}$
Plasma darah	37	$1,5 \times 10^{-3}$
Etil alcohol	20	$1,2 \times 10^{-3}$
Oli (SAE 10)	30	$200 \times 10^{-3}$
Gliserin	20	$1500 \times 10^{-3}$
Udara	20	$0,018 \times 10^{-3}$
Hidrogen	0	$0,009 \times 10^{-3}$
Uap air	100	$0,013 \times 10^{-3}$

(Foster, 2004)

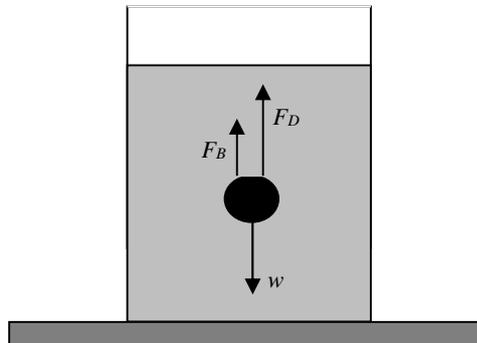
## 2. Hukum Stokes dan Kecepatan Terminal

Rumusan matematis untuk menghitung besarnya gaya viskositas untuk benda yang bentuknya tak teratur tentu saja sulit. Menurut **Sir George Stokes**, gaya hambat ( $F_D$ ) yang dialami oleh suatu bola berjari-jari  $R$  yang bergerak dengan kecepatan konstan  $v$  di dalam fluida dengan koefisien viskositas  $\eta$  adalah:

$$F_D = 6\eta \dots\dots\dots(11.15)$$

Perhatikan sebuah bola yang jatuh dalam fluida pada gambar 2.6. Gaya-gaya yang bekerja padanya adalah gaya berat  $w$ , gaya apung  $F_B$ , dan gaya hambat akibat viskositas  $F_D$ . Ketika bola ini dijatuhkan, ia bergerak dipercepat. Namun, ketika kecepatannya bertambah, gaya hambat akibat viskositas  $F_D$  juga bertambah.

Akibatnya, pada suatu saat bola mencapai keadaan setimbang sehingga bergerak dengan kecepatan konstan, yang disebut **kecepatan terminal**. Pada kecepatan terminal ini resultan gaya yang bekerja pada bola sama dengan nol. Pernyataan ini dikenal sebagai **Hukum Stokes**.



Gambar 2.6. Gaya-gaya yang bekerja pada sebuah bola dalam fluida

Sumbu vertikal ke atas sebagai sumbu positif, maka pada saat kecepatan terminal tercapai berlaku

$$F_D + F_B - w = 0 \quad \dots\dots\dots(i)$$

Gaya hambat  $F_D$  diberikan oleh persamaan (11.15), yaitu  $F_D = 6 \eta \quad$  ; gaya apung  $F_B$  diberikan oleh persamaan (11.15)  $F_B = \rho_f \quad g$  ; dan gaya berat  $w = mg$ . Dengan demikian, persamaan di atas menjadi

$$6 \eta \quad + \rho_f \quad g - mg = 0 \quad \dots\dots\dots(ii)$$

$V$  adalah volume fluida yang dipindahkan, maka  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ . Sementara itu, massa bola bisa dinyatakan dalam jari-jari bola  $R$  dan massa jenis bola  $\rho_b$  , yaitu:

$$m = \rho_b \quad V_b = \rho_b \quad \left(\frac{4}{3} \pi R^3\right)$$

Mensubstitusikan persamaan-persamaan ini ke dalam persamaan (ii) diperoleh:

$$6 \eta \quad + \rho_f \quad \left(\frac{4}{3} \pi R^3\right) g - \rho_b \quad \left(\frac{4}{3} \pi R^3\right) g = 0$$

$$v = \frac{2R^2g}{9\eta} (\rho_b - \rho_f) \dots\dots\dots(11.16)$$

Persamaan (11.16) adalah rumus yang digunakan untuk menghitung kecepatan terminal jika viskositas diketahui. Jika yang ingin diketahui adalah viskositasnya (biasanya dilakukan dalam percobaan), maka persamaan (11.16) bisa dituliskan sebagai

$$v = \frac{2R^2g}{9\eta} (\rho_b - \rho_f) \dots\dots\dots(11.17)$$

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida. Makin besar viskositas suatu fluida, makin sulit suatu fluida mengalir dan makin sulit suatu benda bergerak di dalam fluida tersebut. Satuan SI untuk koefisien viskositas adalah  $\text{Ns/m}^2$  atau pascal sekon (Pa s).

