



**PENGEMBANGAN MULTIMEDIA
PEMBELAJARAN INTERAKTIF (MPI) FISIKA
TOPIK POLARISASI CAHAYA**

Skripsi

disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Fisika

Oleh

Muslimin

4201405509

PERPUSTAKAAN
UNNES

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2010

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif (MPI) Fisika Topik
Polarisasi Cahaya

disusun oleh

Nama : Muslimin

NIM : 4201405509

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Unnes pada
tanggal 1 Juni 2010.

Panitia:

Ketua

Sekretaris

Dr. Kasmadi Imam S., M.S.
NIP 195111151979031001

Dr. Putut Marwoto, M.S.
NIP 196308211988031004

Ketua Penguji

Dr. Putut Marwoto, M.S.
NIP 196308211988031004

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

Dra. Siti Khanafiyah, M.Si.
NIP 195205211976032001

Isa Akhlis, S.Si., M.Si.
NIP 197001021999031002

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain di dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Juni 2010

Muslimin

NIM 4201405509



MOTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

Sesungguhnya hanya orang – orang yang bersabarlah yang dicukupkan pahala mereka tanpa batas (QS. Az-Zumar: 10)

Persembahan

Untuk Bapak Utomo, Ibu Ngateni, dan Adik Akhmad Nurokhim



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah rabb alam semesta. Atas karunia-Nya, penulis berhasil menyelesaikan skripsi berjudul “Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif (MPI) Fisika Topik Polarisasi Cahaya”. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan dan tauladan kita, rasullulah Muhammad Saw, keluarga dan para sahabatnya.

Skripsi ini terwujud berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Sudijono Sastroatmodjo, M.Si., selaku Rektor Unnes.
2. Drs. Kasmadi Imam S, M.S., selaku Dekan FMIPA Unnes.
3. Dr. Putut Marwoto M.S., selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Unnes.
4. Prof. Dr. Wiyanto, M.Si., selaku Dosen Wali Mahasiswa
5. Dra. Siti Khanafiyah, M.Si., selaku Pembimbing Utama yang telah memberi banyak bimbingan dan motivasi pada penulis.
6. Isa Akhlis, S.Si. M.Si, selaku Pembimbing Pendamping yang memberikan bimbingan dan dukungan dalam penyusunan Skripsi ini.
7. Saudara Aji, Wihadi, dan Aris Rizka sebagai Tim Produksi Program

Semoga segala bantuan dan dukungan yang diberikan mendapatkan balasan kebaikan dari Allah Swt. Semoga skripsi ini bermanfaat.

Penulis

ABSTRAK

Muslimin. 2010. *Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif (MPI) fisika topik polarisasi cahaya*. Skripsi, jurusan fisika, fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam, universitas negeri semarang. Dra. Siti Khanafiyah, M.Si. dan Isa Akhlis, S.Si. M.Si.

Kata kunci: pengembangan, polarisasi cahaya, multimedia pembelajaran interaktif

Polarisasi cahaya merupakan gejala fisika yang abstrak bagi siswa, sehingga perlu dihadirkan kepada siswa dalam bentuk video demonstrasi. Bentuk gelombang cahaya yang tak kasat mata perlu divisualisasikan kepada siswa dalam bentuk animasi. Video demonstrasi dan visualisasi gejala polarisasi gelombang cahaya tersebut dapat dikemas dalam bentuk program Multimedia Pembelajaran Interaktif (MPI). Pembelajaran berbantuan MPI lebih efektif, menyenangkan, dan hasil belajarnya pun lebih kekal dibandingkan pembelajaran konvensional (Kara, nd). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji-kelayakan program MPI fisika Topik Polarisasi Cahaya.

Pengembangan program MPI dimulai dengan (1) menganalisis kebutuhan program, (2) persiapan *software* dan *hardware* yang dibutuhkan untuk produksi program, dilanjutkan dengan (3) pengembangan instruksional program, yang meliputi: (a) penentuan tujuan pembelajaran, (b) pembuatan garis-garis besar media (GBIM), (c) pembuatan Jabaran Materi (JM), dan (d) penulisan naskah; serta (4) produksi program. Langkah-langkah pengembangan konten instruksional berpedoman pada *Component Display Theory* (CDT). Prinsip pengembangan program MPI berpedoman pada *SEG Research* (2008). Uji kelayakan program dilakukan oleh mahasiswa Pendidikan Fisika Unnes semester VIII sebanyak 30 responden, menggunakan instrumen angket berskala likert. Indikator – indikator pernyataan angket dirumuskan berdasarkan kriteria kualitas program yang dirumuskan University of Pretoria di dalam *The Process of Evaluating Software and It's Effect on Learning*, dan Skiba (1984). Program MPI mendapat penilaian layak jika memperoleh skor angket rata-rata (\bar{x}) diatas 2,6 dengan kriteria kualitas minimal “sedang”.

Hasil uji kelayakan program menunjukkan bahwa program MPI mendapat penilaian “baik” sehingga layak digunakan sebagai media pengajaran, dengan skor rata-rata (\bar{x}) sebesar 4.06. Kelemahan program, seperti tampilan dan pewarnaan yang kurang menarik telah diperbaiki. Penulis menyarankan adanya penelitian lanjutan untuk melihat efektivitas penggunaan MPI fisika topik polarisasi cahaya terhadap optimalisasi hasil belajar siswa. Guru maupun *programmer* yang hendak membuat program MPI, dapat menerapkan prosedur yang telah dipaparkan dalam skripsi ini baik untuk pelajaran fisika maupun bidang studi yang lain.

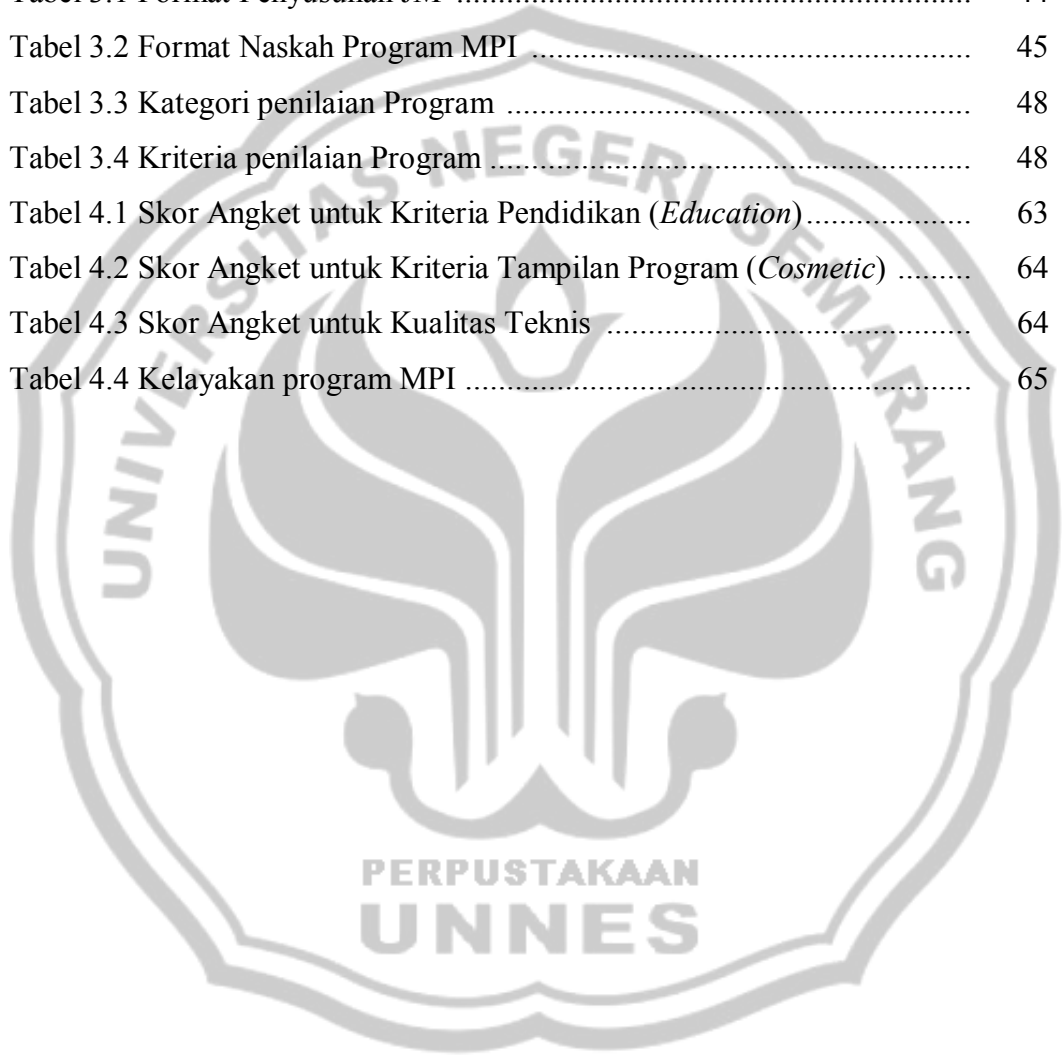
DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	v
Abstrak	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Lampiran	xiii
Bab	
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Penegasan Istilah	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
2 LANDASAN TEORI	7
2.1 Multimedia Pembelajaran Interaktif.....	7
2.1.1 Pengertian Multimedia Pembelajaran Interaktif.....	7
2.1.2 Kelebihan dan Kelemahan Multimedia Pembelajaran Interaktif.....	8
2.1.3 Prinsip Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif.....	10
2.1.4 Indikator/ Kriteria Kualitas Multimedia Pembelajaran Interaktif	14
2.2 <i>Component Display Theory</i> (CDT).....	19
2.3 Polarisasi Cahaya	22
2.3.1 Pengantar Polarisasi Cahaya.....	22
2.3.2 Polarisasi Oleh Penyerapan Selektif.....	27
2.3.3 Polarisasi Karena Pemantulan dan Pembiasan	31
2.3.4 Polarisasi Karena Pembiasan Rangkap	34
2.3.5 Polarisasi Karena Hamburan	39

3	METODE PENELITIAN	42
3.1	Desain Penelitian Pengembangan Program	42
3.1.1	Subjek dan Lokasi Penelitian.....	42
3.1.2	Prosedur Penelitian.....	42
3.2	Desain Penelitian Uji Kelayakan Program	46
3.2.1	Subjek dan Lokasi Penelitian.....	46
3.2.2	Prosedur Penelitian.....	46
3.2.3	Instrumen Penelitian.....	46
3.2.4	Metode Analisa Data	47
4	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	49
4.1	Prosedur Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif (MPI) Fisika Topik Polarisasi Cahaya	49
4.1.1	Analisis Kebutuhan	49
4.1.2	Pengembangan Konten Instruksional Program	50
4.1.3	Pelaksanaan Produksi Program	52
4.2	Produk Hasil Pengembangan Program	56
4.2.1	Deskripsi Program	56
4.2.2	Tampilan Program	73
4.3	Uji Kelayakan Program	63
4.4	Pembahasan	65
4.4.1	Pengembangan Program MPI Fisika Topik Polarisasi Cahaya	65
4.4.2	Uji Kelayakan Program MPI Fisika Topik Polarisasi Cahaya	67
4.5	Kelemahan Pelaksanaan Pengembangan Program	70
5	PENUTUP	72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	73
	Daftar Pustaka	74
	Lampiran	76

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Matriks P-C	21
Tabel 3.1 Format Penyusunan JM	44
Tabel 3.2 Format Naskah Program MPI	45
Tabel 3.3 Kategori penilaian Program	48
Tabel 3.4 Kriteria penilaian Program	48
Tabel 4.1 Skor Angket untuk Kriteria Pendidikan (<i>Education</i>).....	63
Tabel 4.2 Skor Angket untuk Kriteria Tampilan Program (<i>Cosmetic</i>)	64
Tabel 4.3 Skor Angket untuk Kualitas Teknis	64
Tabel 4.4 Kelayakan program MPI	65



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Gelombang Tak-terpolarisasi Pada Tali	23
Gambar 2.2 Gelombang Tali Terpolarisasi	23
Gambar 2.3 Gelombang Cahaya Tak-terpolarisasi.....	24
Gambar 2.4 Penyederhanaan Gelombang Cahaya Tak-terpolarisasi.....	25
Gambar 2.5 Penyederhanaan Bentuk Gelombang Cahaya Tak-terpolarisasi	26
Gambar 2.6 Penyederhanaan Bentuk Gelombang Cahaya Terpolarisasi.....	26
Gambar 2.7 Absorpsi Selektif Oleh Bahan Polaroid	28
Gambar 2.8 Desain Percobaan Untuk Menganalisis Cahaya Terpolarisasi.	29
Gambar 2.9 Proyeksi Vektor E Terhadap Sumbu Mudah Analisator.....	30
Gambar 2.10 Polarisasi Karena Pembiasan dan Pemantulan.....	32
Gambar 2.11 Proyeksi Getaran Elektron Untuk Sudut Datang Sebarang.....	33
Gambar 2.12 Proyeksi Getaran Elektron Sinar Pantul Tegak Lurus Terhadap Sinar Bias.	34
Gambar 2.13 Polarisasi Karena Pembiasan Rangkap.....	35
Gambar 2.14 Muka Gelombang o dan Gelombang e di Dalam Kristal Kalsit	36
Gambar 2.15 Kristal Dipotong Sehingga Permukaan Tegak Lurus dengan Sumbu Optis	37
Gambar 2.16 Kristal Dipotong Sehingga Permukaannya Sejajar dengan Sumbu Optis	37
Gambar 2.17 Kristal Dipotong dengan Permukaan Membuat Sudut Sebarang Dengan Sumbu Optis	38
Gambar 2.18 Cahaya Matahari Dihamburkan Oleh Partikel Udara	39
Gambar 2.19 Cahaya Hamburan yang Menjalar Pada Arah y Hanya Mempunyai Polarisasi Dalam Arah x	41
Gambar 4.1 <i>Flowchart</i> Sajian Materi Polarisasi Cahaya	52
Gambar 4.2 Langkah-Langkah Produksi Program	54

Gambar 4.3	Halaman Pembuka	57
Gambar 4.4	Tampilan halaman <i>Pemintas</i>	57
Gambar 4.5	Menu Utama	58
Gambar 4.6	Tampilan Sajian Materi	59
Gambar 4.7	Tampilan Latihan Soal	60
Gambar 4.8	Tampilan Halaman Muka Pretes	60
Gambar 4.9	Tampilan Halaman Soal Pretes	61
Gambar 4.10	Tampilan Halaman Soal Pretes Beserta <i>Feedback</i>	61
Gambar 4.11	Tampilan Halaman Soal Uji Kompetensi	62
Gambar 4.12	Tampilan Halaman Analisis Evaluasi	62



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Preskripsi CDT Untuk Pasangan Performance-Content	76
Lampiran 2 Aplikasi P-C dalam penentuan TIK-TIK “Polarisasi Cahaya” ..	85
Lampiran 3 <i>Learning Task Analysis</i> “Polarisasi Cahaya”	86
Lampiran 4 GBIM “Polarisasi Cahaya”	88
Lampiran 5 Jabaran Materi Polarisasi Cahaya	93
Lampiran 6 Penulisan Naskah Konten Program MPI Polarisasi Cahaya	105
Lampiran 7 Soal Pretes (Tes Pemahaman Konsep)	143
Lampiran 8 Soal Uji Kompetensi	148
Lampiran 9 Angket Penilaian Software MPI Polarisasi cahaya	157
Lampiran 10 Analisis Hasil Uji Kelayakan dengan Angket	159
Lampiran 11 Daftar Responden Uji Kelayakan Program	161
Lampiran 12 Tim Kerja Produksi Program MPI Polarisasi Cahaya	162
Lampiran 13 CD Program MPI Fisika Topik Polarisasi Cahaya	163

PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di jaman modern sekarang ini, para pendidik berkesempatan menggunakan berbagai macam teknologi. Teknologi dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efektivitas proses belajar dan mengajar. Komputer sebagai salah satu produk teknologi dinilai tepat digunakan sebagai alat bantu pengajaran (Surjono 1995). Berbagai macam pendekatan instruksional tersedia dalam bentuk program pengajaran berbantuan komputer atau *Computer-Assisted Instruction* (CAI).

CAI bermakna instruksi pembelajaran dengan bantuan komputer yang memiliki karakteristik yang khas: menekankan belajar mandiri, interaktif, dan menyediakan bimbingan (Steinberg 1991 dalam Pramono 2007:9). Menurut Pramono (2007:10), salah satu bentuk CAI yang banyak beredar dan digunakan adalah multimedia pembelajaran [interaktif]. Multimedia pembelajaran interaktif (MPI) adalah media pembelajaran yang merupakan kombinasi dari berbagai unsur media yang terdiri dari teks, grafis, foto, animasi, video, dan suara yang disajikan secara interaktif (Koesnandar 2006:75). Menurut Kara (nd), multimedia sangat penting digunakan dalam pembelajaran sains yang mengandung konsep abstrak. Multimedia mampu membantu siswa memahami konsep, serta mampu meningkatkan sikap positif siswa selama pembelajaran.

Pada musim semi tahun 1997, sebuah multimedia optika digunakan pada kelas optik di *Mississippi State University* (Banks 1998). Beberapa (maha)siswa memberi

komentar bahwa polarisasi merupakan salah satu konsep fisika yang sukar dipahami di sekolah menengah atas (SMA) bahkan sampai di bangku perkuliahan. Siswa perlu meluangkan lebih banyak waktu untuk berusaha membayangkan gejala polarisasi sirkuler bahkan polarisasi linier sekalipun. Setelah melihat gejala abstrak tersebut dalam bentuk animasi, siswa menjadi lebih mudah membayangkannya.

Komentar (maha)siswa di atas menunjukkan bahwa polarisasi cahaya merupakan gejala fisika yang sulit dipahami siswa. Permasalahan ini terkait bentuk gelombang cahaya yang tak-kasat mata dan abstrak. Pemakaian animasi dapat menjadi solusi untuk membantu siswa memperoleh gambaran tentang gejala polarisasi cahaya dalam bentuk visual. Pembelajaran tentang gejala polarisasi cahaya yang disebabkan karena peristiwa penyerapan selektif, pemantulan dan pembiasan, pembiasan ganda, dan hamburan dapat lebih optimal jika gejala-gejala tersebut disajikan dalam bentuk video demonstrasi. Penyajian video demonstrasi mampu memberikan pengalaman nyata kepada siswa tentang gejala polarisasi cahaya yang sebenarnya. Animasi dan video demonstrasi dapat dikemas dalam bentuk MPI. Oleh karena itu, pengembangan MPI untuk materi polarisasi cahaya perlu dilakukan.

Pengembangan multimedia tentu harus berlandaskan pada teori desain instruksional, bukan semata berdasarkan penilaian subjektif dari *programmer*. Richard Clark mengkritik bahwa program pengajaran seperti CAI bisa saja efektif tetapi dengan hanya menempatkan materi pelajaran ke dalam komputer secara asal, tidaklah akan meningkatkan efektivitas pengajaran (Surjono 1995:3). Oleh karena itu, Simonson dan Thompson menyarankan agar pembuatan CAI harus direncanakan dengan baik dan usaha penelitian saat ini sebaiknya difokuskan pada pemakaian CAI untuk situasi khusus dan untuk mata pelajaran khusus pula (Surjono 1995:3).

