

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Pengembangan

Penelitian adalah suatu kegiatan pencarian, penyelidikan, dan percobaan secara alamiah dalam bidang tertentu untuk mendapatkan suatu informasi yang datanya dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah yang menjadi pusat perhatian peneliti. Setiap penelitian mempunyai tujuan dan kegunaan tertentu.

Sugiyono (2011: 243) menjelaskan bahwa secara umum tujuan penelitian ada tiga macam, yaitu yang bersifat penemuan, pembuktian dan pengembangan.

Penemuan berarti data yang diperoleh dari penelitian itu adalah data yang benar-benar baru yang sebelumnya belum pernah diketahui. Pembuktian berarti data yang diperoleh itu digunakan untuk membuktikan adanya keragu-raguan terhadap informasi atau pengetahuan tertentu. Sementara pengembangan berarti memperdalam dan memperluas pengetahuan yang telah ada.

Penelitian dan pengembangan merupakan konsep yang relatif masih baru di bidang pendidikan. Munawaroh (2011:1) menjelaskan bahwa:

Penelitian merupakan kegiatan pengumpulan, pengolahan, analisis, dan penyajian data yang dilakukan secara sistematis dan objektif untuk memecahkan suatu persoalan atau ingin menguji suatu hipotesis untuk mengembangkan prinsip-prinsip umum, sedangkan pengembangan adalah

proses atau cara yang dilakukan untuk mengembangkan sesuatu menjadi baik atau sempurna.

Jika arti penelitian dan pengembangan dikaitkan menjadi satu kata utuh yaitu penelitian pengembangan, maka dapat diartikan sebagai kegiatan pengumpulan, pengolahan, analisis dan penyajian data yang dilakukan secara sistematis dan objektif yang disertai dengan kegiatan mengembangkan sebuah produk untuk mengembangkan sesuatu menjadi lebih baik atau sempurna.

Penelitian pengembangan bertujuan untuk menghasilkan sebuah produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada yang dapat dipertanggungjawabkan. Produk yang dihasilkan tidak harus berbentuk perangkat keras (*hardware*), namun juga dapat berupa benda yang tidak kasat mata atau perangkat lunak (*software*). Produk yang dihasilkan (dalam dunia pendidikan) dapat berupa model pembelajaran, multimedia pembelajaran atau perangkat pembelajaran, seperti RPP, buku, LKS, soal-soal, dan lain-lain atau bisa juga penerapan teori pembelajaran dengan menggabungkan pengembangan perangkat pembelajaran.

B. Lembar Kerja Siswa (LKS)

LKS merupakan salah satu sumber belajar untuk membantu siswa dalam mencapai kompetensi dasar yang diharapkan di dalam proses pembelajaran. LKS memuat kegiatan-kegiatan mendasar yang harus dilakukan oleh siswa untuk memahami dan membentuk kemampuan dasar sesuai dengan indikator pencapaian. LKS harus dibuat oleh guru bidang studi yang bersangkutan agar kegiatan pembelajaran disesuaikan dengan situasi dan kondisi pembelajarannya,

sehingga keberadaan LKS membuat siswa dapat memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian yang ditempuh.

Suyitno dalam Ahliswiwite (2007) memaparkan bahwa manfaat yang diperoleh dengan menggunakan LKS dalam proses pembelajaran sebagai berikut:

- (1) mengaktifkan peserta didik dalam proses pembelajaran;
- (2) membantu peserta didik dalam mengembangkan konsep;
- (3) melatih peserta didik dalam menemukan dan mengembangkan keterampilan proses;
- (4) sebagai pedoman guru dan peserta didik dalam melaksanakan proses pembelajaran;
- (5) membantu peserta didik memperoleh catatan tentang materi yang dipelajari melalui kegiatan belajar; dan
- (6) membantu peserta didik untuk menambah informasi tentang konsep yang dipelajari melalui kegiatan belajar secara sistematis.

LKS dibuat sebagai penuntun siswa dalam melakukan praktikum, sehingga guru berperan sebagai pembimbing agar praktikum berjalan dengan baik. Indrianto dalam Ahliswiwite (2007) menyatakan bahwa ada dua macam LKS yang dikembangkan dalam pembelajaran di sekolah, yaitu:

- (1) LKS tak berstruktur adalah lembaran yang berisi sarana untuk materi pelajaran, sebagai alat bantu kegiatan peserta didik yang dipakai untuk menyampaikan pelajaran. LKS merupakan alat bantu mengajar yang dapat dipakai untuk mempercepat pembelajaran, memberi dorongan belajar pada tiap individu, berisi sedikit petunjuk tertulis atau lisan untuk mengarahkan kerja pada peserta didik; dan
- (2) LKS berstruktur memuat informasi, contoh, dan tugas-tugas. LKS ini dirancang untuk membimbing peserta didik dalam satu program kerja atau mata pelajaran, dengan sedikit atau sama sekali tanpa bantuan pembimbing untuk mencapai sasaran pembelajaran. Pada LKS telah disusun petunjuk dan pengarahannya, LKS ini tidak dapat menggantikan peran guru dalam kelas. Guru tetap mengawasi kelas, memberi semangat dan dorongan belajar, dan memberi bimbingan pada setiap peserta didik.