Apabila suatu benda bergerak dengan kelajuan  $v$  dalam suatu fluida kental yang koefisien viskositasnya  $\eta$ , maka benda tersebut akan mengalami gaya gesekan fluida sebesar  $F_s = k \eta v$ , dengan  $k$  adalah konstanta yang bergantung pada bentuk geometris benda. Berdasarkan perhitungan laboratorium, pada tahun 1845, Sir George Stoker menunjukkan bahwa untuk benda yang bentuk geometrisnya berupa bola nilai  $k = 6 \eta R$ . Bila nilai  $k$  dimasukkan ke dalam persamaan, maka diperoleh persamaan yang dikenal sebagai *hukum Stokes*.

$$F_s = 6\pi$$

Keterangan:

$F_s$  : gaya gesekan stokes (N)

$\eta$  : koefisien viskositas fluida (Pa s)

$R$  : jari-jari bola (m)

$v$  : kelajuan bola (m/s)

Viskositas suatu fluida adalah ukuran berapa besar tegangan geser dibutuhkan untuk menghasilkan laju geser satu. Satuannya adalah satuan tegangan per satuan laju geser, atau Pa . det dalam SI. Satuan SI yang lain dalam N . det/m<sup>2</sup> (atau kg/m . det) disebut *poiseuille* (P1): 1 P1 = 1 kg/m . det = 1 Pa . det. Satuan-satuan lain yang digunakan adalah *poise* (P), dimana 1 P = 0,1 P1, dan *centipoises* (cP), dimana 1 cP = 10<sup>-3</sup> P1. Sebuah fluida yang kental (*viscous*), seperti aspal, memiliki  $\eta$  yang besar.

Benda yang dijatuhkan pada zat cair tanpa kecepatan awal akan mendapatkan percepatan dengan gaya-gaya yang bekerja, yaitu:

$$\sum F = W - F_A - F_f = m \cdot a$$

W adalah gaya berat,  $F_A$  adalah gaya angkat ke atas dan  $F_f$  adalah gaya gesek fluida. Gaya gesek fluida disebut juga gaya gesek Newton yang dialami oleh benda berbanding lurus dengan kecepatan. Cairan dalam hal ini disebut cairan Newton. Apabila benda berbentuk bola, menurut Stokes semakin besar kecepatan, maka gaya gesek juga akan semakin besar sehingga suatu saat terjadi kesetimbangan dinamis (benda bergerak tanpa percepatan. Setiap benda yang bergerak dalam suatu fluida (zat cair atau gas) akan mendapatkan gaya gesekan yang disebabkan oleh kekentalan fluida tersebut. Gaya gesekan ini sebanding dengan kecepatan relatif benda terhadap fluida.

Syarat-syarat yang diperlukan agar hukum Stokes dapat berlaku adalah;

1. Ruang tempat fluida terbatas
2. Tidak ada turbulensi di dalam fluida
3. Kecepatan  $v$  tidak besar sehingga aliran masih linier



Gambar 2.7. Gerakan bola ketika kecepatan konstan

Sebuah benda padat berbentuk bola dilepas pada permukaan zat cair bola tersebut akan mendapatkan percepatan. Dengan bertambahnya kecepatan bola, maka gaya Stokes yang bekerja padanya juga bertambah besar sehingga akhirnya bola akan bergerak dengan kecepatan tetap, yaitu setelah terjadi kesetimbangan gaya-gaya berat, Archimedes dan Stokes pada bola tersebut.

Apabila bola bergerak dengan kecepatan tetap, maka persamaan yang berlaku:

$$v = \frac{2R^2g}{9\eta} (\rho_b - \rho_f)$$

Cara untuk mendapatkan gerak bola sehingga bola bergerak dalam kecepatan konstan, yaitu dengan cara menjatuhkan minimal 3 jenis kelereng yang berbeda ukuran ke dalam tabung yang berisi fluida. Maka akan terlihat dua macam jenis gerakan bola, yaitu gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan. Dua macam gerak bola jatuh ini akan terlihat pada ketinggian yang berbeda pula.