Berdasarkan pemikiran di atas, penulis bermaksud melakukan penelitian berjudul: "PENGEMBANGAN MULTIMEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF (MPI) FISIKA TOPIK POLARISASI CAHAYA".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dapat dirumuskan permasalahan yang menjadi bahan kajian dalam penelitian ini yaitu

- (1) Bagaimana prosedur pengembangan program multimedia pembelajaran interaktif (MPI) fisika topik polarisasi cahaya agar dihasilkan konten instruksional yang berkualitas;
- (2) Bagaimana produk hasil pengembangan program berupa Multimedia Pembelajaran Interaktif (MPI) Fisika Topik Polarisasi Cahaya;
- (3) Bagaimana penilaian responden terhadap kualitas program Multimedia Pembelajaran Interaktif (MPI) Fisika Topik Polarisasi Cahaya ini berkenaan dengan aspek pendidikan, tampilan, dan kualitas teknis.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu

- (1) Konten program multimedia ini hanya membahas tentang materi polarisasi cahaya untuk sekolah menengah atas (SMA) kelas XII program ilmu pengetahuan alam (IPA). Materi polarisasi cahaya mencakup: pengantar polarisasi cahaya, polarisasi cahaya karena penyerapan selektif, polarisasi karena pemantulan, polarisasi karena pembiasan ganda, dan polarisasi karena hamburan. Materi yang disajikan merujuk pada buku-buku fisika SMA dengan penambahan seperlunya;

- (2) Responden dalam uji kelayakan sebagai subjek di penelitian pengembangan ini terbatas, yaitu mahasiswa pendidikan fisika Universitas Negeri Semarang (UNNES) semester VIII.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut

- (1) Memaparkan prosedur pengembangan program multimedia pembelajaran interaktif (MPI) fisika topik polarisasi cahaya;
- (2) Mendeskripsikan produk hasil pengembangan program berupa Multimedia Pembelajaran Interaktif (MPI) Fisika Topik Polarisasi Cahaya;
- (3) Memperoleh umpan balik dari responden untuk perbaikan program Multimedia Pembelajaran Interaktif (MPI) Fisika Topik Polarisasi Cahaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut

- (1) Paparan tentang prosedur pengembangan program multimedia pembelajaran interaktif dapat diaplikasikan dalam pengembangan program multimedia pembelajaran fisika maupun bidang studi lainnya;
- (2) Produk hasil pengembangan berupa program Multimedia Pembelajaran Interaktif (MPI) Fisika Topik Polarisasi Cahaya dapat dimanfaatkan untuk menunjang pembelajaran fisika di SMA kelas XII program IPA.

1.6 Penegasan Istilah

Agar diperoleh pemahaman yang sama tentang istilah dalam judul dan tidak menimbulkan penafsiran yang salah, perlu adanya penegasan istilah sebagai berikut.

1. Pengembangan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (1989:414), pengembangan adalah proses, cara, perbuatan mengembangkan. Lebih dijelaskan lagi dalam Kamus Umum Bahasa Indonesia karya WJS Poerwadarminta (2002:473), pengembangan adalah perbuatan menjadikan bertambah, berubah sempurna (pikiran, pengetahuan dan sebagainya). Pengembangan program dilaksanakan dalam satu siklus penelitian pengembangan yaitu perencanaan, produksi, *preview*, uji kelayakan, dan perbaikan.

2. Multimedia Pembelajaran Interaktif

Multimedia pembelajaran interaktif (MPI) adalah media pembelajaran yang merupakan kombinasi dari berbagai unsur media yang terdiri dari teks, grafis, foto, animasi, video, dan suara yang disajikan secara interaktif (Koesnandar 2006:75). Program multimedia pembelajaran interaktif (MPI) ini akan di kemas dalam bentuk paket CD pembelajaran beserta petunjuk pengoperasiannya.

3. Polarisasi Cahaya

Polarisasi cahaya di sini adalah topik fisika yang menjadi bagian dari pokok materi gelombang cahaya di sekolah menengah atas (SMA) kelas XII program IPA semester gasal. Konten polarisasi cahaya di dalam multimedia pembelajaran interaktif akan disesuaikan dengan kurikulum fisika yang berlaku di sekolah.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memperjelas dan mempermudah penyusunan skripsi ini, penulis mencantumkan sistematika penulisan. Adapun sistematika tersebut adalah

- (1) Bagian Awal, terdiri atas: judul, pengesahan, abstrak, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, dan daftar lampiran.

- (2) Bagian Pokok, yang terdiri atas:
- (a) BAB 1 Pendahuluan, berisi latar belakang, rumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi.
 - (b) BAB 2 Landasan Teori, berisi tinjauan pustaka tentang multimedia pembelajaran interaktif, *Component Display Theory* (CDT), dan materi polarisasi cahaya.
 - (c) BAB 3 Metode Penelitian, berisi uraian tentang desain penelitian pengembangan program yang meliputi: (1) subjek dan lokasi penelitian, dan (2) prosedur penelitian; dan desain penelitian uji kelayakan program yang meliputi (1) subjek dan lokasi penelitian, (2) prosedur penelitian, (3) instrumen penelitian, dan (4) metode analisis data.
- (3) BAB 4 Hasil Penelitian, berisi uraian tentang prosedur pengembangan program multimedia pembelajaran interaktif fisika topik polarisasi cahaya, produk hasil pengembangan program, uji kelayakan program, beserta pembahasannya.
- (4) BAB 5 Penutup, berisi kesimpulan dari hasil penelitian, serta saran kepada guru dan *programmer* untuk pengembangan multimedia pembelajaran selanjutnya.
- (5) Bagian Akhir, terdiri dari: daftar pustaka dan lampiran - lampiran.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Multimedia Pembelajaran Interaktif

2.1.1 Pengertian Multimedia Pembelajaran Interaktif

Multimedia pembelajaran interaktif (MPI) merupakan istilah yang tidak asing lagi dalam kajian teknologi pendidikan. Istilah multimedia pembelajaran interaktif kadang disebut multimedia pembelajaran, multimedia interaktif, atau bahkan ada yang menyebut multimedia saja. Pengertian multimedia pembelajaran interaktif dapat dirunut dari asal katanya, yaitu: multimedia, pembelajaran, dan interaktif.

Multimedia dapat didefinisikan dalam beberapa sudut pandang. Menurut Brooks dalam Doolittle (nd), multimedia merupakan kombinasi beberapa media seperti film, *slides*, musik, dan pencahayaan, khususnya digunakan untuk tujuan pendidikan atau hiburan. Multimedia dapat pula diartikan sebuah program yang mengandung teks dan sekurang-kurangnya salah satu dari media berikut: suara, musik, video, foto, gambar 3-D, atau animasi (Maddux, Johnson, & Willis, 2001:253 dalam Doolittle (nd)). Berdasarkan definisi tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa multimedia adalah kombinasi dari beberapa media yang meliputi teks, gambar, suara, video, dan animasi.

Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003). Pembelajaran merupakan bantuan yang diberikan pendidik agar dapat terjadi proses pemerolehan [ilmu](#) dan [pengetahuan](#),

penguasaan [kemahiran](#) dan [tabiat](#), serta pembentukan [sikap](#) dan [kepercayaan](#) pada peserta didik. Dengan kata lain, pembelajaran adalah proses untuk membantu peserta didik agar dapat [belajar](#) dengan baik. (<http://id.wikipedia.org/wiki/pembelajaran>).

Interaktif merupakan bentuk kata sifat dari kata “interaksi”. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (Suharso 2005:187), interaksi berarti saling melakukan aksi, berhubungan, mempengaruhi.

Berdasarkan pemahaman tentang definisi multimedia, pembelajaran, dan interaktif yang dipaparkan di atas, dapatlah secara singkat dikatakan bahwa multimedia pembelajaran interaktif (MPI) adalah media pembelajaran yang merupakan kombinasi dari berbagai unsur media yang terdiri dari teks, grafis, foto, animasi, video, dan suara yang disajikan secara interaktif.

2.1.2 Kelebihan dan Kelemahan Multimedia Pembelajaran Interaktif

Multimedia memiliki beberapa keunggulan dibandingkan media-media lainnya seperti buku, audio, video atau televisi. Keunggulan paling menonjol yang dimiliki multimedia adalah interaktivitas. Interaktivitas multimedia mampu memaksa siswa untuk berinteraksi dengan materi baik secara mental dan fisik. Interaktivitas mental berupa aktivitas siswa yang mencoba memahami materi dengan cara menangkap informasi-informasi yang ditampilkan, mengolah dan menyimpannya ke dalam otak. Keberhasilan siswa melakukan interaktivitas mental tergantung pada seberapa baik instruksi pembelajaran yang dirancang. Interaktivitas fisik dalam multimedia pembelajaran bervariasi dari yang sederhana hingga yang kompleks. Interaktivitas sederhana dapat berupa menekan *keyboard*, meng-klik dengan *mouse* untuk berpindah halaman (*display*), atau memasukkan jawaban dari suatu latihan yang

diberikan oleh komputer. Interaktivitas yang kompleks dapat berupa aktivitas siswa mengubah-ubah variabel tertentu pada suatu simulasi.

Fenrich (Pramono 2007:13) mengungkapkan beberapa manfaat penggunaan multimedia pembelajaran bagi siswa, yaitu:

- (1) siswa dapat belajar sesuai dengan keinginan, kesiapan, dan kemampuan. Siswa sendirilah yang mengontrol proses pembelajaran,
- (2) siswa belajar dari tutor yang sabar (komputer) yang mampu menyesuaikan diri dengan kemampuan siswa,
- (3) siswa akan terdorong untuk mengejar pengetahuan dan memperoleh umpan balik yang diberikan seketika,
- (4) siswa menghadapi evaluasi yang obyektif melalui keikutsertaannya dalam latihan/tes yang disediakan,
- (5) siswa menikmati privasi saat belajar. Siswa tidak perlu malu saat melakukan kesalahan,
- (6) siswa dapat belajar saat kebutuhan muncul (*"just-in-time" learning*),
- (7) siswa dapat belajar setiap saat, tanpa terikat waktu yang telah ditentukan.

Multimedia pembelajaran juga memiliki kelemahan-kelemahan seperti yang diutarakan oleh Plowman (Pramono 2007: 14) yaitu:

- (1) siswa cenderung belum terbiasa dengan kombinasi berbagai media seperti gambar diam dan bergerak, teks dan gambar, suara yang disajikan oleh komputer,
- (2) Kontrol terhadap multimedia pada awalnya akan membingungkan dan bahkan menyusahkan siswa saat menjelajahi isi program,

- (3) Siswa, yang terbiasa dengan media konvensional, akan dituntut untuk melibatkan lebih banyak proses kognitif dalam mentransfer pengetahuan yang disampaikan melalui multimedia interaktif.

Kelemahan lain dari suatu multimedia pembelajaran adalah ketiadaan (kelemahan) desain instruksional di dalamnya. Tanpa suatu rancangan instruksional yang baik multimedia pembelajaran bisa saja hanya berupa suatu buku elektronik (*e-book*) dengan interaktivitas hanya berupa “tekan tombol” untuk membalik halaman-halaman presentasi. Kelemahan lain yang juga sering muncul adalah pemaksaan adanya simulasi atau animasi untuk menjelaskan suatu konsep, yang jika disampaikan dengan teks atau gambar sebenarnya sudah memadai. Pemaksaan adanya simulasi atau animasi menjadi sekedar hiasan yang tidak mampu merangsang kondisi internal siswa di dalam proses belajar. Oleh karena itu, perlu upaya untuk menerapkan suatu desain instruksional yang unggul untuk membangun suatu multimedia pembelajaran interaktif yang berkualitas. *Component Display Theory* (CDT) dipilih sebagai teori desain instruksional untuk mengembangkan MPI Polarisasi Cahaya.

2.1.3 Prinsip Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif

Beberapa prinsip penting pengembangan multimedia pembelajaran dari beberapa hasil penelitian, dijabarkan di dalam SEG Research (2008) yaitu:

1. Perpaduan Teks Dan Gambar Lebih Baik Daripada Teks Saja

Richard Mayer menjelaskan bahwa manusia belajar lebih baik dari teks dan gambar daripada teks saja. Dalam konteks ini, teks meliputi teks tertulis maupun narasi, sedangkan gambar meliputi gambar diam, animasi dan video. Perpaduan teks dan gambar lebih efektif dibandingkan hanya berupa teks. Memperjelas prinsip dasar ini, Mayer dan rekan-rekannya menjelaskan bahwa perpaduan narasi dan video lebih

efektif daripada narasi dan teks. Perpaduan narasi dan video lebih efektif daripada narasi, video dan teks.

2. Pembelajaran Berbantuan Multimedia Lebih Efektif Jika Perhatian Siswa Tidak Terpecah

Penggunaan multimedia pembelajaran lebih efektif jika perhatian siswa tidak terpecah. Beberapa penyebab perhatian siswa terpecah, misalnya karena konten gambar, teks, dan narasi yang menerangkan satu ide pokok disajikan dalam waktu yang berlainan. Contoh lain, konten gambar dan teks keterangannya ditampilkan dalam halaman presentasi yang berbeda. Singkatnya, ketika konten terkait disajikan bersama-sama dalam waktu yang sama dan secara visual, belajar akan lebih efektif (Mayer 2005 dalam SEG Research 2008).

3. Presentasi Konten Multimedia Sebaiknya Tidak Menyajikan Informasi Secara Berlebihan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan multimedia sangat efektif ketika hanya mencakup konten yang relevan dan sesuai dengan tujuan pembelajaran (Mayer 2003 dalam SEG Research 2008). Kayuga, Chandler dan Sweller (SEG Research 2008) menyatakan bahwa siswa belajar lebih baik jika penyajian multimedia tidak mengandung informasi yang berlebihan. Informasi berlebih yang dimaksud di sini adalah informasi yang dijabarkan terlalu panjang di dalam satu halaman presentasi.

4. Multimedia Pembelajaran Lebih Efektif Jika Bersifat Interaktif Dan Di Bawah Kontrol Siswa

Tidak semua siswa belajar dengan kecepatan yang sama. Penelitian menunjukkan bahwa ketika siswa berkesempatan mengontrol langkah-langkah

penyajian materi maka mereka (siswa) memperoleh hasil belajar yang lebih baik (Mayer, Dow, and Mayer 2003 dalam SEG Research 2008).

Penyajian materi multimedia lebih efektif jika siswa berkesempatan untuk berinteraksi dengan program. Interaktivitas ini dapat berupa memulai, memperlambat/ mempercepat, atau menghentikan presentasi sesuai dengan kemampuannya. Langkah-langkah ini dapat juga dilakukan dengan membagi sajian materi ke dalam segmen-segmen. Pengaturan segmen yang lebih pendek memungkinkan siswa untuk memilih segmen-segmen sesuai langkah-langkah yang mereka kehendaki.

5. Pembelajaran Berbantuan Multimedia Lebih Efektif Jika Struktur Pengetahuan Siswa Aktif Sebelum Menjelajahi Konten Multimedia

Hasil belajar dari presentasi multimedia meningkat ketika struktur untuk mengorganisasikan informasi pada siswa diaktifkan (Pollock, Chandler, dan Sweller, 2002 dalam SEG Research 2008). Upaya membantu siswa mengingat atau memperoleh struktur yang akan membantu mereka mengatur dan memahami informasi dapat dicapai dalam beberapa cara. Aktivasi dapat dicapai dengan memberi kesempatan kepada siswa untuk melihat *preview* konten melalui demonstrasi, diskusi, mengingatkan secara langsung dan deskripsi tertulis.

6. Multimedia Yang Mengandung Animasi Dapat Meningkatkan Kualitas Pembelajaran

Jika digunakan secara efektif, konten animasi dapat meningkatkan kualitas pembelajaran. Animasi tampaknya paling efektif ketika menyajikan konsep-konsep atau informasi yang sulit dibayangkan oleh siswa (Betrancourt 2005 dalam SEG Research 2008). Animasi dapat membantu siswa memvisualisasikan suatu proses atau

fenomena yang tidak dapat dibayangkan dengan mudah. Hal ini terutama berlaku untuk proses yang tidak tampak secara visual (misalnya, arus listrik, gaya-gaya dalam fisika). Animasi akan lebih efektif jika disertai dengan narasi.

7. Pembelajaran Berbantuan Multimedia Sangat Efektif Jika Siswa Terlibat Secara Aktif Dengan Materi Yang Disajikan Oleh Multimedia

Multimedia paling efektif ketika konten dan formatnya secara aktif melibatkan siswa dalam proses belajar. Keterlibatan aktif membantu siswa membangun pengetahuan dan mengatur informasi ke dalam skema yang bermakna (Mayer 2003 dalam SEG Research 2008). Hasil belajar melalui multimedia yang lebih personal melibatkan siswa lebih baik dari multimedia yang kurang personal. Presentasi multimedia yang memiliki nada percakapan sehari-hari cenderung lebih menarik daripada yang memiliki nada percakapan yang formal. Narasi /teks multimedia yang menggunakan kata sapaan “kau” atau “aku” lebih menarik daripada kata ganti orang ketiga (Mayer 2005a dalam SEG Research 2008). siswa cenderung untuk mencari presentasi yang menggunakan suara yang familiar dengan aksen lebih akrab menarik daripada presentasi yang menggunakan suara dan aksen yang kurang akrab (Mayer, Sobko dan Mautone 2003 dalam SEG Research 2008).

8. Pembelajaran Berbantuan Multimedia Sangat Efektif Ketika Siswa Dapat Menerapkan Pengetahuan Baru Yang Diperolehnya Dan Mendapatkan Umpan Balik (*Feedback*)

Multimedia kemungkinan besar menjadi efektif jika siswa disediakan kesempatan untuk menerapkan pengetahuan yang diperoleh dari hasil penjelajahan multimedia (mayer 2005 dalam SEG Research 2008). Hal ini akan memperkuat

pengetahuan baru yang berhasil didapatkan. Siswa harus diberi kesempatan untuk menyatu-padukan apa yang telah dipelajari ke dalam kehidupan sehari-hari dengan cara menindaklanjuti (*follow-up*) aktivitas belajar, diskusi kelas, dan aktivitas kelompok.

Penilaian mandiri di dalam program juga perlu disediakan untuk memfasilitasi siswa menerapkan pengetahuan baru yang diperoleh. Penilaian mandiri dapat berupa tes dan kuis. Penilaian mandiri menawarkan pemberian umpan-balik (*feedback*) kepada siswa. umpan-balik membantu siswa untuk senantiasa mendapatkan informasi mengenai kemajuan mereka dan membantu mereka tetap bertaut dengan sajian materi multimedia. Umpan-balik dapat menguatkan (*reinforcement*) apa yang telah dipelajari dan juga mampu memperbaiki miskonsepsi. *Programmer* dapat menyediakan umpan-balik berupa komentar atau penjelasan terhadap hasil jawaban siswa dari tes atau kuis yang tersedia.