LKS berstruktur merupakan jenis LKS yang menjadi pusat perhatian peneliti dalam melakukan penelitian ini. LKS ini dirancang agar dapat membantu siswa menemukan suatu konsep berdasarkan percobaan yang dilakukan dengan sedikit bantuan pembimbing untuk mencapai indikator yang diharapkan. Dengan demikian, siswa diharapkan mampu meningkatkan keterampilannya dalam memahami suatu konsep sains.

Depdiknas dalam Rusdi (2008) menyatakan bahwa langkah-langkah dalam persiapan pembuatan LKS sebagai berikut:

- (1) analisis kurikulum adalah analisis yang dilakukan dengan memperhatikan materi pokok, pengalaman belajar siswa, dan kompetensi yang harus dicapai siswa;
- (2) menyusun peta kebutuhan LKS yaitu peta kebutuhan LKS yang berguna untuk mengetahui jumlah kebutuhan LKS dan urutan LKS;
- (3) menentukan judul-judul LKS yakni judul LKS harus sesuai dengan KD, materi pokok, dan pengalaman belajar;
- (4) penulisan LKS: langkah-langkahnya adalah (a) perumusan KD yang harus dikuasai; (b) menentukan alat penilaian; (c) penyusunan materi dari berbagai sumber; (d) memperhatikan struktur LKS yang meliputi judul, petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, tugas dan langkah-langkah kerja, dan penilaian.

Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa serangkaian kegiatan sebelum persiapan LKS seperti analisis kurikulum, analisis kebutuhan, dan menentukan judul LKS yang sesuai dengan kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) perlu dilakukan sebelum pembuatan LKS yang akan dikembangkan.

C. Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan suatu komponen sumber belajar yang mengandung materi terstruktur yang dapat merangsang siswa untuk berpikir dan memusatkan perhatiannya, sehingga proses belajar dapat terjadi. Kata media

berasal dari bahasa latin dan merupakan bentuk jamak dari kata medium yang secara harfiah berarti perantara atau pengantar.

Berikut ini adalah beberapa definisi mengenai media menurut Sadiman, dkk.

(2010: 6) diantaranya:

(1) Asosiasi Teknologi dan Komunikasi Pendidikan (*Association of Education and Communication Technology-AECT*) di Amerika, membatasi media sebagai segala bentuk dan saluran yang digunakan orang untuk menyalurkan pesan/informasi; (2) Gagne menyatakan bahwa media adalah berbagai jenis komponen dalam lingkungan siswa yang dapat merangsangnya untuk belajar; sedangkan (3) Briggs berpendapat bahwa media adalah segala alat fisik yang dapat menyajikan pesan serta merangsang siswa untuk belajar. Buku, film, kaset, film bingkai adalah contoh-contohnya.

Pendapat Sudrajat (2008: 2), terdapat berbagai jenis media belajar antara lain:

(1) media visual: grafik, diagram, *chart*, bagan, poster, kartun, komik; (2) media audial: radio, *tape recorder*, laboratorium bahasa, dan sejenisnya; (3) *projected still media: slid, over head proyektor (OHP), in focus* dan sejenisnya; dan (4) *projected motion media: film, televisi, video (VCD, DVD, VTR), komputer, dan sejenisnya.*

Susilana (2007: 6) mengemukakan bahwa media pembelajaran terdiri dari dua unsur yang saling berkaitan, yaitu unsur peralatan atau perangkat keras (*hardware*) dan unsur pesan yang dibawanya atau perangkat lunak (*message/software*). Media pembelajaran memerlukan peralatan untuk menyajikan pesan atau konten yang dalam bentuk perangkat keras seperti komputer, televisi, proyektor, dan perangkat lunak seperti program atau aplikasi yang digunakan dalam perangkat keras.

Berdasarkan pendapat-pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang dapat menyalurkan pesan dan dapat merangsang kemauan, sehingga dapat mendorong terciptanya proses belajar pada diri siswa. Berbagai jenis media pembelajaran ini memberikan kemudahan bagi

siswa untuk belajar dikarenakan setiap siswa memiliki cara/ metode belajar yang berbeda-beda. Dengan demikian, pembelajaran menjadi bervariasi, sehingga dapat menimbulkan motivasi belajar, interaksi secara langsung antara siswa dan lingkungannya, dan dapat meningkatkan kedisiplinan siswa untuk belajar sendiri sesuai dengan kemampuan dan minatnya.