2.1.4 Indikator/ kriteria kualitas Multimedia Pembelajaran Interaktif

Indikator/kriteria kualitas program MPI berpedoman pada kriteria program yang dirumuskan University of Pretoria di dalam *Software Evaluation: The Process Of Evaluating Software And It's Effect On Learning*, dan Skiba (1984), yang meliputi

- (1) kriteria pendidikan (*educational criteria*)
 - (a) tujuan pembelajaran
 - tujuan pembelajaran dirumuskan dengan jelas
 - tujuan pembelajaran sesuai dengan kurikulum
 - (b) konten
 - konten program relevan dengan tujuan pembelajaran

- konten program mengandung konsep yang benar
 - antara materi yang satu dengan lainnya saling terkait
- (c) interaksi
- pembelajaran multimedia berpusat pada siswa
 - mudah berpindah dari satu layar ke layar yang lain
 - program dapat diakses dengan mudah
 - program memverifikasi tindakan penting (menghapus, dll)
 - perintah di seluruh bagian program digunakan secara konsisten
 - program menyediakan interaksi dengan *user* dengan meminta berbagai macam input
- (d) umpan-balik (*feedback*)
- program menyediakan respon jawaban yang benar
 - program memperkuat jawaban yang benar dengan umpan balik yang positif
 - Umpan-balik tampil dalam waktu yang tepat
 - program mengevaluasi jawaban siswa
 - program menyediakan penjelasan terhadap jawaban siswa yang belum benar
 - program mendorong siswa untuk memperoleh jawaban yang benar
 - program menyediakan perbaikan khusus kepada siswa
 - program menyediakan evaluasi dan skoring
- (e) motivasi
- program mampu meningkatkan dan mempertahankan perhatian siswa selama pembelajaran

- penggunaan warna, tingkat kecerahan, suara, grafik, dan animasi mampu mendorong perhatian siswa
- program menyediakan reinforcement tambahan berupa aktivitas yang menyenangkan (misal permainan) setelah siswa menyelesaikan suatu aktivitas belajar
- program menyediakan tantangan (*challenges*) secara berjenjang
- program menyediakan persaingan, baik itu siswa dengan dirinya sendiri, siswa dengan komputer, maupun siswa dengan rekannya
- program menyediakan beragam level kontrol untuk siswa
- program bersifat sensoris dan kognitif, membangkitkan rasa ingin tahu dan memberikan kesempatan untuk mengeksplorasi konten program
- program mendorong siswa untuk membayangkan diri dalam konteks khayalan atau peristiwa di mana mereka dapat menggunakan informasi yang mereka pelajari
- program mampu mempertahankan kepuasan dengan memberikan umpan balik
- program menyediakan perbaikan dan memberikan peninjauan umpan balik serta mengakui kemajuan
- program menyediakan variasi tampilan program dan respon

(2) kriteria tampilan program (*cosmetics*)

(a) teks

- pemakaian warna mampu meningkatkan kualitas keterbacaan teks serta tidak merugikan buta warna

- jumlah informasi dalam satu layar dibatasi pada satu ide pokok ditambah penjelasannya
 - Halaman presentasi meminimalisir penggunaan *scrolling-text*
 - *font* mudah dibaca
 - kata/kalimat kunci ditampilkan mencolok
 - penambahan suara mendukung sajian teks
- (b) *hypertext*
- program menyediakan navigasi *hypertext* untuk memfasilitasi siswa mengembangkan pemahaman terhadap materi
- (c) *screen lay-out*
- setiap halaman presentasi mengandung kombinasi teks, gambar, animasi, atau video
 - penggunaan warna dalam tampilan program tidak berlebihan
- (d) gambar
- gambar membuat informasi lebih menarik
 - gambar membantu visualisasi peristiwa tertentu, orang, tempat atau objek
 - gambar membantu memahami informasi utama
- (e) animasi
- animasi mendukung pemahaman konsep
 - animasi memerlukan respon siswa
 - nilai estetika pada animasi mampu memotivasi siswa
- (f) suara
- suara terdengar jelas dan menarik
 - suara menambah pemahaman konsep

(g) menu dan ikon

- program menyediakan menu dan ikon yang mudah dimengerti
- siswa dapat melihat halaman yang mereka pelajari dan yang masih harus dilakukan

(h) desain *interface*

- *lay-out* teks tidak seperti buku
- kombinasi teks, gambar, video, animasi disajikan dengan efektif
- harus ada halaman selamat datang, gambaran umum, dan tips dasar
- jeda pendek digunakan sebagai pengganti layar kosong selama waktu tunda (*loading*)
- menu, ikon, perintah merupakan simbol atau instruksi sederhana yang digunakan secara konsisten

(3) kriteria kualitas teknis

(a) individualisasi

- program mampu beradaptasi dengan tanggapan yang diberikan oleh pelajar
- memungkinkan penjelajahan program dengan langkah yang berbeda

(b) *record keeping*

- perangkat lunak menyimpan catatan kinerja siswa, dan membolehkan pelajar untuk melanjutkan dari tempat ia tinggalkan

(c) keamanan

- catatan dan *file* program aman dari gangguan atau kebetulan penghapusan, terutama jika beroperasi pada jaringan.

(d) penanggulangan kesalahan

- program memerlukan sedikit mengetik, dan harus "memaafkan" kesalahan pengetikan, seperti huruf kapital, dll
- siswa dapat memperbaiki kesalahan (kecuali jika itu adalah ujian), tetapi mereka seharusnya tidak perlu mendapatkan jawaban yang benar untuk melanjutkan

2.2 *Component Display Theory*

Component Display Theory (CDT) merupakan salah satu teori desain instruksional yang dapat digunakan untuk mengembangkan multimedia pembelajaran interaktif (Pramono 2007:6). Teori desain instruksional adalah serangkaian preskripsi (*formula*) untuk menentukan strategi instruksional yang tepat agar siswa dapat meraih tujuan pembelajaran yang telah ditentukan (Merill dalam Pramono 2007:40). CDT menggabungkan beberapa pengetahuan mengenai instruksional dari beberapa perspektif, yaitu: behavioristik dan kognitif. Menurut Pramono (2007:7), CDT memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan teori desain instruksional yang lain. Pertama, teori CDT paling lengkap strategi mikronya. Kedua, penentuan tujuan pembelajaran (taksonomi) menggunakan matriks *Performance-Content* sangat sederhana dan mudah. Taksonomi ini merupakan bagian integral dari CDT itu sendiri, sehingga preskripsi untuk materi yang akan ditampilkan sangat terkait erat dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Ketiga, cara pengaturan tampilan (*display*) yang dipreskripsikan oleh CDT sangat cocok untuk diaplikasikan dalam multimedia pembelajaran. Pengembangan konten instruksional program multimedia berpedoman CDT dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Penentuan Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran dirumuskan berdasarkan taksonomi CDT yang menghubungkan dimensi kemampuan (*performance*) dan isi (*content*). Dimensi kemampuan menunjukkan secara langsung performa apa yang akan diraih melalui penetapan tujuan pembelajaran. Dimensi kemampuan secara langsung akan berhubungan dengan kata kerja yang ditetapkan dalam tujuan pembelajaran. Dimensi kemampuan terdiri atas: mengingat (*remember*), mengaplikasikan (*use*), dan menemukan (*find*). Mengingat adalah kemampuan yang menghendaki siswa untuk mengenali atau menyebutkan informasi yang telah diterima. Mengaplikasikan adalah kemampuan yang menghendaki siswa untuk mengaplikasikan suatu abstraksi pada keadaan tertentu. Tingkat kemampuan tertinggi, yaitu menemukan, menghendaki siswa untuk menemukan atau menciptakan suatu abstraksi baru.

Dimensi isi menjelaskan karakteristik dari tipe materi yang akan dipelajari oleh siswa. Dimensi isi terdiri atas: fakta (*facts*), konsep (*concept*), prosedur (*procedure*), dan prinsip (*principle*) atau azas. Fakta adalah potongan-potongan informasi seperti nama, tanggal, peristiwa atau simbol dari suatu obyek atau peristiwa. Konsep adalah kumpulan obyek, gejala atau simbol yang memiliki karakteristik yang sama. Konsep sering juga disebut kelas (*class*). Obyek-obyek yang memiliki karakteristik yang sama berarti tergolong dalam satu kelas atau kategori yang sama, dengan demikian memiliki konsep yang sama. Konsep selalu memiliki suatu definisi yang menunjukkan secara langsung karakteristik yang dimiliki oleh objek yang tergolong dalam konsep atau kelas yang sama. Prosedur adalah serangkaian langkah atau tindakan dalam menyelesaikan suatu masalah atau tugas, atau memproduksi sesuatu. Prosedur selalu berisi urutan langkah dalam melakukan suatu kegiatan atau aksi

tertentu. Prinsip adalah penjelasan atau prediksi mengapa sesuatu terjadi. Prinsip menjelaskan hubungan sebab-akibat dari suatu peristiwa. Seringkali prinsip menghubungkan menjelaskan hubungan antara dua konsep atau lebih.

Dimensi kemampuan dan isi dapat ditampilkan dalam bentuk matriks *Performance-Content* (Matriks P-C) seperti Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Matriks P-C

KEMAMPUAN	Menemukan				
	Mengaplikasikan				
	Mengingat				
		Fakta	Konsep	Prosedur	Prinsip
		ISI			

Dengan menentukan suatu tipe pembelajaran berada pada posisi mana di dalam matriks P-C, tujuan pembelajaran dapat dengan mudah dirumuskan.

2. Penentuan Konten Materi Pembelajaran

Penentuan konten materi pembelajaran disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan. Konten materi dibedakan menjadi tiga yaitu (1) *Primary Presentation Form* (PPF), (2) *Secondary Presentation Form* (SPF), dan (3) *Interdisplay Relationship* (IDR). PPF berperan sebagai materi utama yang harus ada dalam setiap halaman presentasi suatu multimedia pembelajaran. PPF tidak hanya menampilkan materi presentasi tetapi juga menampilkan latihan dan petunjuk. SPF merupakan suatu informasi tambahan bagi PPF untuk meningkatkan kualitas pembelajaran yang tengah berlangsung. SPF membantu siswa dalam peningkatan pemahaman dan efisiensi proses pembelajaran. Unsur-unsur SPF menjadi penjelas PPF dalam masing-masing tampilan. IDR berperan sebagai strategi untuk mengatur hubungan antara tampilan (*display*) yang satu dengan tampilan lainnya.

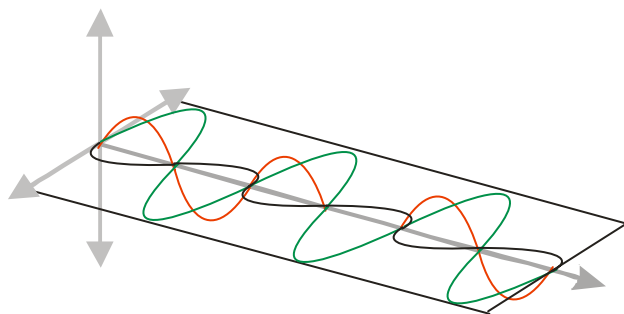
3. Pengaturan Konten Materi Berdasarkan Preskripsi CDT

Langkah pengembangan konten instruksional selanjutnya adalah pengaturan urutan konten materi berdasarkan preskripsi CDT. Preskripsi CDT merupakan suatu formula yang berupa uraian langkah-langkah apa saja yang akan ditempuh (dijabarkan dalam bentuk PPF, SPF dan IDR) untuk suatu tujuan pembelajaran yang telah ditentukan. Preskripsi untuk suatu tujuan pembelajaran tertentu berbeda dengan preskripsi untuk tujuan pembelajaran yang lain. Preskriptif CDT ini merupakan suatu langkah aplikatif bagi seorang *desainer* media instruksional ketika merancang suatu pembelajaran yang berpedoman CDT. Preskripsi CDT menghubungkan tujuan pembelajaran yang telah ditentukan dengan strategi instruksional yang cocok, dalam hal ini berupa PPF, SPF dan IDR yang sesuai. Dengan menentukan tujuan pembelajaran yang diinginkan, maka dapat dipilih preskripsi yang sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditentukan. Preskripsi CDT untuk masing-masing tujuan pembelajaran dilampirkan pada Lampiran 1.

2.3 Polarisasi cahaya

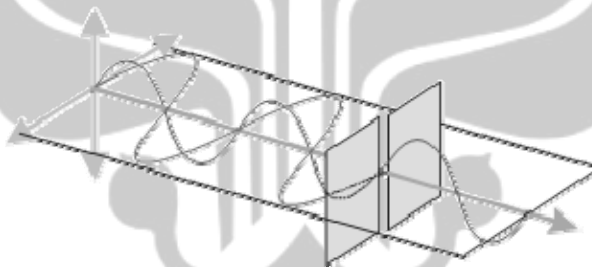
2.3.1 Pengantar Polarisasi Cahaya

Berdasarkan peristiwa interferensi dan difraksi, dapat disimpulkan bahwa cahaya merupakan gejala gelombang. Peristiwa interferensi dan difraksi tersebut belum dapat menunjukkan bagaimana tipe gelombang cahaya, apakah gelombang cahaya berbentuk transversal ataukah longitudinal. Eksperimen yang mampu menunjukkan bahwa gelombang cahaya merupakan gelombang transversal adalah polarisasi cahaya.



Gambar 2.1 Gelombang Tak-Terpolarisasi Pada Tali

Peristiwa polarisasi dapat digambarkan dengan membayangkan gelombang transversal pada tali. Seperti terlihat pada Gambar 2.1, pada tali tersebut terdapat banyak gelombang dengan berbagai arah getar. Gelombang seperti ini dikatakan dalam keadaan tak-terpolarisasi. Penggambaran gelombang tersebut dapat disederhanakan dengan cara memproyeksikan arah-arah getarnya ke sumbu x dan sumbu y sehingga menjadi seperti Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Gelombang Tali Terpolarisasi

Selanjutnya, gelombang tali dilewatkan melalui sebuah celah vertikal. Celah tersebut hanya meloloskan gelombang yang arah getarnya vertikal. Gelombang yang hanya memiliki satu arah getar seperti itu dikatakan dalam keadaan terpolarisasi. Jadi, polarisasi adalah terserapnya sebagian arah getar sehingga gelombang hanya memiliki satu arah getar. Prinsip yang sama dapat diterapkan pada cahaya.

Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik adalah suatu gelombang yang terdiri atas getaran-getaran vektor medan listrik (\mathbf{E}) dan

vektor medan magnet (**B**) yang saling tegak lurus satu sama lain. Baik vektor medan listrik maupun vektor medan magnet, keduanya tegak lurus terhadap arah perambatannya. Karena kuat medan listrik jauh lebih besar daripada kuat medan magnet (ingat $E=cB$), gelombang cahaya hanya digambarkan berupa gelombang medan listrik saja.

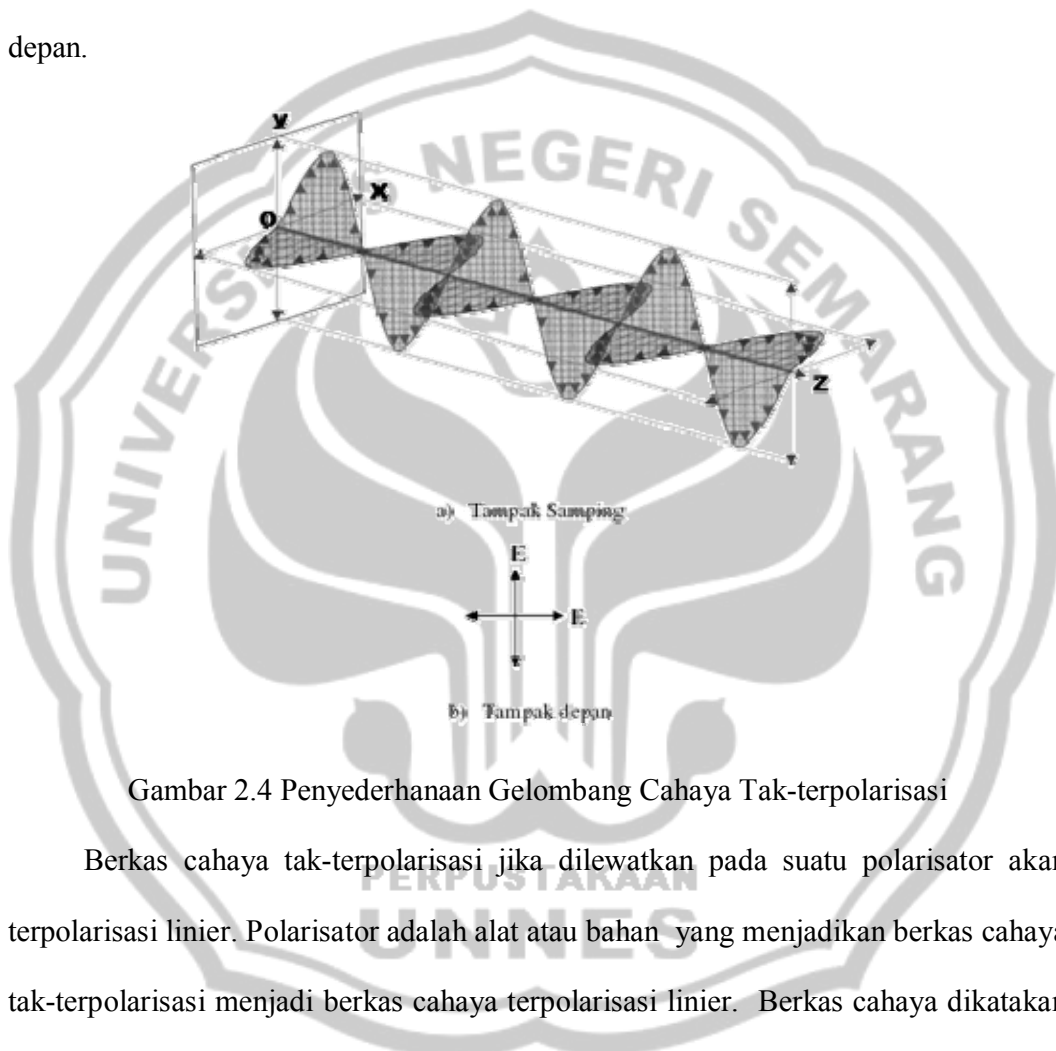
Pada cahaya alami, getaran vektor medan listriknya ke segala arah secara acak sehingga cahaya alami dikatakan tak-terpolarisasi. Cahaya tak-terpolarisasi dapat digambarkan seperti Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Gelombang Cahaya Tak-terpolarisasi

Gambar 2.3a memperlihatkan getaran – getaran vektor medan listrik yang terjadi secara acak ke segala arah terhadap arah perambatannya. Agar lebih sederhana, pada Gambar 2.3a hanya dilukiskan tiga arah getar saja. Apabila dilihat dari arah depan, getaran – getaran vektor medan listrik tersebut tampak seperti Gambar 2.3b.

Gelombang pada Gambar 2.3a dapat disederhanakan lagi dengan cara memproyeksikan arah getar medan listriknya ke sumbu x dan sumbu y . Hasilnya berupa gelombang yang getarannya merambat menurut bidang vertikal YOZ dan gelombang yang getarannya merambat menurut bidang horisontal XOZ (Gambar 2.4a). Gelombang ini akan tampak seperti Gambar 2.4b apabila dilihat dari arah depan.

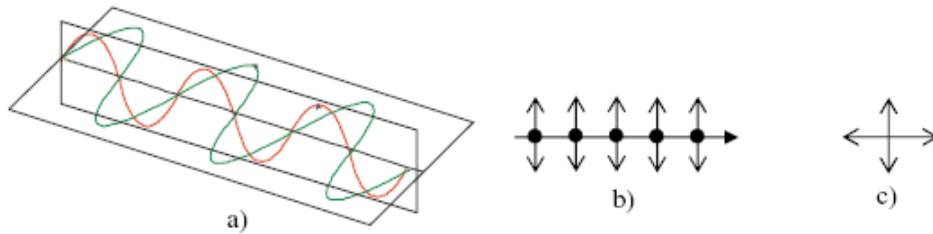


Gambar 2.4 Penyederhanaan Gelombang Cahaya Tak-terpolarisasi

Berkas cahaya tak-terpolarisasi jika dilewatkan pada suatu polarisator akan terpolarisasi linier. Polarisator adalah alat atau bahan yang menjadikan berkas cahaya tak-terpolarisasi menjadi berkas cahaya terpolarisasi linier. Berkas cahaya dikatakan terpolarisasi linier (atau kadang –kadang disebut terpolarisasi bidang) karena medan listriknya bergetar pada suatu garis lurus. Berkas cahaya yang terpolarisasi linier hanya memiliki satu arah getar.

Berikut ini adalah cara umum untuk menggambarkan getaran-getaran vektor medan listrik pada gelombang cahaya.

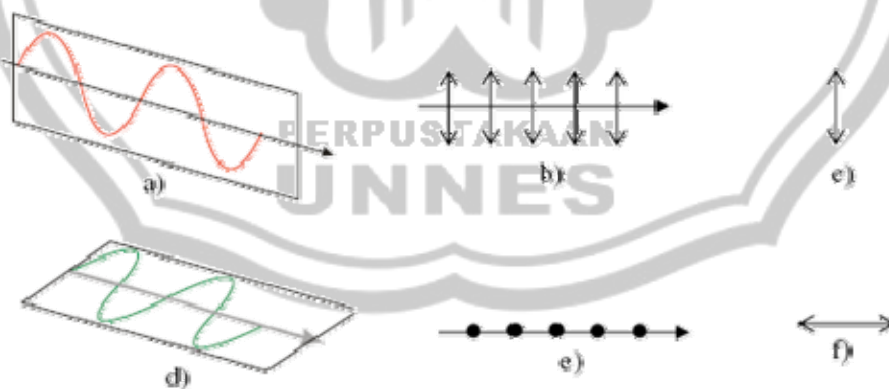
Perhatikanlah Gambar 2.5 berikut ini!



Gambar 2.5 Bentuk Penyederhanaan Gelombang Cahaya Tak-terpolarisasi

Gambar 2.5 memperlihatkan gelombang cahaya tak-terpolarisasi. Getaran – getaran vektor medan listrik terjadi pada arah bidang vertikal dan horisontal. Gelombang ini dapat disederhanakan lagi menjadi Gambar 2.5b. Titik – titik pada Gambar 2.5b menunjukkan bahwa getaran vektor medan listrik terjadi pada bidang horisontal (tegak lurus terhadap bidang kertas), sedangkan anak panah menunjukkan bahwa getaran medan listrik terjadi pada bidang vertikal (sejajar terhadap bidang kertas). Bila dilihat dari arah depan, getaran–getaran vektor medan listrik terlihat seperti Gambar 2.5c.

Sekarang perhatikanlah Gambar 2.6 berikut ini!



Gambar 2.6 Bentuk Penyederhanaan Gelombang Cahaya Terpolarisasi

Gambar 2.6 memperlihatkan gelombang cahaya yang terpolarisasi linier. Gelombang cahaya yang terpolarisasi linier pada arah vertikal (Gambar 2.6a) dapat

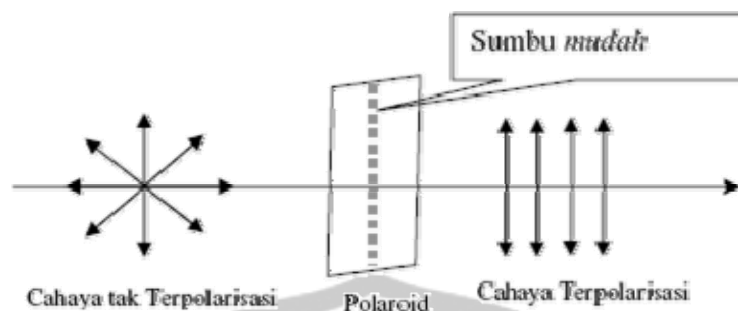
disederhanakan menjadi seperti Gambar 2.6b. Getaran-getaran medan listriknya hanya terjadi pada arah sejajar dengan bidang kertas yang ditunjukkan oleh anak panah. Bila dilihat dari arah depan, getaran – getaran vektor medan listrik tersebut digambarkan seperti Gambar 2.6c. Gambar 2.6d memperlihatkan gelombang cahaya yang terpolarisasi linier pada arah horisontal. Gelombang ini dapat disederhanakan menjadi seperti Gambar 2.6e. Titik – titik pada Gambar 2.6e tersebut menunjukkan bahwa getaran-getaran medan listriknya hanya terjadi pada arah horisontal (sejajar terhadap bidang kertas). Bila dilihat dari arah depan, getaran – getaran medan listrik tersebut digambarkan seperti Gambar 2.6f.

Terjadinya cahaya terpolarisasi dapat disebabkan oleh peristiwa penyerapan selektif, peristiwa pemantulan dan pembiasan, peristiwa bias rangkap, dan peristiwa hamburan.

2.3.2 Polarisasi oleh Penyerapan Selektif

Cahaya terpolarisasi dapat dihasilkan dengan melewati berkas cahaya tak-terpolarisasi melalui suatu bahan polaroid. Bahan polaroid sering digunakan pada kaca mata pelindung sinar matahari (*sun-glasses*) dan pada filter polarisasi lensa kamera. Bahan polaroid mempunyai sumbu polarisasi. Sumbu polarisasi dari suatu bahan polaroid disebut juga sumbu *mudah*. Untuk selanjutnya, kita gunakan istilah sumbu *mudah* untuk menyatakan sumbu polarisasi. Suatu polaroid ideal akan meneruskan semua komponen vektor medan listrik yang sejajar terhadap sumbu *mudah* dan menyerap semua komponen vektor medan listrik yang tegak lurus terhadap sumbu *mudah*. Sifat seperti ini disebut sifat *dikroik*.

Perhatikanlah Gambar 2.7 berikut!



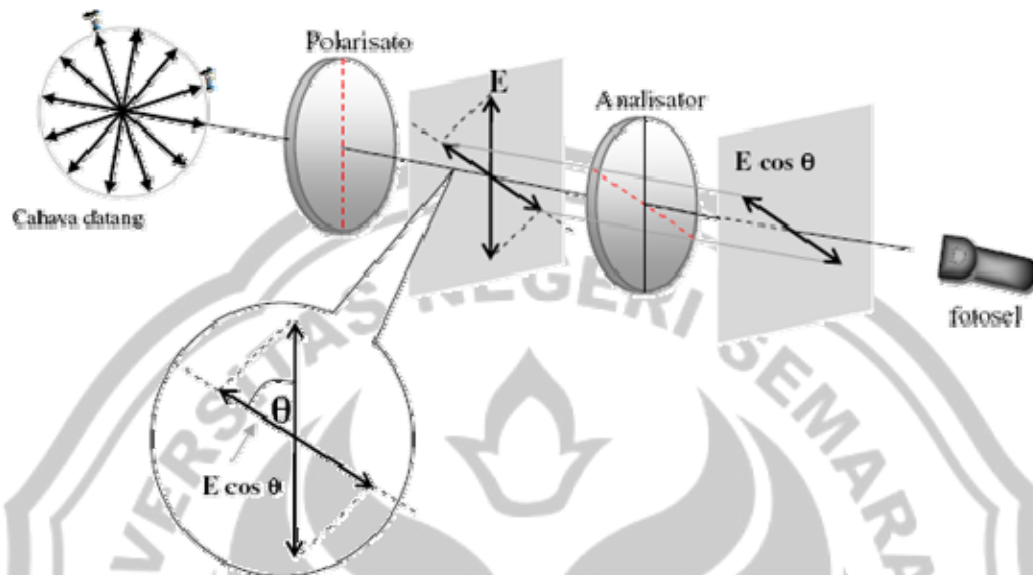
Gambar 2.7 Absorpsi Selektif Oleh Bahan Polaroid

Gambar 2.7 memperlihatkan cahaya tak-terpolarisasi yang dilewatkan pada sebuah keping polaroid dengan sumbu *mudah* yang berarah vertikal. Keping Polaroid tersebut meloloskan komponen vektor medan listrik yang bergetar sejajar dengan arah ini, dan menyerap komponen vektor medan listrik yang tegak lurus terhadap arah ini. Dengan demikian, intensitas berkas cahaya yang diloloskan oleh keping polaroid adalah sebesar setengah dari intensitas mula-mula. Cahaya yang keluar dari polaroid merupakan cahaya terpolarisasi.

Dengan menggunakan dua buah polaroid, dapat dilakukan percobaan berikut. Dua buah polaroid digunakan untuk melihat cahaya dari lampu pijar. Kedua polaroid ditempelkan satu dengan yang lain. Keping polaroid pertama berfungsi untuk membuat agar cahaya menjadi terpolarisasi linier, sehingga disebut polarisator. Keping polaroid kedua berfungsi untuk menganalisis arah atau macam polarisasi yang dihasilkan oleh polaroid pertama, sehingga disebut analisator. Dengan memutar salah satu polaroid, akan didapatkan bahwa pada suatu posisi tertentu cahaya lampu tampak gelap. Keadaan ini terjadi jika sumbu *mudah* kedua polaroid ini tegak lurus satu sama lain. Dikatakan bahwa kedua sumbu *mudah* polaroid ini saling bersilang.

Jika sumbu *mudah* kedua polaroid saling sejajar, hampir seluruh cahaya yang datang dari polaroid pertama (polarisator) diteruskan oleh polaroid kedua (analisisator).

Percobaan di atas dapat digambarkan seperti Gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2.8 Desain Percobaan Untuk Menganalisis Cahaya Terpolarisasi
Adapun penjelasan dari sistem tersebut adalah sebagai berikut.

Seberkas cahaya alami dilewatkan melalui polarisator. Oleh polarisator, cahaya dipolarisasikan dalam arah vertikal yaitu hanya komponen vektor medan listrik yang sejajar dengan sumbu mudah polarisator saja yang dilewatkan. Cahaya terpolarisasi kemudian dilewatkan melalui analisisator. Antara sumbu mudah polarisator dengan sumbu mudah analisisator membentuk sudut sebesar θ . Oleh analisisator, semua komponen vektor medan listrik yang tegak lurus sumbu mudah analisisator diserap, hanya komponen vektor medan listrik yang sejajar sumbu mudah analisisator yang diteruskan.

Seperti yang telah diketahui, cahaya alami dengan berbagai arah getar vektor medan listrik dapat diwakili oleh resultan dari dua komponen vektor medan listrik yang saling tegak lurus. Karena komponen vektor medan listrik yang tegak lurus

sumbu mudah analisator diserap, hanya komponen vektor medan listrik yang sejajar sumbu mudah analisator yang diteruskan, maka intensitas yang diteruskan oleh polarisator adalah setengah dari intensitas cahaya mula-mula. Jika intensitas cahaya mula – mula (cahaya alami tak-terpolarisasi) adalah I_0 , maka intensitas cahaya terpolarisasi linier (pada arah sumbu y) yang diteruskan oleh polarisator akan memiliki intensitas I_1 yaitu sebesar

$$I_1 = \frac{1}{2} I_0 \quad (2.1)$$

Cahaya dengan intensitas I_1 ini kemudian dilewatkan pada analisator. Intensitas berkas cahaya yang keluar dari analisator (I_2) bergantung pada komponen vektor medan listrik yang datang menuju analisator. Hanya komponen vektor medan listrik yang sejajar dengan sumbu mudah analisator saja yang diteruskan, sementara arah yang lainnya diserap.

Adapun persamaan untuk menentukan besarnya intensitas cahaya yang keluar dari analisator dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut.

Perhatikanlah Gambar 2.9!



Gambar 2.9 Proyeksi Vektor E Terhadap Sumbu Mudah Analisator

Gambar 2.9 memperlihatkan sumbu mudah dari polarisator yang berarah vertikal dan sumbu mudah dari analisator yang membentuk sudut sebesar θ terhadap

sumbu mudah polarisator. Jika kuat medan listrik yang datang pada analisator sebesar E_1 , maka komponen vektor medan listrik yang sejajar dengan sumbu mudah analisator tersebut sebesar:

$$E_2 = E_1 \cos \theta \quad (2.2)$$

dengan $E_2 =$ komponen vektor E yang sejajar sumbu mudah analisator

$E_1 =$ Komponen vektor E yang dilewatkan pada analisator

Karena intensitas gelombang cahaya sebanding dengan kuadrat dari kuat medan listriknya ($I \approx E^2$) maka intensitas berkas cahaya terpolarisasi yang keluar dari analisator adalah sebesar:

$$I_2 \approx E_1^2 \cos^2 \theta \quad (2.3)$$

Jika antara sumbu mudah polarisator dan sumbu mudah analisator adalah sejajar ($\theta=0^\circ$ atau $\theta=180^\circ$), maka intensitas berkas cahaya yang keluar dari analisator mencapai maksimum ($I_m \approx E_1^2$). Persamaan 2.3 dapat kita tuliskan kembali menjadi

$$I_2 = I_m \cos^2 \theta \quad (2.4)$$

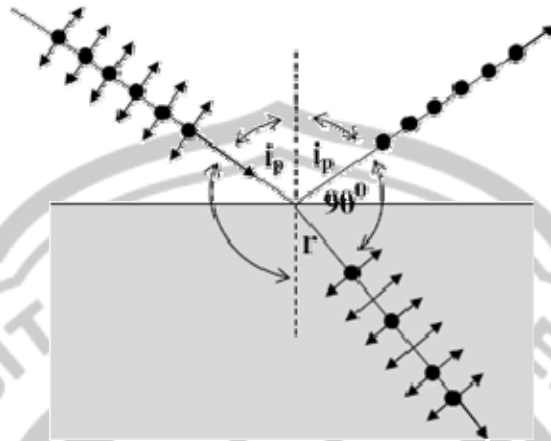
Persamaan di atas disebut Hukum Malus, yang ditemukan oleh Luois Malus (1775-1812) pada tahun 1809.

2.3.3 Polarisasi karena Pemantulan dan Pembiasan

Jika polarisasi cahaya yang dipantulkan oleh kaca jendela, atau oleh permukaan air yang tenang diamati, maka akan didapatkan bahwa pada sudut datang 56° untuk kaca, atau 53° untuk air, cahaya yang dipantulkan adalah terpolarisasi linier. Cahaya terpantul tersebut terpolarisasi linier pada arah sejajar dengan permukaan pemantul.

Cahaya terpolarisasi di atas disebabkan karena peristiwa pemantulan dan pembiasan. Jika seberkas cahaya datang pada bidang batas antara dua medium yang berbeda, maka sebagian cahaya akan dipantulkan dan sebagian lagi dibiaskan. Hasil

percobaan menunjukkan bahwa cahaya yang terpantul akan terpolarisasi sempurna jika sudut datang tertentu mengakibatkan sinar pantul dengan sinar bias saling tegak lurus (90°). Sudut datang seperti ini disebut sudut polarisasi.



Gambar 2.10 Polarisasi Karena Pembiasan dan Pemantulan

Pada Gambar 2.10 tampak seberkas cahaya datang dari medium dengan indeks bias n_1 menuju medium dengan indeks bias n_2 . Berkas cahaya tersebut sebagian dibiaskan dan sebagian dipantulkan karena menemui bidang batas antara kedua medium. Sesuai dengan hukum pemantulan, sudut pantul sama dengan sudut datang, yaitu i_p . Karena sinar pantul tegak lurus sinar bias, maka berlaku $i_p + r = 90^\circ$ atau $r = 90^\circ - i_p$.

Dengan menggunakan hukum pembiasan Snellius, maka didapatkan

$$n_1 \sin i_p = n_2 \sin r$$

$$n_1 \sin i_p = n_2 \sin (90^\circ - i_p)$$

$$= n_2 \cos i_p.$$

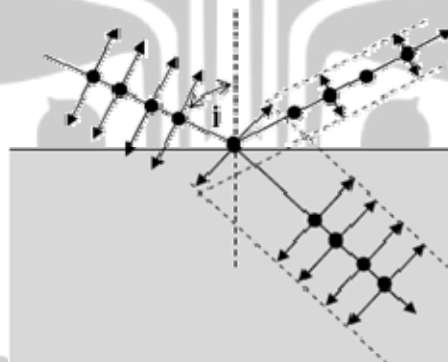
$$\tan i_p = \frac{n_2}{n_1}$$

(2.5)

Persamaan di atas dikenal dengan sebutan hukum *Brewster*. Sudut polarisasi (i_p) disebut juga sudut *Brewster*.

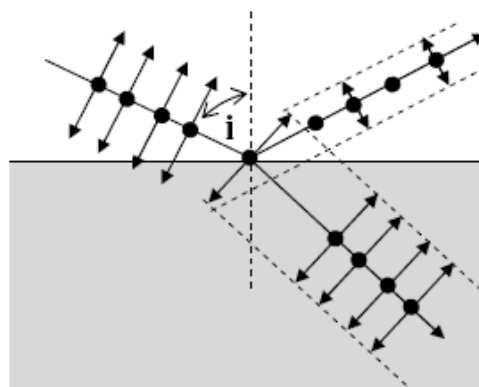
Terjadinya sinar pantul yang terpolarisasi linier pada sudut *Brewster* dapat dijelaskan sebagai berikut: Berkas sinar datang pada bidang batas antara kedua medium. Berkas sinar datang membawa energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Energi gelombang ini sebagian diserap oleh elektron-elektron di dalam atom – atom medium. Penyerapan energi ini menyebabkan elektron –elektron tersebut bergetar. Getaran elektron terjadi dalam arah tegak lurus sinar bias. Getaran elektron ini meradiasikan gelombang vektor medan listrik (\mathbf{E}). Gelombang ini merupakan berkas cahaya pantul.

Untuk sudut datang sebarang, proyeksi getaran elektron memiliki komponen pada arah sejajar dan tegak lurus bidang gambar dan tegak lurus bidang gambar (Gambar 2.11).



Gambar 2.11 Proyeksi Getaran Elektron Untuk Sudut Datang Sebarang

Jika sinar pantul tegak lurus sinar bias, getaran elektron tidak memiliki komponen getar dalam arah tegak lurus sinar pantul. Maka dari itu, berkas cahaya pantul hanya memiliki komponen vektor \mathbf{E} arah sejajar bidang batas kedua medium (Gambar 2.12).



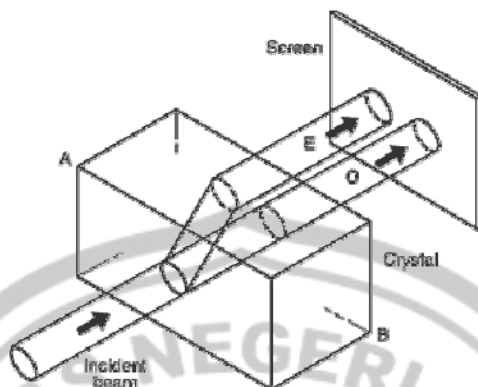
Gambar 2.12 Proyeksi Getaran Elektron Sinar Pantul Tegak Lurus Terhadap Sinar Sinar Bias.

Prinsip polarisasi dengan pemantulan dan pembiasan dimanfaatkan pada kacamata pelindung dari sinar matahari (*sunglasses*) dan lensa. Cahaya matahari dapat dipantulkan oleh air, kaca, dan salju. Untuk sudut sebarang, cahaya pantul ini terpolarisasi sebagian. Jika permukaan (bidang) pantul horisontal maka vektor kuat medan listrik cahaya pantul akan memiliki komponen horisontal dengan intensitas kuat. Hal ini dapat merusak mata. Kacamata pelindung sinar matahari (*sunglasses*) dibuat dari bahan polaroid. Bahan ini akan mengurangi intensitas sinar pantul terpolarisasi sebagian yang datang ke mata sehingga dapat melindungi mata. Sumbu – sumbu polarisasi lensa polaroid pada kacamata tersebut dipasang dengan arah vertikal sehingga komponen horisontal cahaya pantul dengan intensitas kuat akan diserap.

2.3.4 Polarisasi karena Pembiasan Rangkap

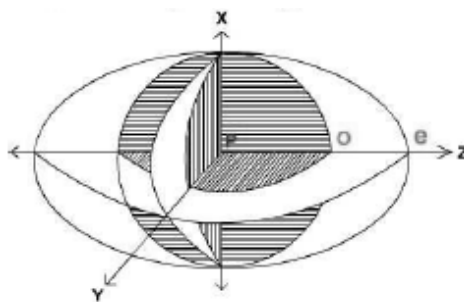
Cahaya yang dilewatkan melalui kaca memiliki kelajuan yang sama ke segala arah. Hal ini disebabkan karena kaca memiliki satu nilai indeks bias. Jika kita melihat suatu benda melalui kaca, maka kita akan melihat bayangan tunggal dari benda tersebut. Namun, di dalam bahan kristal tertentu seperti kalsit, kelajuan cahaya tidak sama untuk segala arah. Hal ini disebabkan karena bahan-bahan tersebut memiliki

dua nilai indeks bias. Jika kita melihat suatu benda melalui kristal tersebut, benda akan terlihat rangkap, jadi mempunyai dua bayangan.



Gambar 2.13 Polarisasi Karena Pembiasan Rangkap

Gambar 2.13 memperlihatkan sebuah berkas cahaya tak-terpolarisasi dilewatkan melalui kristal kalsit dalam arah tegak lurus terhadap permukaan kristal. Berdasarkan pengamatan, dijumpai pada layar dua berkas cahaya yang terpisah. Peristiwa tersebut terjadi karena berkas cahaya tak-terpolarisasi mengalami pembiasan rangkap. Jika kedua sinar yang muncul dianalisa dengan sebuah polaroid, didapatkan bahwa kedua sinar tersebut terpolarisasi linier. Arah getar vektor medan listrik kedua sinar juga saling tegak lurus. Jika dilakukan pengukuran besarnya sudut bias di dalam kalsit terhadap beberapa variasi sudut datang, maka salah satu sinar akan sesuai dengan hukum Snellius. Sinar ini disebut sinar biasa (sinar O). Sinar kedua yang seolah tidak sesuai dengan hukum Snellius disebut sinar luar biasa (sinar e). Peristiwa ini dapat terjadi karena sinar o maupun sinar e mempunyai laju cahaya yang berbeda di dalam kristal. Bentuk muka gelombang pada kristal kalsit digambarkan seperti Gambar 2.14.