D. Laboratorium virtual

Perkembangan teknologi yang sangat pesat berpengaruh dalam dunia pendidikan. Perkembangan ini dimulai dari negara maju, sehingga Indonesia sebagai negara berkembang perlu menyejajarkan diri dengan negara-negara yang sudah maju tersebut. Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan semakin mendorong upaya-upaya pembaharuan pemanfaatan teknologi dalam proses belajar. Choiron (2013) menyatakan bahwa perkembangan *Information Communication and Technology* (ICT) menjadi potensi yang sangat besar untuk meningkatkan kualitas pendidikan, karena teknologi dapat menyimpan informasi tentang segala hal yang tak terbatas, maka hal ini dapat dimanfaatkan untuk kepentingan pengembangan pendidikan yang tidak lagi dibatasi oleh ruang dan waktu. Oleh karena itu, pemanfaatan ICT diperlukan dalam rangka efektivitas dan efisiensi pembelajaran bagi siswa.

Yusuf (2010) mengemukakan: “Pemanfaatan ICT di lembaga-lembaga pendidikan, baik formal maupun non formal meliputi komputer, laptop, *network computer, printer, scanner, video/ DVD player, digital camera, tape/ CD*, dan *interactive whiteboards/ smartboard*”. Berkaitan dengan hal tersebut, komputer

menjadi salah satu alat pendukung dalam meningkatkan mutu pembelajaran. Penggunaan komputer saat ini mulai dirasakan manfaatnya baik bagi siswa maupun guru pada proses pembelajaran.

Choiron (2013) memaparkan bahwa komputer efektif digunakan dalam melaksanakan pembelajaran, dikarenakan: (1) dapat memperluas dan mempermudah akses informasi dalam pembelajaran dengan cepat; (2) dapat membantu memvisualisasikan materi-materi yang bersifat abstrak; (3) dapat menampilkan materi pembelajaran menjadi lebih menarik; dan (4) memungkinkan terjadinya interaksi dengan materi yang sedang dipelajari. Berdasarkan hal tersebut, pemanfaatan komputer dengan optimal dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami materi pelajaran.

Rusman & Cepi (2012:96) memaparkan bahwa secara garis besar komputer dimanfaatkan pada dua macam penerapan, yaitu pembelajaran dengan bantuan komputer (*Computer Assisted Instruction-CAI*) dan pembelajaran berbasis komputer (*Computer Based Instruction-CBI*). Pada CAI, komputer berfungsi untuk membantu proses pembelajaran dalam menyampaikan materi yang sudah diprogramkan, sehingga peran guru tidak semuanya dihilangkan dan komputer hanya berperan sebagai pendamping guru dalam menyampaikan materi. Sementara pada CBI, komputer berfungsi sebagai perangkat sistem pembelajaran untuk mengomunikasikan materi, sehingga siswa dapat berperan lebih aktif dan dapat belajar secara mandiri dalam mempelajari suatu materi.

Penggunaan komputer sebagai CAI pada pembelajaran lebih cenderung untuk memudahkan guru untuk menampilkan dalam menyampaikan materi, contohnya penggunaan *Ms. power point* untuk mempresentasikan materi, *media player* untuk menampilkan materi dalam bentuk audio dan audiovisual, penggunaan *PDF reader* untuk menampilkan buku sekolah elektronik, dan lain-lain. Penggunaan komputer sebagai CBI membuat komputer sebagai pusat kegiatan pembelajaran siswa dengan menggunakan program komputer yang berisi tentang materi dan evaluasi pembelajaran, contoh pembelajaran dengan menggunakan multimedia pembelajaran interaktif, kuis interaktif, laboratorium virtual, dan lain-lain.

Sistem komputer dapat menyampaikan secara individual kepada siswa dengan cara berinteraksi dengan mata pelajaran yang diprogramkan ke dalam sistem komputer untuk mencapai ketuntasan dalam belajar. Dalam hal ini, pembelajaran dengan menggunakan laboratorium virtual termasuk ke dalam pembelajaran berbasis komputer (CBI). Hal ini dikarenakan komputer menjadi pusat kegiatan siswa dengan mengoperasikan aplikasi laboratorium virtual yang dapat menyampaikan isi/ materi pelajaran kepada siswa di kelas.

Imron (2012) mengemukakan bahwa laboratorium virtual atau bisa disebut dengan istilah *virtual labs* adalah serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak (*software*), yang dioperasikan dengan komputer dan dapat mensimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya. Pengembangan laboratorium virtual ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan belajar yang dialami oleh siswa, dan

mengatasi permasalahan biaya dalam pengadaan alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan kegiatan praktikum bagi sekolah-sekolah yang kurang mampu.