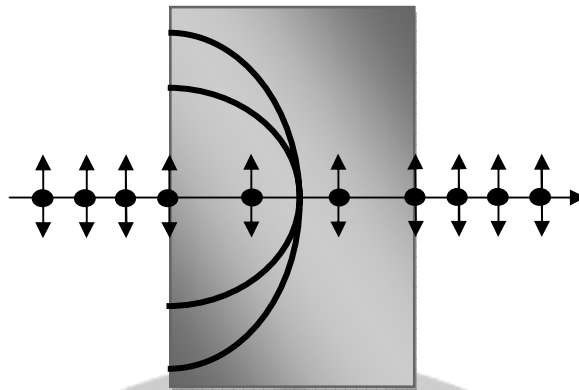
Gambar 2.14 Muka Gelombang O Dan Gelombang E Di Dalam Kristal Kalsit

Gambar 2.14 memperlihatkan dua bentuk muka gelombang yang menyebar keluar dari sebuah sumber titik khayal P yang berada di dalam kristal. Kedua muka gelombang tersebut menyatakan gelombang cahaya yang mempunyai dua keadaan polarisasi yang berbeda. Gelombang o merambat di dalam kristal dengan laju yang sama (v_0) di dalam semua arah. Hal ini ditunjukkan dengan muka gelombang o yang berbentuk permukaan bola. Gelombang e merambat di dalam kristal dengan laju yang berbeda tergantung arah perambatan gelombang. Muka gelombang e digambarkan berupa sebuah ellipsoida (bangun ruang yang terbentuk dari pemutaran ellips). Untuk kristal kalsit, gelombang e merambat dengan kelajuan yang lebih kecil pada arah sumbu x dibandingkan arah sumbu z, ditunjukkan dengan muka gelombang berbentuk ellipsoida yang pipih pada arah sumbu x. Tampak pula pada Gambar 2.14 muka gelombang o dan muka gelombang e berimpit pada arah sumbu tertentu. Sumbu ini disebut sumbu optis. Gelombang e dan gelombang o merambat dengan laju yang sama pada arah sumbu optis.

Ada beberapa kemungkinan pemotongan permukaan kristal kalsit yaitu:

- (1) kristal kalsit dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal tegak lurus terhadap sumbu optis.

Perhatikan Gambar 2.15 berikut ini!

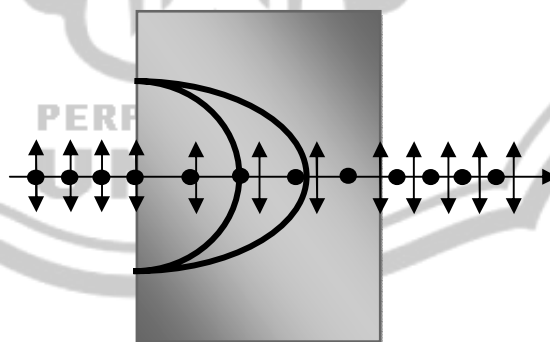


Gambar 2.15 Permukaan Kristal Dipotong Tegak Lurus Sumbu Optis

Gambar 2.15 memperlihatkan kristal kalsit yang dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal tegak lurus dengan sumbu optis. Jika berkas cahaya datang tegak lurus permukaan tersebut, maka sinar o dan sinar e mempunyai kecepatan rambat yang sama. Akibatnya, sinar o dan sinar e tidak mengalami perbedaan fase sehingga keadaan polarisasi tidak berubah setelah cahaya menembus kristal.

- (2) kristal kalsit dipotong sedemikian rupa sehingga permukaannya sejajar terhadap sumbu optis.

Perhatikanlah Gambar 2.16 berikut ini!

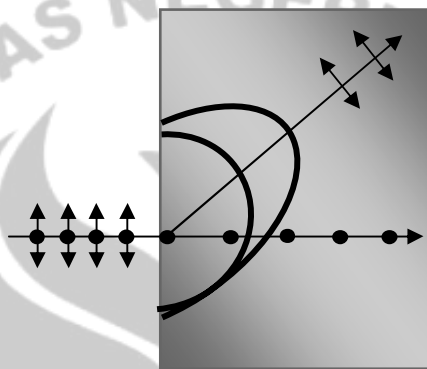


Gambar 2.16 Permukaan Kristal Dipotong Sejajar Sumbu Optis.

Gambar 2.16 memperlihatkan kristal kalsit yang dipotong sedemikian rupa sehingga permukaannya sejajar dengan sumbu optis. Jika berkas cahaya tak terpolarisasi datang tegak lurus permukaan tersebut, maka gelombang o dan

gelombang e terpisah satu sama lain karena adanya perbedaan kelajuan. Gelombang e mempunyai laju yang lebih besar dibandingkan dengan laju gelombang o . Hasilnya, berkas cahaya yang keluar dari kristal terpisah menjadi dua berkas gelombang yaitu gelombang e dan gelombang o . Dengan demikian, gelombang e dan gelombang o yang keluar dari kristal mengalami perbedaan fase.

- (3) kristal kalsit dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal membentuk sudut sebarang terhadap sumbu optis.

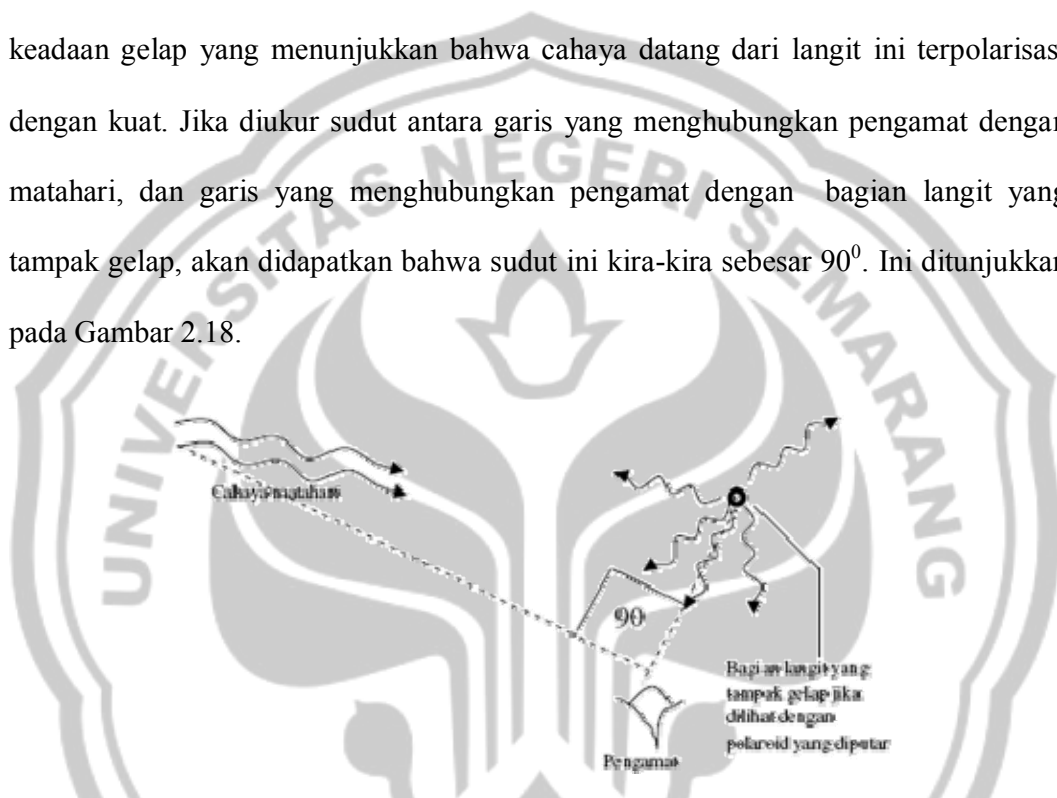


Gambar 2.17 Kristal Dipotong Dengan Permukaan Membuat Sudut Sebarang Dengan Sumbu Optis.

Gambar 2.17 memperlihatkan cahaya tak-terpolarisasi yang datang dalam arah tegak lurus pada sebuah lempeng kristal kalsit. Kristal kalsit tersebut dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan lempeng kristal tersebut membentuk sudut terhadap sumbu sumbu optis kristal. Berkas cahaya yang datang akan dibiaskan rangkap (sinar o dan sinar e menjadi terpisah) di dalam kristal kalsit seperti pada Gambar 2.17. Titik-titik singgung pada muka gelombang yang berbentuk ellipsoidal untuk gelombang sinar e tidak terletak pada garis sinar datang. keadaan ini menjadikan sinar e akan membelok meskipun sinar datang tegak lurus permukaan kristal. Jelas bahwa sinar e tidak mengikuti hukum Snellius. Maka dari itu, sinar e disebut sinar luar biasa (*extra-ordinary*).

2.3.5 Polarisasi karena Hamburan

Pada hari yang cerah, anda dapat melihat langit biru yang begitu indah. Bila memandang peristiwa tersebut dengan sebuah polaroid, maka dapat ditunjukkan bahwa cahaya yang datang dari langit ini terpolarisasi dengan kuat. Dengan memutar polaroid ini pada sumbu yang terletak horisontal, maka suatu saat didapatkan suatu keadaan gelap yang menunjukkan bahwa cahaya datang dari langit ini terpolarisasi dengan kuat. Jika diukur sudut antara garis yang menghubungkan pengamat dengan matahari, dan garis yang menghubungkan pengamat dengan bagian langit yang tampak gelap, akan didapatkan bahwa sudut ini kira-kira sebesar 90° . Ini ditunjukkan pada Gambar 2.18.



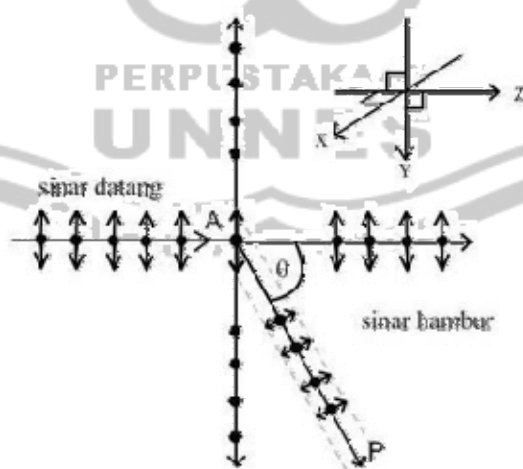
Gambar 2.18 Cahaya Matahari Dihamburkan Oleh Partikel-Partikel Udara

Keterangan terjadinya polarisasi pada cahaya langit biru adalah sebagai berikut. Jika cahaya datang pada molekul-molekul udara, maka elektron-elektron dalam molekul dapat menyerap dan memancarkan kembali sebagian cahaya. Penyerapan dan pemancaran kembali cahaya oleh molekul-molekul inilah yang disebut hamburan. Bagian langit jauh dari arah matahari tampak biru sebab molekul-molekul udara pada bagian langit ini menghamburkan cahaya ke semua arah. Cahaya biru mendapat hamburan paling kuat. Kita anggap cahaya yang datang hanya mengalami hamburan

satu kali oleh molekul udara, sehingga hamburan ini dapat dianggap sebagai hamburan tunggal. Jadi, cahaya yang datang jika kita melihat langit biru adalah cahaya matahari yang dihamburkan oleh molekul-molekul udara. Cahaya yang langsung datang dari matahari adalah cahaya tak-terpolarisasi. Hal ini dapat diperiksa dengan sebuah polaroid, misalnya dengan meneruskan sinar matahari melalui satu lubang pada kertas karton, dan memeriksa polarisasi cahaya yang diteruskan oleh lubang tersebut.

Elektron dalam molekul udara bergetar jika kena cahaya, karena elektron digerakkan oleh medan listrik yang berubah terhadap waktu dari cahaya. Suatu muatan listrik yang dipercepat akan memancarkan gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik ini dipancarkan ke segala arah, tetapi tidak dengan intensitas yang sama.

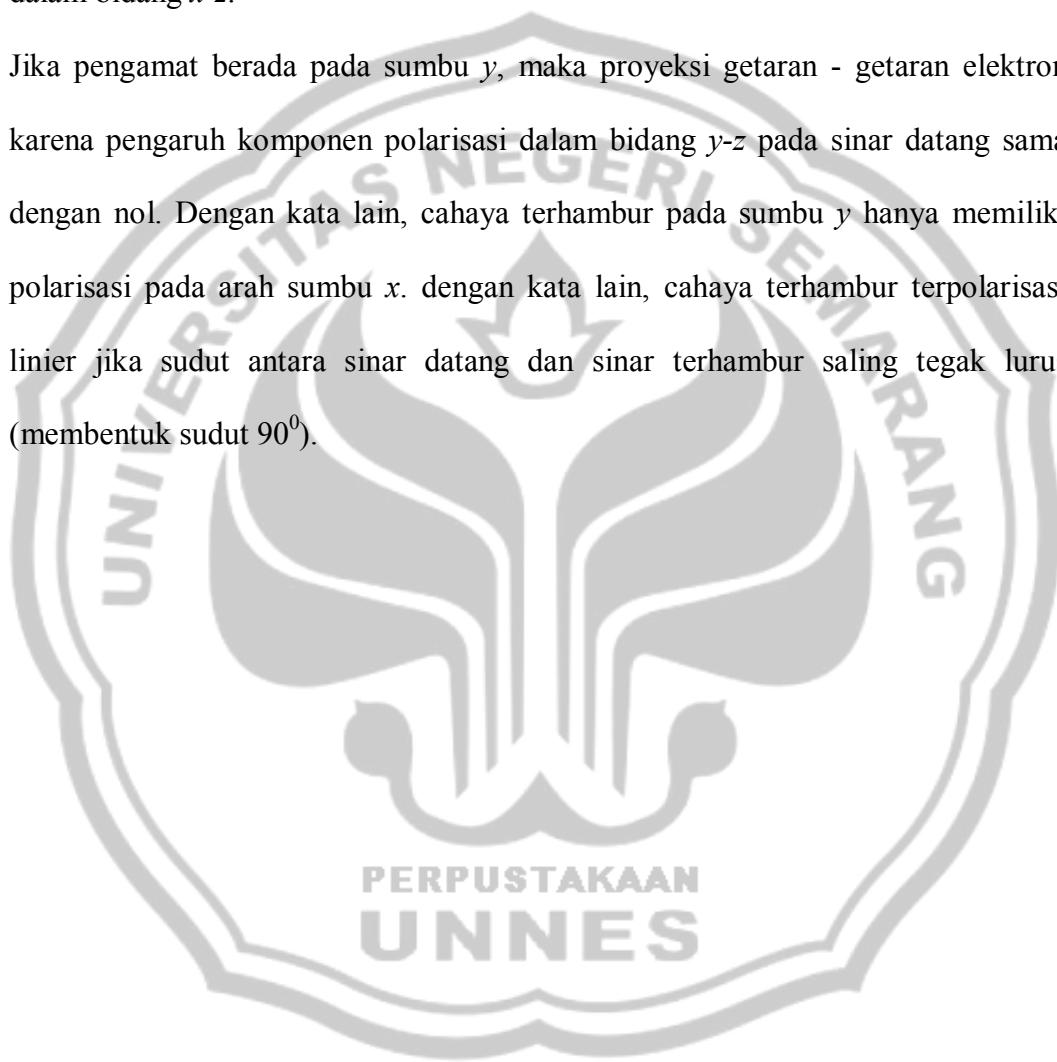
Gelombang elektromagnetik ini merupakan cahaya yang dihambur oleh molekul udara. Untuk suatu arah yang sebarang, maka intensitas sebanding dengan $(A_{\perp})^2$, yaitu sebanding dengan proyeksi kuat medan listrik pada arah tegak lurus arah perambatan. Misalkan cahaya matahari merambat pada arah z , dan pengamat ada dalam bidang y - z (Gambar 2.19).



Gambar 2.19 Cahaya Hambur Yang Menjalur Pada Arah y Hanya Mempunyai Polarisasi Dalam Arah x

Pengamat di titik P dalam bidang y - z melihat cahaya terpolarisasi sebagian. Komponen polarisasi pada arah x tidak mengalami perubahan, karena arah ini tegak lurus pada arah rambat (AP). Akan tetapi amplitudo komponen polarisasi dalam bidang y - z menjadi lebih kecil dari pada amplitudo polarisasi sinar datang dalam bidang x - z .

Jika pengamat berada pada sumbu y , maka proyeksi getaran - getaran elektron karena pengaruh komponen polarisasi dalam bidang y - z pada sinar datang sama dengan nol. Dengan kata lain, cahaya terhambur pada sumbu y hanya memiliki polarisasi pada arah sumbu x . dengan kata lain, cahaya terhambur terpolarisasi linier jika sudut antara sinar datang dan sinar terhambur saling tegak lurus (membentuk sudut 90°).



BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian Pengembangan Program

3.1.1 Subjek dan Lokasi Penelitian

Pengembangan program dilakukan oleh satu tim kerja sesuai dengan kemampuan masing-masing. Satu tim kerja terdiri atas pengembang, *programmer*, dan narator. Pengembang merupakan pihak yang bertanggungjawab terhadap pelaksanaan pengembangan program, dalam hal ini adalah peneliti. *Programmer* merupakan pihak yang mendesain, melakukan *programming* dan memproduksi program. Narator berperan sebagai pengisi suara dalam kegiatan *dubbing* video demonstrasi dan narasi teks. Agar dihasilkan program multimedia pembelajaran yang berkualitas, pengembang juga berkonsultasi dengan pihak profesional masing-masing sebagai ahli media dan ahli instruksional. Kegiatan produksi program MPI dilaksanakan di laboratorium komputer jurusan fisika FMIPA UNNES pada bulan Juli sampai Desember 2009.

3.1.2 Prosedur Penelitian

Penelitian pengembangan (*developmental Research*) program dilakukan dengan melakukan persiapan, kemudian dilanjutkan dengan pelaksanaan pengembangan program.

1. **Persiapan Pengembangan Program**

Pada tahap persiapan pengembangan program ini, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Analisis Kebutuhan

Kegiatan analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan alat dan bahan yang diperlukan dalam melakukan pengembangan program. Analisis kebutuhan mencakup beberapa hal yaitu: perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), kurikulum, dan buku-buku pelajaran sebagai rujukan penyusunan konten multimedia.

b. Penentuan Indikator Program / Kriteria Kualitas Multimedia Pembelajaran

Indikator / kriteria perlu ditetapkan untuk mengukur kualitas program pembelajaran yang akan dikembangkan. Indikator-indikator ini akan dijadikan acuan dalam menyusun lembar angket. Indikator/kriteria kualitas program MPI berpedoman pada kriteria program yang dirumuskan *University of Pretoria* di dalam *Software Evaluation: The Process Of Evaluating Software And It's Effect On Learning*, dan Skiba (1984).

2. Pelaksanaan Pengembangan Program

Pelaksanaan pengembangan program dilakukan dalam urutan langkah-langkah berikut:

a. Menentukan Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran berperan dalam penentuan langkah-langkah instruksional yang akan ditempuh dan pengelompokan pokok-pokok bahasan dari suatu topik materi pembelajaran. Tujuan pembelajaran ditentukan berdasarkan matriks *performance-content* (P-C) pada *Component Display Theory* (CDT).

b. Membuat Garis-Garis Besar Isi Media (GBIM)

Tujuan utama pembuatan GBIM dalam pengembangan multimedia pembelajaran interaktif adalah pemetaan pokok-pokok bahasan (menu-menu) dari

suatu program, identifikasi dari pokok materi yang akan diberikan, jenis media yang akan ditampilkan, dan pencantuman prasyarat (*prerequisite*) yang diperlukan. GBIM dirumuskan berdasarkan konsep PPF, SPF, dan IDR pada *Component Display Theory* (CDT).

c. Membuat Jabaran Materi (JM)

Jabaran Materi (JM) merupakan uraian materi dari GBIM. Jabaran Materi disusun dalam format Tabel 3.1. Jabaran Materi (JM) terdiri dari beberapa kolom masing-masing berupa nomor, menu, submenu, tujuan pembelajaran, materi, media dan keterangan.

Tabel 3.1. Format Penyusunan JM

No	Pokok Bahasan	Subpokok Bahasan	Tujuan Pembelajaran	Rincian Materi	Media	Keterangan
1						
2						
...						

Menu, submenu, tujuan pembelajaran, dan media disesuaikan dengan perancangan menu yang telah dijabarkan di dalam GBIM. Kolom materi tidak saja menguraikan detail materi tetapi juga urutan materi yang telah disesuaikan dengan preskripsi CDT. Kolom materi dibagi menjadi 3 bagian. Bagian pertama berisi label apakah materi yang ada berupa EG, Eeg, dan Ieg. Bagian kedua berisi label apakah materi berupa PPF atau SPF. Dan bagian ketiga berisi rincian materi. Kolom keterangan berfungsi untuk memberikan keterangan yang mungkin diperlukan dalam menjelaskan uraian materi.

d. Penulisan Naskah

Langkah selanjutnya dalam mengembangkan MPI yaitu menulis naskah. Naskah MPI ditulis Berdasarkan Jabaran Materi (JM) yang telah disusun. Naskah merupakan cetak biru untuk sajian materi yang akan dibuat. Selain berisi materi, naskah berisi petunjuk-petunjuk teknis untuk pemrograman, penyediaan gambar, suara, animasi, simulasi, dan lain-lain. Naskah dituliskan di dalam format naskah MPI seperti Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Format naskah program MPI

Judul:	Nama Frame:	Hal :
Tampilan:	Sound/Narasi:	
Keterangan/Petunjuk:		

Kolom tampilan berisi seluruh materi yang akan tampil di layar, baik teks, gambar, animasi, tombol navigasi, dll. Kolom *Sound*/narasi berisi teks yang akan dibacakan/narasi ataupun suara lainnya. Kolom petunjuk berisi keterangan tampilan, petunjuk pemrograman, petunjuk gambar, animasi, simulasi maupun lainnya.

e. Pelaksanaan Produksi

Setelah menyelesaikan naskah, kegiatan produksi dapat langsung dilaksanakan. Kegiatan produksi mencakup pembuatan rancangan tampilan, proses pemrograman, pembuatan gambar/grafis, pembuatan animasi, pengetikan teks, pengisian suara, pengisian musik, dll.

3.2 Desain Penelitian Uji Kelayakan Program

3.2.1 Subjek dan Lokasi Penelitian

Subjek sebagai responden dalam penelitian uji kelayakan program ini adalah mahasiswa pendidikan fisika Universitas Negeri Semarang semester VIII sebanyak 30 responden. Responden melakukan kegiatan *preview* dan penilaian terhadap kualitas program MPI Polarisasi Cahaya yang telah dikembangkan. Penilaian dilakukan terhadap aspek-aspek pendidikan, tampilan program, maupun kualitas teknis. Kegiatan *preview* dan penilaian dilaksanakan di Jurusan Fisika FMIPA UNNES pada bulan Januari 2010. Hasil uji kelayakan dijadikan acuan untuk perbaikan program selanjutnya. Kegiatan perbaikan program berdasarkan hasil penilaian responden dilaksanakan pada bulan Februari 2010.

3.2.2 Prosedur Penelitian

Uji kelayakan program dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- (1) Mempersiapkan program MPI Polarisasi cahaya di komputer,
- (2) Mempersilakan responden untuk berinteraksi dengan program,
- (3) Memberikan angket kepada responden setelah responden merasa cukup berinteraksi dengan program,
- (4) Menganalisis data angket.

3.2.3 Instrumen Penelitian

Uji kelayakan program dilakukan dengan menggunakan instrumen angket. Angket menggunakan format lima respon jawaban yaitu: sangat setuju (SS), setuju (S), kurang setuju (KS), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STS). Penentuan skor angket dilakukan secara apriori. Bagi skala yang berarah positif, pemberian skor untuk masing-masing respon jawaban yaitu: skor 5 bagi Sangat Setuju (SS), skor 4

bagi Setuju (S), skor 3 bagi Kurang Setuju (KS), skor 1 bagi Tidak Setuju (TS), dan skor 1 bagi Sangat Tidak Setuju (STS). Bagi skala yang berarah negatif, pemberian skor menjadi sebaliknya.

3.2.4 Metode Analisis Data

Setelah data diperoleh, langkah selanjutnya adalah menganalisis data angket tersebut. Hasil analisis data angket digunakan sebagai masukan bagi perbaikan program MPI selanjutnya. Data dianalisis dengan cara sebagai berikut:

- (1) Angket yang telah diisi responden, diperiksa kelengkapan jawabannya, kemudian disusun sesuai dengan kode responden,
- (2) Mengkuantitatifkan jawaban setiap pernyataan (indikator) dengan memberikan skor sesuai dengan bobot yang telah ditentukan sebelumnya,
- (3) Membuat tabulasi data.
- (4) Mengkonversi skor menjadi nilai

Konversi skor menjadi nilai dengan cara berikut ini (Sukardjo dalam Surip 2009).

- (a) Mencari skor rata-rata empirisnya dengan persamaan:

$$\bar{X} = (\sum X / N) \quad (3.1)$$

Keterangan:

\bar{X} = Skor rata-rata suatu indikator

$\sum X$ = jumlah skor suatu indikator

N = jumlah responden

- (b) Menentukan kriteria nilai skor rata-rata (\bar{X}) dalam lima kategori, yaitu sangat kurang baik, kurang baik, sedang, baik, dan sangat baik seperti Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Kategori Penilaian Program

No	Nilai	Kategori
1	$Mi + 1,8 Sbi < \mathcal{L}$	Sangat baik
2	$Mi + 0,6 Sbi < \mathcal{L} \leq Mi + 1,8 Sbi$	Baik
3	$Mi - 0,6 Sbi < \mathcal{L} \leq Mi + 0,6 Sbi$	Sedang
4	$Mi - 1,8 Sbi < \mathcal{L} \leq Mi - 0,6 Sbi$	Kurang baik
5	$\mathcal{L} < Mi - 1,8 Sbi$	Sangat kurang baik

Keterangan:

Mi (Mean ideal) = $\frac{1}{2}$ (Skor terendah + skor tertinggi)

Sbi (simpangan batu ideal) = $\frac{1}{6}$ (Skor tertinggi – skor terendah).

(c) Konversi Skor Rata-Rata (\mathcal{L}) Menjadi Nilai

Hasil perhitungan persamaan di dalam Tabel 3.3 didapatkan tabel Konversi skor rata-rata (\mathcal{L}) (Tabel 3.4).

Tabel 3.4. Kriteria Penilaian Program

No	Skor rata-rata	Nilai
1	$4,2 < \mathcal{L}$	Sangat baik
2	$3,4 < \mathcal{L} \leq 4,2$	Baik
3	$2,6 < \mathcal{L} \leq 3,4$	Sedang
4	$1,8 < \mathcal{L} \leq 2,6$	Kurang baik
5	$\mathcal{L} \leq 1,8$	Sangat kurang baik

(5) Menentukan Kriteria Kelayakan Produk Program MPI

Produk MPI dikatakan “layak” digunakan sebagai media maupun sumber belajar, jika nilai yang diperoleh sekurang-kurangnya berkategori “sedang”. Jadi produk yang layak harus berkategori “sedang”, “baik”, atau “sangat baik”.

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Prosedur Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif (MPI) Fisika Topik Polarisasi Cahaya

4.1.1 Analisis Kebutuhan

Pengembangan suatu *software* pembelajaran dilakukan untuk mendukung kegiatan belajar – mengajar. Kegiatan pembelajaran diharapkan mampu berjalan dengan optimal dengan bantuan multimedia pembelajaran interaktif (MPI). Di antara masalah pembelajaran yang dapat teratasi dengan MPI adalah kebutuhan sumber belajar yang berkualitas dan memenuhi standard bagi guru dan siswa, pemerataan sumber belajar dan konsistensi materi pembelajaran untuk seluruh siswa yang tersebar di berbagai daerah sehingga tidak ada lagi perbedaan sumber belajar bagi sekolah di desa dan kota. Di samping itu, dengan pemanfaatan MPI pembelajaran akan lebih menarik dan menyenangkan (Koesnandar 2006:75).

Salah satu materi pembelajaran yang perlu didukung dengan pengadaan multimedia pembelajaran adalah polarisasi cahaya. Beberapa permasalahan yang menjadi dasar pengembangan MPI polarisasi cahaya adalah sebagai berikut:

- (1) Siswa tidak menjumpai gejala polarisasi cahaya di kehidupan nyata mereka

Menurut aliran teori belajar kognitif, pembelajaran di sekolah hendaknya dimulai dengan memberikan pengalaman-pengalaman nyata daripada dengan pemberitahuan-pemberitahuan (Rifa'I, 2009:207). Implikasinya, pembelajaran dapat dimulai dengan melakukan pengamatan, demonstrasi, percobaan maupun simulasi di

kelas. Tidak semua sekolah memiliki sarana belajar untuk melakukan kegiatan tersebut. Pembelajaran pun disampaikan secara verbal. Akibatnya, gejala polarisasi cahaya seperti pembiasan rangkap, penyerapan selektif, menjadi peristiwa yang tampak asing bagi siswa. Melalui program MPI, Gejala fisika tersebut dapat disajikan kepada siswa untuk memberikan pengamatan yang nyata mengenai gejala polarisasi cahaya dalam bentuk video demonstrasi.

(2) Siswa kesulitan memvisualisasikan gejala polarisasi cahaya

Cahaya termasuk gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik memiliki bentuk yang tak-kasat mata. Gelombang cahaya perlu divisualisasikan dalam bentuk gambar maupun animasi. Penyajian materi polarisasi cahaya yang banyak membahas gelombang cahaya sebagai getaran vektor medan listrik menjadi tepat apabila divisualisasikan dengan gambar maupun animasi yang menarik.

4.1.2 Pengembangan Konten Instruksional Program

Pengembangan konten instruksional program merupakan langkah yang dilakukan untuk menyusun konten pelajaran dari suatu multimedia pembelajaran. Pengembangan konten instruksional program dilaksanakan dalam urutan langkah-langkah berikut:

1. Menentukan Tujuan Pembelajaran Dengan Matriks P-C

Tujuan instruksional umum (TIU) topik “polarisasi cahaya” yaitu (1) siswa dapat mendeskripsikan gejala dan ciri-ciri polarisasi cahaya, dan (2) Siswa dapat menerapkan konsep dan prinsip polarisasi cahaya dalam teknologi. TIU dirumuskan berdasarkan kompetensi dasar (KD) di dalam kurikulum SMA kelas XII program IPA. Topik polarisasi cahaya dapat dibagi ke dalam lima pokok bahasan yaitu (1) pengantar polarisasi cahaya, (2) polarisasi cahaya karena penyerapan selektif, (3)

polarisasi cahaya karena pemantulan, (4) polarisasi cahaya karena pembiasan ganda, dan (5) polarisasi cahaya karena hamburan.

Berdasarkan rumusan TIU untuk topik “polarisasi cahaya” seperti di atas, langkah selanjutnya adalah melakukan *learning-task analysis* untuk menentukan tujuan instruksional khusus (TIK) untuk masing-masing pokok bahasan. TIK-TIK tersebut dirumuskan seperti pada Lampiran 2. TIK-TIK pada Lampiran 2 lebih dispesifikkan lagi berdasarkan matriks P-C menjadi seperti pada Lampiran 3.

2. Garis-Garis Besar Isi Media (GBIM)

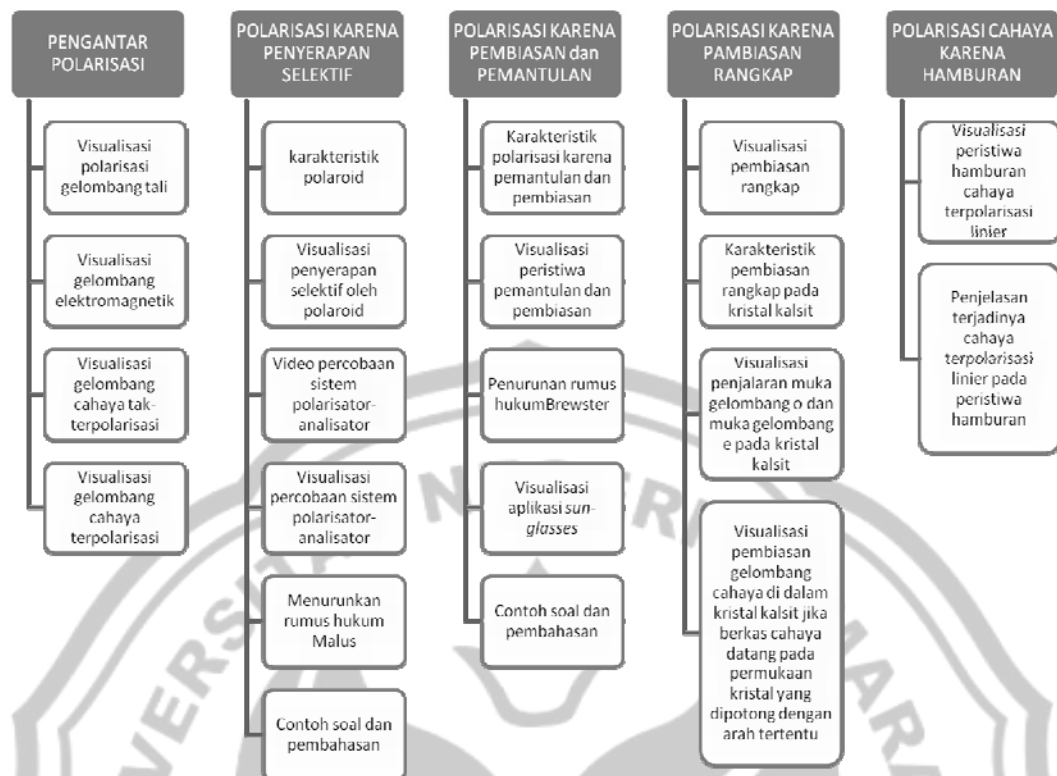
Setelah TIK berhasil dirumuskan berdasarkan matriks P-C, langkah selanjutnya adalah mengatur atau menggabungkan TIK-TIK tersebut ke dalam pokok bahasan atau sub-pokok bahasan yang bersesuaian dalam bentuk Garis-Garis Besar Isi Media (GBIM). GBIM untuk topik polarisasi cahaya dirumuskan seperti pada Lampiran 4.

3. Jabaran Materi (JM)

Jabaran Materi (JM) disusun setelah GBIM selesai dibuat. Jabaran Materi untuk topik polarisasi cahaya dirumuskan seperti pada Lampiran 5.

4. Penulisan Naskah MPI

Penulisan naskah yang baik akan sangat membantu dalam pelaksanaan pembuatan media selanjutnya. Penulisan naskah dimulai dengan membuat diagram alur atau *flowchart*. Sebagaimana namanya, diagram ini menunjukkan alur sajian program. Alur sajian program merupakan rekayasa pembelajaran, artinya pada penyusunan *flowchart* ini seorang pengembang (guru) sedang menggiring dan mengarahkan siswa mencapai tujuan pembelajaran yang dikehendaki. *Flowchart* sajian materi polarisasi adalah sebagai berikut.



Gambar 4.1 *Flowchart* sajian materi polarisasi cahaya

Setelah *flowchart* selesai dibuat, maka langkah selanjutnya adalah menulis naskah. Naskah merupakan petunjuk-petunjuk bagi pelaksanaan produksi seperti proses *programming*, pembuatan grafis, animasi, *recording* narasi, dll. Naskah sajian materi polarisasi cahaya di dalam multimedia dapat dilihat pada Lampiran 6.

4.1.3 Pelaksanaan Produksi Program

1. Analisis Kebutuhan *Software* dan *Hardware*

Setelah pembuatan konten instruksional program selesai, Kegiatan produksi program dapat dilakukan. Kegiatan produksi program dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan *software* dan *hardware* yang diperlukan untuk pengembangan program.

a. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan untuk membuat program MPI fisika topik polarisasi cahaya adalah sebagai berikut:

(1) Seperangkat komputer multimedia lengkap, dengan spesifikasi minimal sebagai berikut

- a. Processor intel Pentium III 560 MHz atau di atasnya
- b. Memori RAM 64 MB atau di atasnya
- c. CD ROM Drive 48x speed
- d. Resolusi monitor 800x600 pixels monitor VGA

(2) *Hardware* pendukung

- a. *Microphone*
- b. *Mouse* dan *keyboard*
- c. *VideoCard*, *sound card*, dan *speaker* aktif
- d. *Headset*

b. Perangkat Lunak (*software*)

Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat program MPI fisika topik polarisasi cahaya adalah sebagai berikut :

- (1) Sistem Operasi *Windows XP*
- (2) *Microsoft Word 2007*
- (3) *Adobe Flash CS3 Professional*

Adobe Flash CS3 Professional merupakan sebuah program aplikasi standar *authoring tool* profesional untuk membuat animasi vektor dan bitmap yang sangat menakjubkan untuk keperluan pembangunan situs web maupun program multimedia yang interaktif dan dinamis.

(4) *Ulead VideoStudio 11*

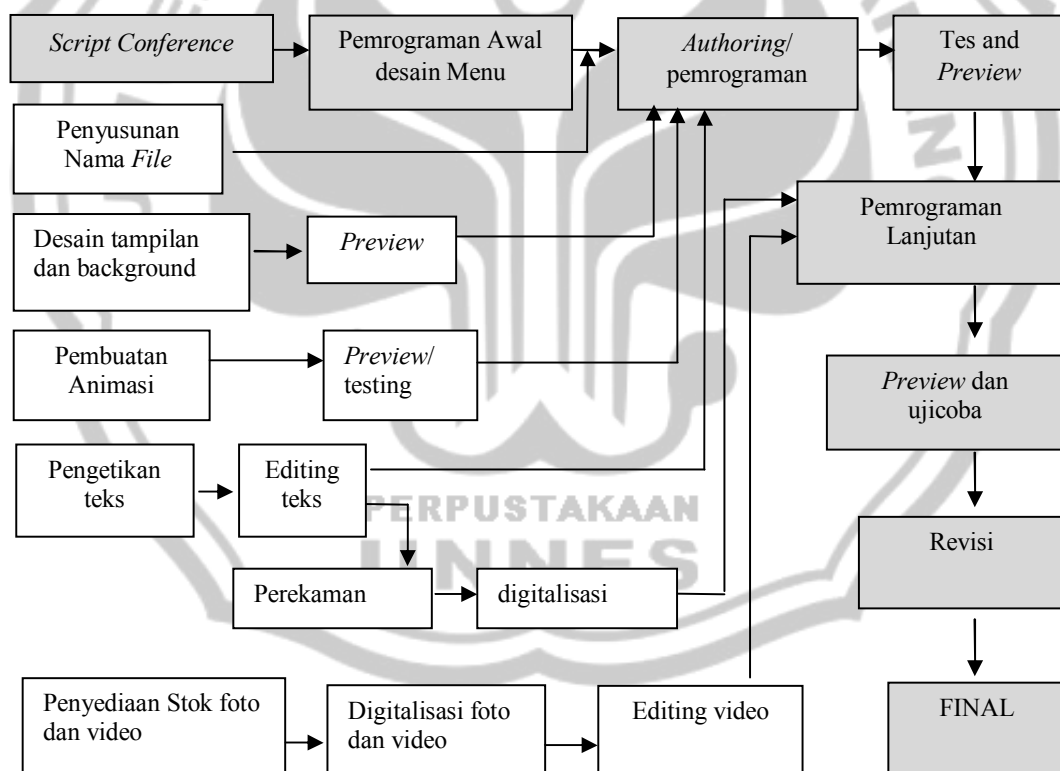
Ulead VideoStudio 11 adalah sebuah *software* yang dapat digunakan untuk melakukan *editing* Video maupun *dubbing* audio ke dalam file Video.

(5) *Cool Edit Pro*

Cool Edit Pro adalah sebuah *software* yang berfungsi untuk merekam suara ke dalam komputer, kemudian suara tersebut dimasukkan ke dalam program pembelajaran MPI dengan *Adobe Flash*.

2. Kegiatan Produksi Program

Langkah-langkah kegiatan produksi program dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4.2 Langkah-Langkah Produksi Program

(diadaptasi dari Koesnandar, 2006)

Sebelum memulai produksi program multimedia, tim kerja melakukan *script conference*. *Script conference* adalah pertemuan antara pengembang dengan tim kerja produksi yang terdiri atas *programmer* dan narator untuk membahas segala sesuatu yang berkaitan dengan naskah baik pengembangan ide, konfirmasi materi, masalah-masalah teknis, sumber bahan, dll.

Pemrograman awal atau pemrograman dasar dapat dilakukan secara simultan dengan penyusunan nama file, pembuatan desain tampilan, serta penyediaan stok media seperti foto, video, gambar, dll. Stok media diperoleh dengan cara membuat sendiri maupun melalui internet. Sementara itu, rekaman suara dilakukan setelah *editing* teks dan gambar untuk menghindari terjadinya pengulangan rekaman suara.