Farreira dalam Imron (2012) menyatakan bahwa beberapa manfaat yang dapat diperoleh dengan menggunakan laboratorium virtual adalah:

(1) mengurangi keterbatasan waktu; (2) ekonomis; (3) meningkatkan kualitas eksperimen karena memungkinkan untuk diulang untuk memperjelas keraguan dalam pengukuran di laboratorium; (4) meningkatkan efektivitas pembelajaran; dan (5) meningkatkan keamanan dan keselamatan.

Melalui pembelajaran multimedia berbasis laboratorium virtual, proses pembelajaran menjadi lebih menarik, lebih interaktif, jumlah waktu mengajar dapat dikurangi, kualitas belajar dapat ditingkatkan, dan proses belajar mengajar dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja.

Salah satu aplikasi pembelajaran berbasis laboratorium virtual adalah simulasi PhET. Tim PhET (2015) menjelaskan bahwa *Physics Education Technology* (PhET) merupakan sebuah situs yang menyediakan simulasi pembelajaran fisika, biologi, matematika, dan kimia yang diberikan secara gratis oleh Universitas Colorado untuk kepentingan pengajaran di kelas atau dapat digunakan untuk kepentingan belajar individu. Simulasi dalam PhET dioperasikan dengan *Java* dan *Flash*, dan dapat dijalankan menggunakan *browser web* standar.

Proyek PhET di Universitas Colorado telah mengembangkan serangkaian simulasi yang sangat menguntungkan dalam pengintegrasian teknologi komputer ke dalam pembelajaran. Simulasi dirancang secara interaktif, sehingga penggunaanya dapat

melakukan pembelajaran secara langsung. Berdasarkan hal tersebut, simulasi PhET dapat dijadikan suatu pendekatan pembelajaran yang membutuhkan keterlibatan dan interaksi dengan siswa dan membuat pembelajaran lebih menarik karena siswa dapat belajar sekaligus bermain pada simulasi tersebut.

Hal tersebut dibuktikan dari penelitian yang dilakukan oleh Nur (2013: 162-166) menyatakan bahwa kelas yang menggunakan perangkat pembelajaran bersinergi dengan simulasi PhET, hasil belajar siswa lebih baik dibandingkan dengan siswa yang tanpa menggunakan simulasi PhET. Respon siswa terhadap pembelajaran fisika dengan laboratorium virtual secara umum tertarik dan merasa antusias. Seluruh siswa yang berjumlah 20 anak tuntas semua setelah mengikuti pembelajaran, yaitu berupa hasil belajar kognitif, afektif, dan psikomotor siswa pada materi fluida bergerak sangat baik.

Selain itu, Podolefsky, dkk. (2010) menyatakan:

Interactive simulations can be engaging tools for student learning, allowing students to explore phenomena by asking questions and seeking answers through use of the simulation. PhET simulations allow this process to happen dynamically so that students can continuously probe and explore the underlying science.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, diketahui bahwa simulasi PhET efektif digunakan pada pembelajaran karena simulasi yang ditampilkan dapat menggambarkan fenomena materi, sehingga siswa tertarik untuk mengajukan pertanyaan mengenai materi yang dipelajari. Simulasi PhET memungkinkan proses belajar yang dinamis, sehingga siswa dapat terus menyelidiki dan mendalami materi.

Penelitian lain mengenai simulasi PhET dilakukan oleh Adams, dkk. (2008) menemukan bahwa ketika siswa berinteraksi dengan simulasi PhET saat pembelajaran berlangsung, siswa dapat menggambarkan materi yang awalnya sulit untuk dipahami. Desain pada simulasi yakni memiliki tata letak, penggunaan alat, bantuan, dan representasi percobaan yang sebenarnya dengan baik, sehingga efektif pada proses pembelajaran.

E. Hakikat Kurikulum 2013 dengan Pendekatan Saintifik

Kurikulum sangat penting untuk dunia pendidikan karena merupakan kunci utama untuk mencapai sukses dalam dunia pendidikan. Kurikulum memberikan pedoman kepada guru untuk menyusun dan melaksanakan program pembelajaran. Kurikulum 2013 diperlukan untuk mendukung kegiatan pembelajaran yang memihak pada siswa, yang memungkinkan siswa berbuat aktif. Kurikulum ini harus menitikberatkan pada kebutuhan siswa, sehingga kegiatan pembelajaran mencapai sasaran dan tujuan belajar.