Setelah pemrograman cukup lengkap, maka tim melakukan tes dan *preview*. Tes dilakukan untuk menemukan dan memperbaiki kesalahan, kekurangan ataupun kelemahan produk yang sedang kita buat. *Preview* adalah proses melihat awal sebelum produk dipublikasikan. *Preview* dilakukan oleh tim ahli untuk melihat apakah produk sudah memenuhi syarat ataukah masih ada bagian-bagian yang harus diperbaiki. Berdasarkan masukan tersebut, tim melakukan revisi dan pemrograman pun dilanjutkan. Revisi adalah tindakan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi. *Preview* dan revisi dapat dilakukan berulang-ulang sesuai dengan kebutuhan sampai produk MPI mendapatkan penilaian minimal cukup baik.

Setelah semuanya selesai, *software* MPI diberi sentuhan akhir berupa pemaketan, pembuatan kemasan, petunjuk pemanfaatan, ataupun bahan penyerta untuk siswa. Agar produk MPI kelihatan menarik, maka perlu didukung dengan desain *cover* dan kemasan yang baik.

4.2 Produk Hasil Pengembangan Program

4.2.1 Deskripsi Program

Pembuatan program multimedia pembelajaran polarisasi cahaya ini menggunakan *Adobe Flash CS3 Professional* yang di-publish dalam bentuk file berekstensi (.exe). Program dapat dijalankan dengan melakukan *double-click* pada file (index.exe). Program dapat dijalankan dikomputer manapun tanpa menginstall *software* master Flash. File flash yang dihasilkan yaitu 1 files *application* (.exe), 85 file flash movie (.swf), 5 file flash video (.flv), dan 10 file text (.txt). Banyaknya file flash yang dibuat dikarenakan adanya penambahan pengayaan materi pembelajaran polarisasi yang cukup banyak. Agar tidak menimbulkan beban memori yang berlebihan pada program, maka materi-materi tersebut dipecah-pecah ke dalam bentuk file yang kecil-kecil. Ukuran file (.exe) adalah 2,4 MegaByte, ukuran semua file (.swf) adalah 6,14 Megabyte, ukuran semua file (.flv) adalah 46,7 Megabyte, sedangkan total ukuran file text (.txt) adalah 9,27 Kilobyte. File yang akan diberikan kepada pengguna adalah file (.exe), file flash movie (.swf), file text (.txt), dan file flash video (.flv) dengan kapasitas file keseluruhan adalah 55,3 Megabyte. Semua file tersebut ditempatkan dalam satu folder yang tidak dapat dipisahkan. Jika file (.exe), (.swf), dan (.flv) tidak berada dalam satu folder, maka program tidak dapat dijalankan dengan sempurna. File yang diberikan ke *user* tidak dapat diubah.

4.2.2 Tampilan Program

Program terdiri atas halaman-halaman presentasi dengan garis besar tampilan sebagai berikut:

- (1) Halaman pembuka, berisi teks “Welcome” dan keterangan instansi (Jurusan Fisika FMIPA UNNES).



Gambar 4.3 Halaman Pembuka

- (2) Halaman Pemintas, berisi teks “selamat datang” dan tombol pemintas (*shortcut*) materi yang dapat dipilih untuk dipelajari.



Gambar 4.4 Tampilan Halaman *Pemintas*

(3) Pilihan Menu

Gambar 4.5 menunjukkan tampilan menu utama dari program.



Gambar 4.5 Menu Utama

Ada empat menu yang disediakan dalam program pembelajaran ini, yaitu:

- Kurikulum

Menu Kurikulum terdiri atas sub-menu standar kompetensi, kompetensi dasar, dan indikator pencapaian tujuan belajar.

- Materi

Menu Materi berisi penjabaran materi polarisasi cahaya. Menu materi dibagi menjadi 5 sub-menu yaitu *pengantar polarisasi*, *penyerapan selektif*, *pemantulan*, *pembiasan ganda* dan *hamburan*. Sebagai contoh, Gambar 4.6 berikut ini merupakan salah satu tampilan sajian materi yang terdapat pada sub-menu polarisasi karena hamburan.



Gambar 4.6 Tampilan Sajian Materi

▫ Latihan Soal

Menu Latihan Soal berisi soal beserta jawabannya. Program juga menyediakan *petunjuk pengerjaan soal* yang berisi cara pengerjaan soal tersebut. Sebagai contoh, Gambar 4.7 Berikut ini merupakan salah satu tampilan latihan soal yang diberikan beserta petunjuk pengerjaan soal.

KURIKULUM	MATERI	LATIHAN SOAL	TES
LATIHAN SOAL			
<p>4 Berkas cahaya tak-terpolarisasi dilewatkan pada sebuah sistem yang terdiri atas susunan tiga keping polaroid yang berurutan yaitu: Polaroid I, Polaroid II, Polaroid III. sumbu mudah polaroid II dan Polaroid III masing masing membentuk sudut 30° dan 60°. terhadap polaroid pertama. Berapakah intensitas cahaya yang diloloskan oleh sistem tersebut? (cahaya datang pada polaroid I)</p> <p>Jawab: $\frac{9}{32} I_0$</p>		<p>Vektor medan E yang diloloskan Polaroid II: $E_2 = E_1 \cos \alpha$. α = sudut antara Polaroid I dan Polaroid II Vektor medan E yang diloloskan Polaroid III: $E_3 = E_2 \cos \beta$. β = sudut antara Polaroid II dan Polaroid III substitusikan kedua persamaan di atas $E_3 = (E_1 \cos \alpha) \cos \beta$ kuadratkan untuk mendapatkan besaran intensitas cahaya $E_3^2 = (E_1 \cos \alpha)^2 \cos^2 \beta$ $I_3 = (I_1 \cos^2 \alpha) \cos^2 \beta$ $I_3 = 0,5 \cdot I_0 (\cos^2 \alpha) \cos^2 \beta$</p> <p style="text-align: right;">PETUNJUK</p>	
<p>PETUNJUK TENTANG KELUAR</p>			

Gambar 4.7 Tampilan Latihan Soal

□ Tes

Tes merupakan wahana bagi siswa untuk menguji penguasaan materi polarisasi cahaya yang telah dipelajari melalui program MPI. Menu tes terdiri atas 6 sub-menu yaitu : pretes 1, pretes 2, pretes 3, pretes 4, pretes 5, dan uji kompetensi. Gambar 4.8 merupakan contoh tampilan halaman muka sub-menu Pretest. Dengan mengisikan nama pada kolom Text-input “Nama”, kemudian dengan meng-klik tombol “mulai”, siswa dapat langsung mencoba untuk mengerjakan soal pretest (Gambar 4.9).

PRE-TEST 1

Nama :

mulai

PRE-TEST & UJI KOMPETENSI

1 2 3 4 5 **mulai**

Gambar 4.8 Tampilan Halaman Muka Pretes

Soal Nomor : 2

Pernyataan:
 Dalam gelombang elektromagnetik, arah getaran vektor medan listrik dan vektor medan magnet sejajar dengan arah rambatan

Benar Salah

Gambar 4.9 Tampilan Halaman Soal Pretes

Soal pretes merupakan bentuk latihan soal bagi siswa yang menyediakan balikan (*feedback*) setelah siswa menjawab soal. Soal Pretes bertipe soal benar-salah. Jika jawaban benar, siswa akan mendapat balikan berupa pujian atas keberhasilan menjawab soal. Jika siswa jawaban salah, siswa mendapatkan balikan berupa jawaban yang benar (Gambar 4.10).

Soal Nomor : 2

Pernyataan:
 Dalam gelombang elektromagnetik, arah getaran vektor medan listrik dan vektor medan magnet sejajar dengan arah rambatan

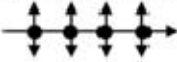


JAWABAN ANDA SALAH
 Dalam gelombang Elektromagnetik, arah getaran vektor medan listrik dan vektor medan magnet **tegak lurus** terhadap arah rambat gelombang

◀ ▶

Gambar 4.10 Tampilan Halaman Soal Pretes Beserta *Feedback*

Berbeda dengan soal pretes, soal uji kompetensi merupakan wahana bagi siswa untuk mengukur penguasaan materi pelajaran yang disajikan program. Soal uji kompetensi bertipe pilihan ganda seperti Gambar 4.11.

8. Perhatikan pernyataan di bawah ini.


 menggambarkan berkas cahaya tak-terpolarisasi

 menggambarkan berkas cahaya terpolarisasi linier pada bidang horisontal

 menggambarkan berkas cahaya terpolarisasi linier (tampak depan)

Pernyataan di atas yang benar adalah...

a. 2 saja
 b. 1 dan 2
 c. 1 dan 3
 d. 2 dan 3
 e. 1, 2, dan 3

Gambar 4.11 Tampilan Halaman Soal Uji Kompetensi

Supaya siswa mengetahui kemampuan mereka terhadap pencapaian tujuan pembelajaran, program menyediakan balikan berupa analisis evaluasi atas tes yang telah dilakukan. Analisis evaluasi menyediakan informasi tentang soal yang telah dijawab siswa dengan benar dan soal yang belum dijawab dengan benar. Program memberikan pujian jika siswa mampu melampaui kriteria ketuntasan minimal penyelesaian soal seperti pada Gambar 4.12.

ANALISIS EVALUASI

rfe	
JUMLAH BENAR	0
NOMOR SALAH	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
NILAI	0
Maaf, Anda Belum Lulus Uji Kompetensi, Anda Harus Belajar Lagi!!	

Gambar 4.12 Tampilan Halaman Analisis Evaluasi

4.3 Uji Kelayakan Program

Angket yang disebar dan diisi oleh responden, dilakukan analisis skor dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1 Skor Angket Untuk Kriteria Pendidikan (*Education*)

No	Indikator	Item Soal	£	Kategori
1	Program dapat digunakan untuk pembelajaran individu.	1	4.33	Sangat baik
2	Program dapat digunakan untuk pembelajaran klasikal.	2	4.03	Baik
3	Materi pembelajaran di dalam program sesuai dengan kemampuan siswa	3	3.73	baik
4	Materi pembelajaran relevan dengan materi yang harus dipelajari siswa.	4	3.97	baik
5	Isi materi mempunyai konsep yang benar.	5	4.20	Baik
6	Aplikasi konsep polarisasi cahaya dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.	6	4.03	baik
7	Alur sajian materi sudah tepat.	7	3.80	baik
8	siswa dapat memilih materi sesuai keinginan	8	4.13	baik
9	Balikan bersifat positif (memberikan penghargaan/pujian pada siswa)	9	3.83	baik
10	Balikan mendorong siswa berusaha memperoleh jawaban yang benar.	10	4.00	baik
11	Balikan muncul sesuai respon siswa.	11	3.57	baik
Skor rata-rata			3.96	baik

Berdasarkan Tabel 4.1, responden menilai aspek pendidikan dari program MPI ini memiliki kualitas kelayakan dengan kriteria “baik” dengan nilai £ rata rata sebesar 3,96. Responden menilai program “sangat baik” digunakan untuk pembelajaran individu. Sikap responden ini ditunjukkan dengan skor rata-rata sebesar 4.33, tertinggi dibandingkan skor rata-rata indikator – indikator kualitas aspek pendidikan yang lain. skor rata-rata terendah terdapat pada pernyataan bahwa balikan muncul sesuai dengan respon siswa. Hal ini dikarenakan balikan yang diberikan adalah sama untuk semua siswa, tanpa memperhatikan kebutuhan siswa.

Tabel 4.2 Skor Angket Untuk Kriteria Tampilan Program (*Cosmetic*)

No	Indikator	Item Soal	£	Kategori
1	Pemakaian warna mampu memusatkan perhatian siswa.	12	3.50	baik
2	Pewarnaan tidak mengacaukan tampilan layar.	13	3.73	baik
3	Program menggunakan jenis huruf yang tepat.	14	3.90	baik
4	Ukuran (size) huruf nyaman untuk dibaca.	15	3.77	baik
5	Gambar mendukung materi menjadi lebih mudah dipahami	16	4.27	Sangat baik
6	Gambar terlihat jelas.	17	3.97	baik
7	Gambar mudah dipahami.	18	3.93	baik
8	Video membantu siswa melihat kejadian yang sebenarnya.	19	4.27	Sangat baik
9	Penambahan animasi mendukung pemahaman konsep.	20	4.27	Sangat baik
10	Penambahan suara mendukung pemahaman konsep.	21	4.10	baik
11	Suara terdengar jelas	22	3.40	sedang
Skor rata-rata			3.92	baik

Berdasarkan Tabel 4.2, responden menilai tampilan program memiliki kualitas kelayakan rata-rata dengan kriteria “baik” dengan nilai £ rata rata sebesar 3,92. Penambahan video, animasi, dan gambar pada program dinilai mampu menambah pemahaman siswa akan konsep yang dipaparkan. Hal ini ditunjukkan dengan penilaian “sangat baik” dari responden. Narasi yang mendukung sajian materi dalam program terdengar kurang jernih, sehingga mendapat penilaian “sedang” dari responden.

Tabel 4.3 Skor Angket Untuk Kualitas Teknis

No	Indikator	Item Soal	£	Kategori
1	Perintah-perintah dalam program bersifat sederhana.	23	4.10	baik
2	Perintah-perintah dalam program mudah dioperasikan.	24	4.07	baik
3	Menu dan tombol dapat digunakan secara efektif.	25	3.97	baik
4	Penggunaan program ini dapat membangkitkan minat belajar pada siswa.	26	4.17	baik
5	Program dapat dimulai dengan mudah	27	4.37	Sangat baik
Skor rata-rata			4.13	baik

Berdasarkan Tabel 4.3, kualitas teknis yang disajikan oleh program pembelajaran ini rata-rata memiliki kualitas kelayakan dengan kriteria “baik“ dengan nilai \bar{x} rata rata sebesar 4,13. Responden menilai bahwa perintah-perintah di dalam program bersifat sederhana dan mudah dioperasikan, ditunjukkan dengan kualitas kelayakan “baik”. Sedangkan skor tertinggi terdapat pada pernyataan bahwa program dapat dimulai dengan mudah.

Tabel 4.4 Kelayakan Program MPI

No	Kriteria Penilaian	\bar{x} rata rata	Kategori
1	Aspek pendidikan	4.10	baik
2	Aspek tampilan program	4.07	baik
3	Aspek kualitas teknis	3.97	baik
Skor angket rata-rata		3.98	baik

Tabel 4.4 menunjukkan kriteria kelayakan program MPI Fisika Topik Polarisasi Cahaya. Tabel tersebut menunjukkan bahwa program multimedia mendapatkan penilaian “baik” oleh responden terkait aspek pendidikan, tampilan program dan kualitas teknis. Program MPI dapat dikatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran.

4.4 Pembahasan

4.4.1 Pengembangan Program MPI Fisika Topik Polarisasi Cahaya

Pengembangan program MPI Fisika Topik Polarisasi Cahaya bukan tanpa kesulitan. Kesulitan terjadi saat penentuan tujuan pembelajaran dengan matriks P-C. Pengembang program terlebih dahulu harus merumuskan kemampuan (*performance*) yang harus dikuasai siswa terhadap materi pembelajaran (*content*) yang akan disajikan dengan multimedia. Tujuan pembelajaran juga mengandung deskripsi tentang sarana penunjang yang merupakan konsep yang harus dikuasai untuk dapat mencapai tujuan pembelajaran. Upaya menselaraskan *Performance-Content* dan sarana penunjang tujuan pembelajaran bukan perkara mudah. Kesulitan juga terjadi

saat perumusan GBIM. Pengembang program menentukan dan menjabarkan konten materi pembelajaran, prasyarat, dan juga media yang tentu harus relevan dengan materi. Ketiga komponen tersebut harus relevan dengan tujuan pembelajaran dan sesuai dengan kemampuan siswa. Ketiga komponen harus saling mendukung dalam memfasilitasi siswa mencapai tujuan pembelajaran. Permasalahan - permasalahan tersebut disiasati dengan melakukan studi pustaka terhadap buku pelajaran fisika maupun buku-buku lain yang relevan sehingga pengembang program memperoleh gambaran sajian materi yang akan dimuat dalam program.

Setelah GBIM selesai dibuat, pengembang menjabarkan GBIM tersebut dalam bentuk Jabaran Materi (JM), selanjutnya baru bisa dilakukan penulisan naskah. Naskah ditulis dengan kalimat yang mudah dipahami oleh siswa. Oleh karena itu, teks di dalam multimedia dibuat ringkas dan memuat istilah -istilah yang lazim digunakan.

Kegiatan *script conference* juga menghambat kelancaran pengembangan program. Konten animasi, desain dan *lay-out* program kadang belum tentu dapat direalisasikan secara optimal oleh *programmer* seperti apa yang diinginkan pengembang. Oleh karena itu, pengembang melakukan monitoring secara kontinu terhadap kegiatan *programming* yang dilakukan oleh *programmer*. Perekaman audio juga belum mampu menghasilkan kualitas narasi yang jernih dikarenakan kualitas *hardware* yang kurang memadai. Pengembang tidak memiliki fasilitas untuk melakukan perekaman video demonstrasi terkait ketidaktersediaan alat dan bahan percobaan maupun sarana perekaman. Untuk mengatasi hal ini, pengembang berusaha mendapatkan video demonstrasi di internet. Video demonstrasi kemudian di

dubbing dengan bahasa tutur Bahasa Indonesia. *Programmer* harus menyesuaikan gerak bibir dengan suara yang disisipkan ke dalam video.

4.4.2 Uji Kelayakan Program MPI Fisika Topik Polarisasi Cahaya

Berdasarkan hasil uji kelayakan program yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa program MPI fisika topik polarisasi cahaya layak dimanfaatkan sebagai media pembelajaran. Kesimpulan ini diperoleh karena program diupayakan agar memenuhi kriteria kualitas program sesuai yang dirumuskan *University of Pretoria*.

Program pembelajaran yang baik dibuat untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu. Menurut Leacock (2007:3), program pembelajaran harus menyediakan konten dan aktivitas belajar sesuai tujuan belajar, serta penilaian hasil belajar. Program MPI polarisasi cahaya dilengkapi dengan tujuan pembelajaran, materi, latihan soal, contoh soal beserta balikan, dan soal tes, sehingga menjadi paket pembelajaran yang dapat digunakan untuk pembelajaran individu.

Program dapat dimanfaatkan untuk pembelajaran klasikal mengingat program mengandung video gejala polarisasi yang dapat digunakan sebagai sarana untuk mengaktifkan struktur pengetahuan siswa. "Pembelajaran dengan multimedia lebih efektif jika struktur pengetahuan siswa terlebih dahulu diaktifkan untuk memulai penjelajahan program" (SEG Research 2008). Konten multimedia yang mengandung teks dan gambar juga dapat dimanfaatkan sebagai media presentasi di kelas.

Materi pembelajaran berusaha disesuaikan dengan kurikulum SMA program IPA kelas XII untuk menghasilkan konten program yang relevan dengan kemampuan siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbantuan multimedia

sangat efektif ketika hanya mencakup konten yang relevan dan sesuai dengan tujuan pembelajaran (Mayer, 2003 dalam SEG Research 2008).

Program memberikan beberapa contoh penerapan konsep polarisasi di dalam kehidupan sehari-hari sehingga peserta didik memiliki pengetahuan yang dapat diterapkan. "Multimedia mungkin paling efektif bila siswa diberi kesempatan untuk menerapkan apa yang telah mereka pelajari (Mayer, 2005). Hal ini dapat memperkuat pengetahuan yang baru diperoleh" (SEG Research 2008).

Program dilengkapi dengan balikan (*feedback*). Balikan berbentuk pujian maupun berupa jawaban konsep yang benar sehingga siswa mampu memperbaiki penerimaan konsep yang salah. "Pemberian *feedback* mampu memperkuat apa yang telah dipelajari dan juga dapat memperbaiki miskonsepsi pada siswa" (SEG Research 2008).