Pendekatan ilmiah dalam pembelajaran merujuk pada pandangan bahwa pembelajaran pada kurikulum 2013 merupakan proses ilmiah. Pendekatan ilmiah dipandang paling cocok dalam pengembangan pengetahuan, sikap, dan keterampilan siswa. Pada pendekatan atau proses kerja ilmiah, para ilmuwan lebih mengedepankan penalaran induktif (*inductive reasoning*) ketimbang penalaran deduktif (*deductive reasoning*). Penalaran deduktif dilakukan dengan mengamati fenomena umum untuk menarik kesimpulan yang spesifik. Sebaliknya, penalaran

induktif dilakukan dengan mengamati fenomena atau situasi spesifik untuk menarik kesimpulan secara keseluruhan.

Nasution (2013) mengemukakan bahwa:

Pembelajaran terdapat dua jenis pendekatan, yaitu: pendekatan pembelajaran yang berorientasi atau berpusat pada siswa (*student centered approach*) dan pendekatan pembelajaran yang berorientasi atau berpusat pada guru (*teacher centered approach*).

Pembelajaran berpusat pada siswa menjadi pendekatan yang diterapkan bagi pembelajaran kurikulum 2013 yang mendahulukan kepentingan dan kemampuan siswa. Pembelajaran ini harus memberi ruang bagi siswa untuk belajar menurut ketertarikannya, kemampuan pribadinya, dan gaya belajar siswa. Guru berperan sebagai fasilitator yang harus mampu membangkitkan ketertarikan siswa terhadap suatu materi belajar, dan menyediakan beraneka metode belajar yang paling sesuai bagi siswa.

Dalam hal ini, pendekatan saintifik merupakan pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa. Berdasarkan Permendikbud Nomor 81 A Tahun 2013 (2013: 34) tentang pembelajaran dengan pendekatan saintifik, siswa mengkonstruksi pengetahuan bagi dirinya sendiri. Bagi siswa, pengetahuan yang dimilikinya bersifat dinamis, berkembang dari sederhana menuju kompleks, dari ruang lingkup dirinya dan di sekitarnya menuju ruang lingkup yang lebih luas, dan dari yang bersifat konkrit menuju abstrak. Sebagai manusia yang sedang berkembang, siswa akan mengalami empat tahap perkembangan intelektual, yaitu sensori motor, praoperasional, operasional konkrit, dan operasional formal.

Berdasarkan Permendikbud Nomor 69 Tahun 2013 (2013: 3), kurikulum 2013 dirancang dengan karakteristik “Mengembangkan sikap, pengetahuan, dan keterampilan serta menerapkannya dalam berbagai situasi di sekolah dan masyarakat”. Oleh karena itu, kurikulum 2013 mengarahkan guru untuk melakukan penilaian secara autentik yang mencakup penilaian kognitif, afektif dan psikomotor. Penilaian dapat diartikan sebagai proses penafsiran atas berbagai data tentang hasil belajar siswa. Tujuan penilaian adalah untuk mengetahui tingkat penguasaan atau pencapaian tujuan dan untuk menentukan tindak lanjut yang mungkin diberikan atas tingkat pencapaian tujuan pembelajaran. Penilaian autentik mencakup penilaian sikap siswa sebagai efek penyertaan selama proses pembelajaran. Sikap-sikap yang dimaksud dinyatakan dalam KI 1 (spiritual) dan KI 2 (sosial) secara tertulis dalam silabus.

Berdasarkan Permendikbud Nomor 66 Tahun 2013 tentang standar penilaian, pendidik melakukan penilaian kompetensi sikap melalui observasi, penilaian diri (*self assessment*), penilaian teman sejawat (*peer assessment*), dan jurnal. Instrumen yang digunakan untuk observasi, penilaian diri, dan penilaian antarsiswa adalah dengan daftar cek atau skala penilaian yang disertai rubrik, sedangkan pada jurnal berupa catatan pendidik.

Kosasih (2014: 136-137) mengemukakan bahwa:

Penilaian diri merupakan cara untuk melatih siswa dalam mengukur kejujuran terkait dengan sikap-sikap tertentu yang ada pada dirinya. Cara ini dapat dikategorikan sebagai bentuk refleksi setiap siswa atas kegiatan yang telah dilakukannya. Sementara penilaian antarsiswa merupakan penilaian yang dilakukan siswa yang satu menilai siswa lainnya terkait dengan sikap-sikap tertentu.

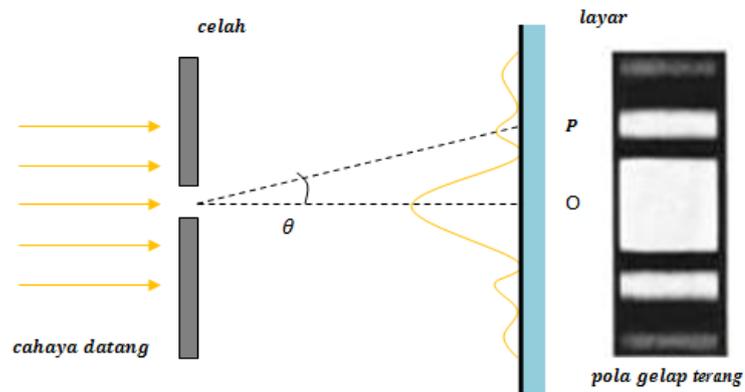
Penilaian sikap dengan kedua jenis tersebut bermanfaat bagi siswa dan guru. Siswa akan mengetahui perkembangan sikapnya selama proses pembelajaran, sehingga dapat memperbaiki sikap yang belum tercapai, sedangkan guru dapat memanfaatkan penilaian tersebut sebagai pelengkap atas data yang didapatkannya melalui penilaian observasi.

F. Optik Fisis

Optika fisis adalah cabang studi cahaya yang mempelajari sifat-sifat cahaya yang tidak terdefiniskan oleh optik geometris dengan pendekatan sinarnya. Optik fisis membahas tentang polarisasi, dispersi, difraksi, dan interferensi cahaya. Pada penelitian ini, fokus materi yang dibahas adalah mengenai difraksi dan interferensi cahaya.

1. Difraksi cahaya

Pada pelajaran gerak gelombang, telah diperkenalkan bahwa gelombang permukaan air yang melewati sebuah penghalang berupa sebuah celah sempit akan mengalami lenturan (difraksi). Menurut prinsip Huygens, tiap bagian celah berlaku sebagai sebuah sumber gelombang. Dengan demikian, cahaya dari satu bagian celah dapat berinterferensi dengan cahaya dari bagian lainnya dan intensitas resultannya pada layar bergantung pada arah θ . Suatu bidang celah sempit disinari berkas cahaya monokromatik yang sejajar, maka sinar-sinar akan mengalami pembelokan sehingga bentuk muka gelombangnya mengalami perubahan seperti pada gambar di bawah ini.

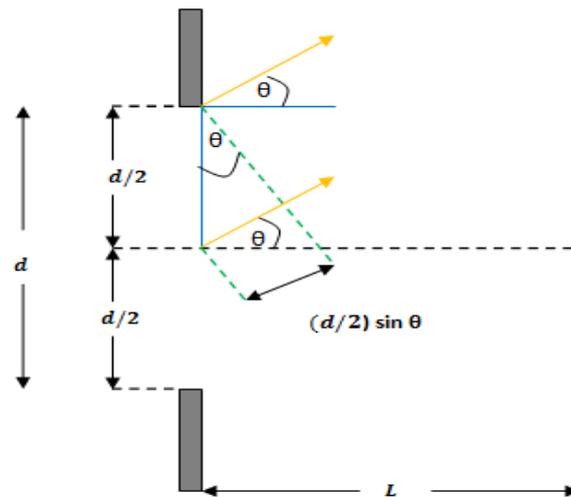


Sumber: www.sefria.web.unair.ac.id

Gambar 1. Cahaya yang melewati celah sempit

Pada layar yang diletakkan sejajar celah akan terbentuk pola interferensi sebagai akibat difraksi yang terdiri dari garis terang dan garis gelap. Garis terang yang paling lebar terjadi di O (pusat layar), sedangkan garis terang yang lebih sempit terjadi di P diantara titik-titik tersebut terdapat garis gelap.

Sinar-sinar yang menuju titik O ini menempuh lintasan yang sama panjang L , sehingga di tempat itu terjadi garis terang. Garis terang yang lain dalam arah θ secara umum dapat terjadi bila selisih lintasan cahaya merupakan kelipatan bilangan ganjil dari setengah panjang gelombang ($1/2 \lambda$). Berdasarkan penjelasan tersebut, berikut ini merupakan diagram sinar saat terjadinya difraksi cahaya.



Sumber: Walker (2010 :990)

Gambar 2. Difraksi celah tunggal

Interferensi minimum (pita gelap) terjadi jika kedua gelombang berbeda fase 180° atau beda lintasannya sama dengan setengah panjang gelombang:

$$\frac{d}{2} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$$

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{d} \quad (2.1)$$

Jika celah dibagi menjadi empat bagian dan memakai cara yang sama, maka diperoleh pita gelap:

$$\frac{d}{4} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$$

$$\sin \theta = \frac{2\lambda}{d} \quad (2.2)$$

Secara umum dapat dinyatakan bahwa pita gelap ke- n terjadi jika:

$$d \sin \theta = n \lambda \text{ dengan } n = 1, 2, 3, \dots \quad (2.3)$$

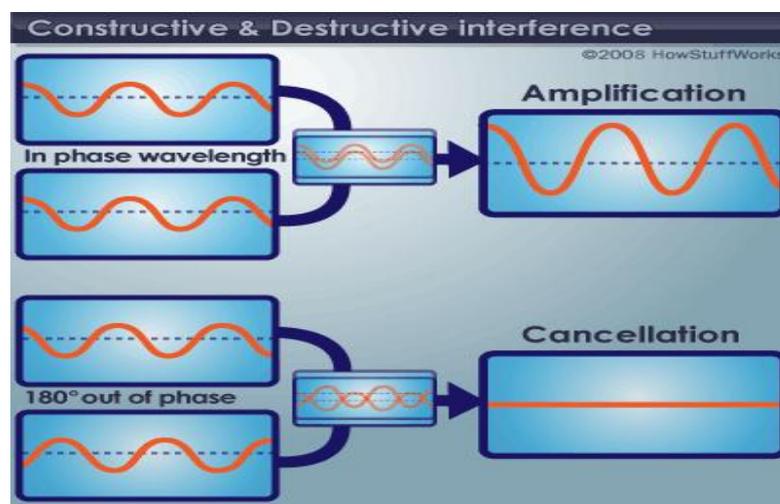
Keterangan: $d \sin \theta$ = selisih lintasan cahaya

θ = sudut simpangan (deviasi)

(Walker, 2010: 990-991)

2. Interferensi Cahaya

Interferensi adalah perpaduan dua gelombang atau lebih menjadi satu gelombang baru. Jika kedua gelombang yang terpadu sefase, maka terjadi interferensi konstruktif (saling menguatkan). Gelombang resultan memiliki amplitudo maksimum. Jika kedua gelombang yang terpadu berlawanan fase, maka terjadi interferensi destruktif (saling melemahkan).



Sumber: www.animals.howstuffwork.com

Gambar 3. Interferensi konstruktif dan destruktif

Warna-warni pelangi menunjukkan bahwa sinar matahari adalah gabungan dari berbagai macam warna dari spektrum kasat mata. Di lain pihak, warna pada gelombang sabun, lapisan minyak, warna bulu burung merah, dan burung kalibri bukan disebabkan oleh pembiasan. Hal ini terjadi karena interferensi konstruktif dan destruktif dari sinar yang dipantulkan oleh suatu lapisan tipis. Adanya gejala interferensi ini bukti yang paling menyakinkan bahwa cahaya itu adalah gelombang. Interferensi cahaya bisa terjadi jika ada dua atau lebih berkas sinar yang bergabung.

Jika cahayanya tidak berupa berkas sinar, maka interferensinya sulit diamati.

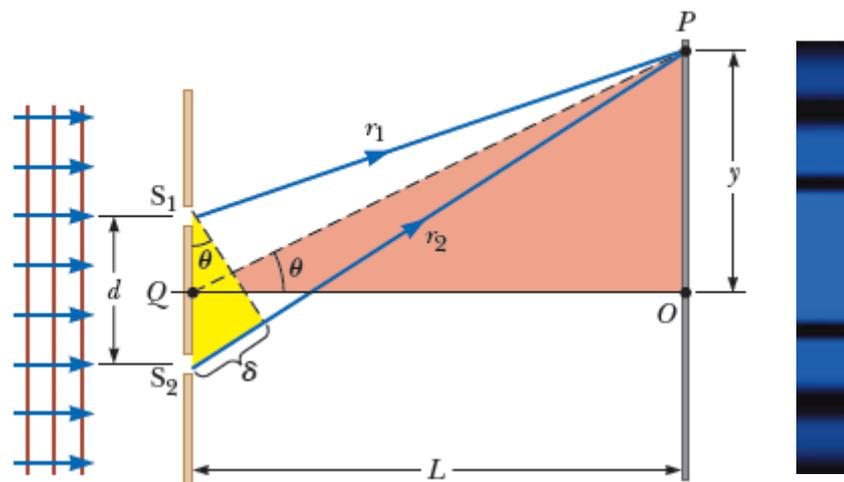
Interferensi cahaya sulit diamati karena dua alasan:

(a) panjang gelombang cahaya sangat pendek, kira-kira 1% dari lebar rambut; dan (b) setiap sumber alamiah cahaya memancarkan gelombang cahaya yang fasenya sembarang (acak) sehingga interferensi yang terjadi hanya dalam waktu sangat singkat.

Interferensi cahaya tidaklah senyata seperti interferensi pada gelombang air atau gelombang bunyi. Interferensi terjadi jika terpenuhi dua syarat, yaitu:

(a) Kedua gelombang cahaya harus koheren, dalam arti bahwa kedua gelombang cahaya harus memiliki beda fase yang selalu tetap, oleh sebab itu keduanya harus memiliki frekuensi yang sama; dan (b) Kedua gelombang cahaya harus memiliki amplitudo yang hampir sama.

Bila seberkas cahaya sebagai gelombang datang pada satu celah sempit atau dua celah sempit, maka terjadi pembelokan arah rambat cahaya. Peristiwa pembelokan arah rambat gelombang cahaya disebut difraksi. Dari gejala difraksi, sinar-sinar yang terdifraksi saling menutupi (terpadu), sehingga pada layar terbentuk jalur terang dan jalur gelap. Saat cahaya datang menuju ke layar yang diberi celah S_1 dan S_2 , cahaya yang keluar akan menghasilkan interferensi dengan pola teratur pada layar. Pola interferensi terdiri atas pita-pita terang dan gelap yang silih berganti seperti gambar di bawah ini.



Sumber: Serway & John (2014: 1137)

Gambar 4. Diagram sinar interferensi cahaya

a) Garis terang (interferensi maksimum)

Intensitas cahaya di P adalah resultan dari intensitas cahaya yang datang dari kedua celah. Pada Gambar 2.4 tampak bahwa lintasan yang ditempuh oleh cahaya dari S_1 (S_1P) lebih pendek dari pada cahaya dari S_2 (S_2P). Selisih antara keduanya disebut beda lintasan. Pada kasus ini, jarak antara celah ke layar L jauh lebih besar dibandingkan dengan jarak antara kedua celah ($L \gg d$), sehingga sinar S_1 dapat dianggap sejajar dengan sinar S_2 . Jadi, beda lintasan adalah:

$$\Delta S = S_2P - S_1P$$

$$\Delta S = S_2R \quad (2.4)$$

Jika daerah arsir kuning pada Gambar 2.7 ditulis secara matematis maka:

$$\sin \theta = \frac{\Delta S}{d}$$

$$\Delta S = d \sin \theta \quad (2.5)$$

Fase sama antara dua gelombang terjadi jika beda lintasan antara keduanya sama dengan $0, \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$

$$\Delta S = d \sin \theta = 0, \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$$

$$\Delta S = d \sin \theta = n\lambda ; \text{ dengan } n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (2.6)$$

Dengan $n = 0$ untuk pita terang pusat, $n = 1$ untuk pita terang pertama, $n = 2$ untuk pita terang kedua dan seterusnya.

b) Garis gelap (interferensi minimum)

Diantara garis-garis terang terdapat garis gelap. Garis gelap terjadi jika sinar-sinar yang berasal dari S_1 dan S_2 setelah sampai di layar mempunyai fase yang berlawanan atau memiliki beda lintasan ΔS sama dengan $\frac{1}{2}\lambda, 1\frac{1}{2}\lambda, 2\frac{1}{2}\lambda, \dots$ dan seterusnya. Jika beda lintasannya merupakan kelipatan bilangan ganjil dari setengah panjang gelombang maka terjadi garis gelap terang (interferensi minimum), jadi secara matematis dapat ditulis:

$$\Delta S = d \sin \theta = \frac{1}{2}\lambda, 1\frac{1}{2}\lambda, 2\frac{1}{2}\lambda, \dots$$

$$\Delta S = d \sin \theta = (n + \frac{1}{2})\lambda ; \text{ dengan } n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (2.7)$$

Gelap ke nol tidak ada, sehingga $n = 0$ untuk pita gelap pertama, $n = 1$ untuk pita gelap kedua, $n = 2$ untuk pita gelap ketiga, dan seterusnya.

c) Jarak pita terang atau pita gelap ke- n dari terang pusat

Perhatikan $\triangle POQ$ siku-siku pada Gambar 2.4. Sudut θ cukup kecil ($\theta \ll 1$) dan L sangat panjang dari P ($L \gg P$), maka berlaku:

$$\sin \theta \cong \tan \theta = \frac{P}{L} \quad (2.8)$$

Untuk pita terang, masukkan nilai persamaan 2.8 ke dalam persamaan 2.6 sehingga diperoleh:

$$d \sin \theta = n \lambda$$

$$d \left[\frac{P}{L} \right] = n \lambda$$

$$\frac{Pd}{L} = n \lambda ; \text{ dengan } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Untuk pita gelap, masukkan nilai persamaan 2.8 ke dalam persamaan 2.7 sehingga diperoleh:

$$d \sin \theta = \left(n + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

$$d \left[\frac{P}{L} \right] = \left(n + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

$$\frac{Pd}{L} = \left(n + \frac{1}{2} \right) \lambda ; \text{ dengan } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Keterangan: d = jarak dua celah

P = jarak garis terang dari terang pusat ($P - O$)

L = jarak tabir (layar) dengan celah

λ = panjang gelombang cahaya

n = orde terang ($n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$)

(Serway & John, 2014: 1137-1139)