Program mendapat penilaian "baik" dari responden untuk aspek tampilan program. Pemakaian warna yang kontras antara teks dan *background* menjadikan teks nyaman untuk dibaca. Sesuai rekomendasi Peterson (Lin 1997), warna hitam dipilih sebagai warna teks karena merupakan warna yang kontras untuk kebanyakan warna *background*. Sebanyak 27,2% responden menyatakan bahwa tampilan program kurang menarik. Sebanyak 13 % responden menilai pewarnaan yang kurang bagus. Kelemahan ini dapat berpengaruh pada penyerapan informasi, maupun minat pada siswa. Foster dan Bruce (Lin 1997) menyarankan untuk tidak menggunakan *background* warna cerah bersamaan dengan teks berwarna cerah dalam layar yang sama. Pada perbaikan program selanjutnya, tampilan layar -

diperbaiki dengan mengubah *background* menjadi warna cerah, sedangkan teks dengan warna yang gelap.

Istilah –istilah penting, definisi, dan persamaan di dalam program MPI polarisasi cahaya diberi warna teks yang berbeda. “Definisi dari suatu konsep, langkah-langkah suatu prosedur, atau hukum yang menerangkan suatu prinsip tentulah lebih mudah dipahami oleh siswa bila tampilannya dibedakan dari tampilan yang lain (Prmono 2007:77). Teks menggunakan huruf Arial berukuran 22 agar nyaman dibaca.

Penambahan gambar, animasi, video dimaksudkan untuk mendukung pemahaman materi yang dipaparkan program. Menurut Richard Mayer (dalam SEG Reseach 2008), siswa belajar lebih baik dari teks dan gambar daripada teks saja. Dalam konteks ini, teks termasuk teks tertulis maupun narasi, sedangkan gambar termasuk gambar diam, animasi dan video. Gambar diupayakan terlihat jelas, dengan kombinasi warna yang menarik. Penambahan animasi latihan soal dan pembahasan juga dilakukan agar program lebih menarik dan memadai.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa materi visual yang didukung dengan audio dan animasi lebih efektif untuk pembelajaran siswa (Kara nd). Maka dari itu, program MPI didukung dengan narasi yang memungkinkan siswa menyerap materi pembelajaran dengan lebih baik. Narasi (audio) menjadi bagian yang tak terpisahkan dari program multimedia. Sulit menolak pendapat yang menyatakan bahwa suara memainkan peran yang penting di dalam penyampaian instruksional (Gagne, Briggs, Wager dalam Sales 1993). Pengaruh pemberian suara terhadap hasil belajar pada multimedia juga sulit untuk dielakkan (Broopy dalam Sales 1993). Sebanyak 20%

responden menilai narasi kurang jelas. Oleh karena itu, *programmer* melakukan optimalisasi kejernihan audio, intonari dan kontennya.

“Multimedia pembelajaran lebih efektif ketika multimedia tersebut interaktif dan di bawah kontrol siswa” (SEG Research 2008). Program MPI didesain agar interaktif. “Interaktivitas sederhana dapat berupa menekan keyboard, meng-klik dengan mouse untuk berpindah halaman (*display*), atau memasukkan jawaban dari suatu latihan yang diberikan oleh komputer” (Pramono 2007:11). Interaktivitas program MPI disajikan dalam bentuk pilihan *menu* dan *button*. Penyediaan *menu* memungkinkan siswa untuk menjelajahi isi program sesuai dengan keinginannya. Penggunaan program relatif mudah dan sederhana, hanya (meng-*klik*) menggunakan *mouse* dan sedikit kegiatan mengetik, yaitu saat mengisikan nama di halaman muka pada soal pretes dan uji kompetensi. Program ini seluruhnya menggunakan bahasa Indonesia sehingga kendala bahasa telah diatasi.

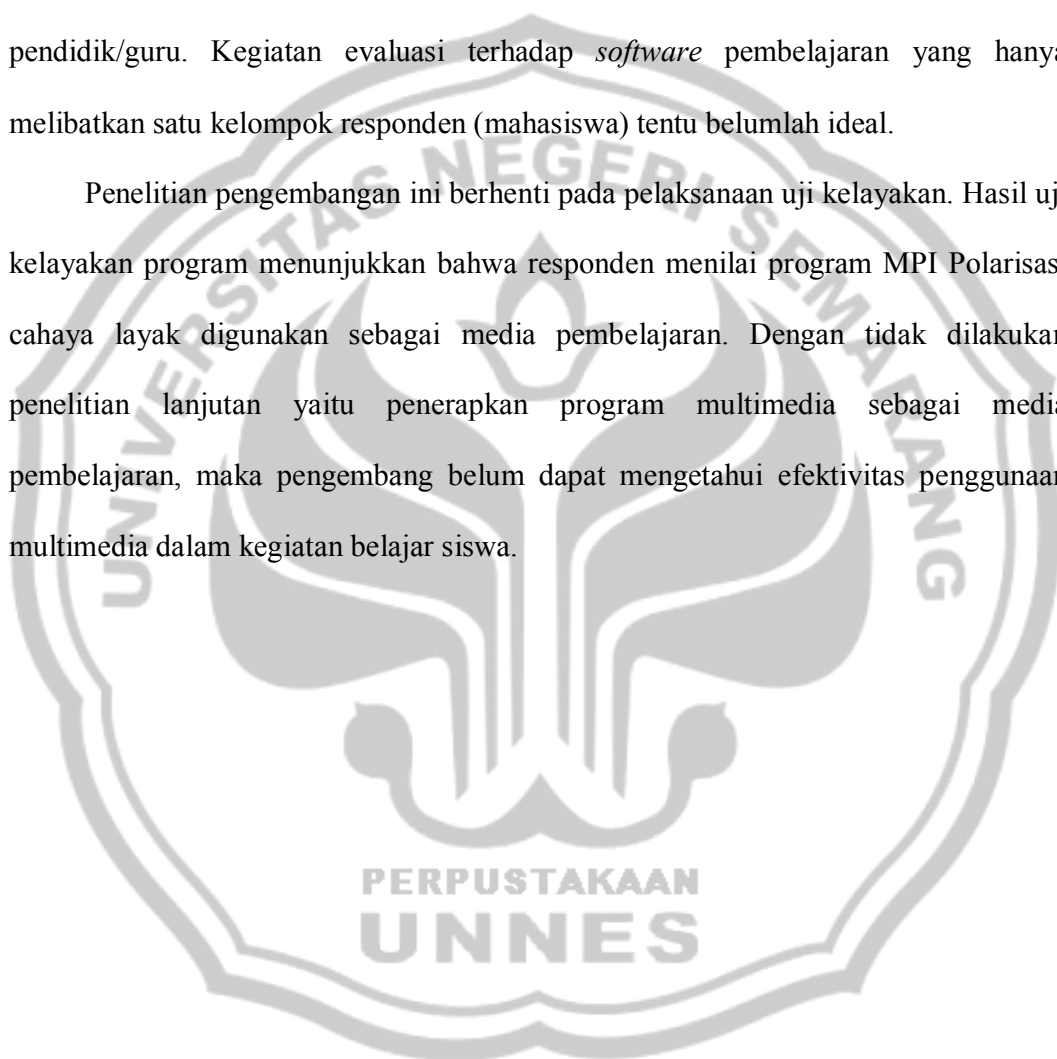
4.5 Kekurangan Pelaksanaan Pengembangan Program

Pengembangan program MPI harus dilaksanakan secara professional. Komponen multimedia seperti video demonstrasi, gambar – gambar, dan narasi sepatutnya disediakan dengan kualitas yang memadai. Dikarenakan ketidakterdediaan sarana *recording* seperti studio rekaman, *video shooting*, dan kamera digital maka penyediaan media video, gambar dan narasi belum dapat optimal.

Kegiatan evaluasi terhadap *software* pembelajaran melibatkan beberapa pihak. Dalam *Software Evaluation* (<http://up.ac.za/catts/learner/eel/conc/conceot.html>), setiap step pelaksanaan penelitian pengembangan (*developmental research*) program pembelajaran perlu melibatkan professional yang kompeten di bidangnya masing-masing. Tahap analisis kebutuhan dapat melibatkan trainer, pengajar/guru, peneliti,

maupun *manager*. Tahap pengembangan konten instruksional dapat melibatkan pengajar/guru, desainer, penulis, seniman, ahli media, dan *programmer*. Uji kelayakan program juga dapat melibatkan siswa, guru, ahli media, dan peneliti. Penelitian pengembangan ini hanya melibatkan mahasiswa semester akhir sebagai responden dalam uji kelayakan program. Mahasiswa yang diposisikan sebagai calon pendidik/guru. Kegiatan evaluasi terhadap *software* pembelajaran yang hanya melibatkan satu kelompok responden (mahasiswa) tentu belumlah ideal.

Penelitian pengembangan ini berhenti pada pelaksanaan uji kelayakan. Hasil uji kelayakan program menunjukkan bahwa responden menilai program MPI Polarisasi cahaya layak digunakan sebagai media pembelajaran. Dengan tidak dilakukan penelitian lanjutan yaitu penerapan program multimedia sebagai media pembelajaran, maka pengembang belum dapat mengetahui efektivitas penggunaan multimedia dalam kegiatan belajar siswa.



BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

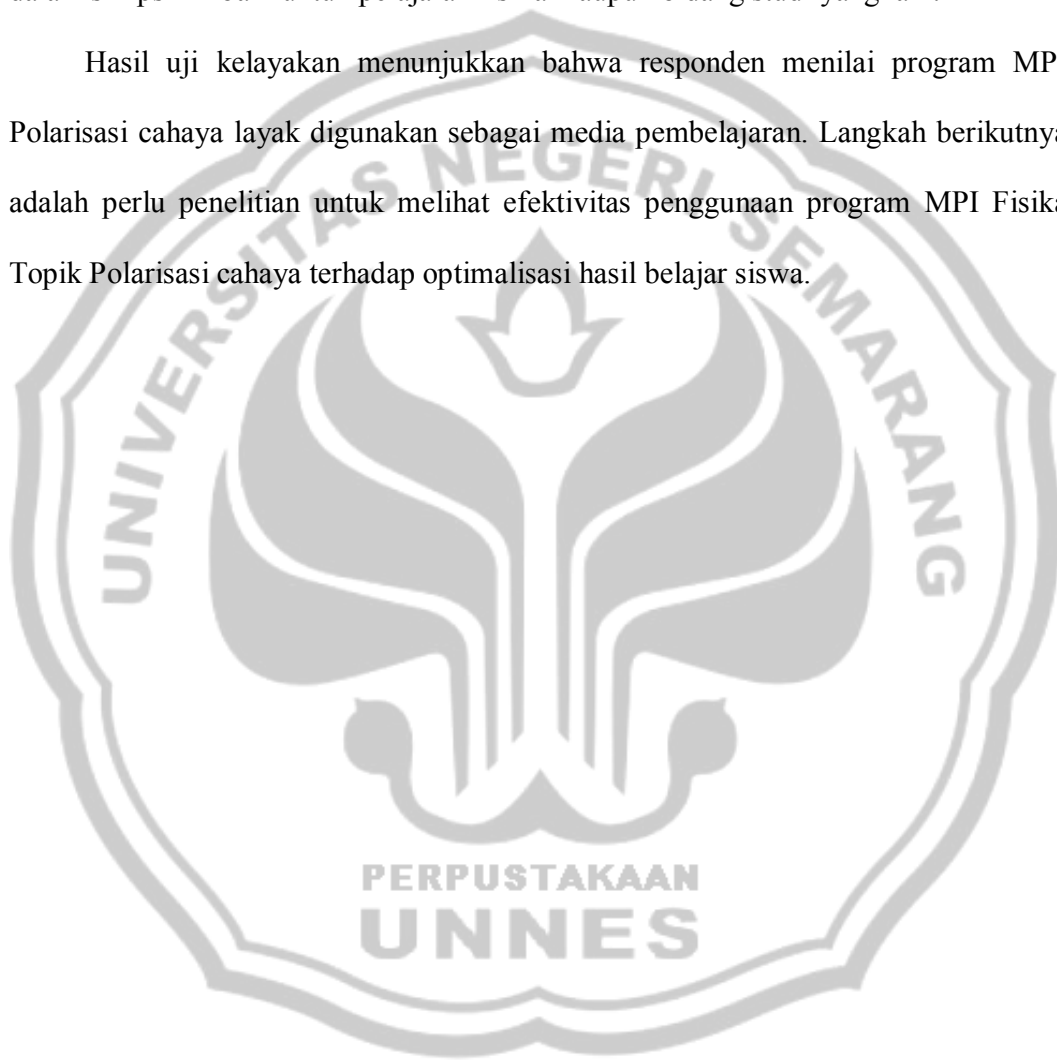
Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil simpulan sebagai berikut:

- (1) Pengembangan program Multimedia Pembelajaran Interaktif (MPI) Fisika Topik Polarisasi Cahaya dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:
 - (a) Analisis Kebutuhan program
 - (b) Pengembangan instruksional program, meliputi: (1) penentuan tujuan pembelajaran, (2) pembuatan Garis-Garis Besar Media (GBIM), (3) pembuatan Jabaran Materi, (5) penulisan naskah.
 - (c) Pelaksanaan produksi program, meliputi: (1) Analisis kebutuhan *software* dan *hardware*, dan (2) Kegiatan produksi.
- (2) Program MPI Fisika Topik Polarisasi Cahaya Terdiri atas 1 file *application* (.exe), 85 files flash movie (.swf), 5 files flash video (.flv), dan 10 files text (.txt). Program terdiri atas halaman-halaman presentasi dengan garis besar tampilan yaitu (1) Halaman pembuka (*welcome screen*), (2) halaman pemintas (*short-cut*), (3) Halaman utama berisi menu kurikulum, materi, latihan soal, dan tes.
- (3) Hasil uji kelayakan program menunjukkan bahwa responden menilai program MPI Polarisasi cahaya layak digunakan sebagai media pembelajaran.

5.2 Saran

Skripsi ini memaparkan prosedur pengembangan program multimedia pembelajaran interaktif. Guru maupun *programmer* yang berencana membuat program MPI, dapat menerapkan langkah-langkah prosedural yang telah dipaparkan dalam skripsi ini baik untuk pelajaran fisika maupun bidang studi yang lain.

Hasil uji kelayakan menunjukkan bahwa responden menilai program MPI Polarisasi cahaya layak digunakan sebagai media pembelajaran. Langkah berikutnya adalah perlu penelitian untuk melihat efektivitas penggunaan program MPI Fisika Topik Polarisasi cahaya terhadap optimalisasi hasil belajar siswa.



DAFTAR PUSTAKA

- Banks, David C. (1998). Interactive 3D Visualization of Optical Phenomena. *Computer Assisted Instruction*. Online. Available at [http://wikieducator.org/Computer_Assisted_Instruction_\(CAI\)](http://wikieducator.org/Computer_Assisted_Instruction_(CAI)) [accessed 9/12/2009 8:12 pm]
- Doolittle, Peter E. (nd). Multimedia Learning: Empirical Results and Practical Applications. Online. Available at http://blogs.usask.ca/multimedia_learning_theory/multimedia.pdf [accessed 9/12/2009 9:23 pm]
- Kara, Izzet. (nd). The Effect On Retention Of Computer Assisted Instruction In Science Education. *Journals of Instructional Psychology, Vol 35 No.4*. Denizli: Faculty of Education, Pamukkale University
- Koesnandar, Ade. 2006. Pengembangan Software Pembelajaran Multimedia Interaktif. *JURNAL TEKNODIK No. 18/X/TEKNODIK/Juni/2006*. Jakarta: Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan Departemen Pendidikan Nasional
- Leacock, T. L., & Nesbit, J. C. 2007. A Framework for Evaluating the Quality of Multimedia Learning Resources. *Journal of Educational Technology & Society, 10 (2), 44-59*. Canada: Simon Fraser University
- Lin, Min-Jin H. 1997. *The Effect of color Design in Chinese CAI Softwares*. Paper presented at Popular Culture Annual conference in San Antonio, USA. Taiwan, ROC: National Hualien Teachers College
- Poerwadarminta, WJS. 2002. *Kamus Umum Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Pramono, Gatot. 2006. Interaktivitas dan Learner Control Pada Multimedia Interaktif. *JURNAL TEKNODIK No.19/X/TEKNODIK/DESEMBER/2006*. Jakarta: Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan Departemen Pendidikan Nasional
- , 2007. *Aplikasi Component Display Theory Dalam Multimedia Dan Web Pembelajaran*. Jakarta: Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan Departemen Pendidikan Nasional

- Rifa'i, Achmad dan Anni, Catharina Tri. 2009. *Psikologi Pendidikan*. Semarang: UNNES Press
- Sales, Gregory C and Johnston Michael D. (1993). Digitized Speech as Feedback in Computer-Based Instruction. Online. Available at:
<http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED362199>
- SEG Research. (2008). Understanding Multimedia Learning: Integrating multimedia in the K-12 classroom. Online. Available at
http://s4.brainpop.com/new_common_images/files/76/76426_BrainPOP_White_Paper-20090426.pdf [accessed 9/11/2009 8:15 pm]
- Skiba, J. Diane. 1984. Evaluation Criteria for Computer Assisted Instruction Courseware in Nursing. *Journal IEEE* page 929-932. Boston University School of Nursing.
- Software Evaluation: The Process of Evaluating Software and its Effect on Learning*. Available at <http://.up.ac.za/catts/learner/eel/conc/conceot.html> [accessed 9/2/2009]
- Suharso dan Retnoningsih, Ana. 2005. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Semarang: Widya Karya.
- Surip. 2009. Pengembangan Paket Pembelajaran Berbantuan Komputer Untuk Mata Pelajaran Dasar-Dasar Operasi Teknik Kimia. *Thesis*. Yogyakarta: Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Yogyakarta
- Surjono, Herman Dwi. 1995. Pengembangan Computer-Assisted Instruction (CAI) Untuk Pelajaran Elektronika. *Jurnal Kependidikan*. No. 2 (XXV): hal. 95-106. Yogyakarta: jurusan Pendidikan Teknik Elektronika IKIP Yogyakarta.
- Tim Penyusun Kamus Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa. 1989. *Kamus Besar Bahasa Indonesia, Cetakan Kedua*. Jakarta: Balai Pustaka.

Lampiran 1

Preskripsi CDT Untuk Pasangan *Performance-Content*

(Diambil dari Pramono, 2007)

Tabel A. Preskripsi untuk tipe mengingat-fakta

Tingkat Kemampuan	: Mengingat	
Tipe Isi	: Fakta	
Parameter tampilan	Keterangan	
<u>Primary Presentation Forms</u> (a) Eeg + leg + leg	(a)	Urut-urutan dari PPF terdiri dari Eeg yang diikuti dengan leg. Karena tipe konten adalah fakta maka EG tidak ada.
<u>PPF Content</u> (b) Eeg=Pasangan fakta-nama dari fakta (c) leg = Menyebutkan nama fakta	(b)	Eeg berupa tampilan yang menunjukkan fakta dan nama dari fakta.
	(c)	leg berupa latihan/tes di mana siswa diminta untuk menyebutkan nama-nama dari fakta yang sudah dipelajari.
<u>Secondary Presentation Forms</u> (d) leg' FB= ca (e) <i>Mnemonics</i> =ya	(d)	SPF untuk leg (latihan) berupa <i>feedback</i> yang menunjukkan mana jawaban-jawaban benar.
	(e)	SPF juga berupa suatu <i>mnemonics</i> untuk memudahkan siswa menghafal fakta.
<u>Interdisplay Relationships</u> Untuk semua : (f) <i>random order</i> =ya (g) <i>isolation</i> =ya (h) <i>learner control</i> =ya Untuk Eeg : (i) <i>chunking</i> =ya Untuk leg (latihan/tes) (j) <i>response delay</i> =tak ada (k) <i>criterion</i> =100% (l) <i>number of items</i> = 1 (untuk tiap fakta)	(f)	Fakta baik dalam EG, Eeg maupun leg ditampilkan secara acak.
	(g)	Dagian-bagian penting dari fakta diisolasi dalam presentasi sehingga tampak menonjol.
	(h)	Siswa diberikan keleluasaan untuk menjelajahi menu-menu dari program tanpa batasan-batasan tertentu
	(i)	Contoh-contoh untuk materi dipecah menjadi beberapa bagian supaya siswa mudah untuk mempelajari materi.
	(j)	Tak ada waktu tunda dalam menjawab latihan/tes
	(k)	Kriteria dalam latihan / tes harus 100% , artinya jawaban adalah 100 % benar atau 100 % salah
	(l)	Jumlah pertanyaan dalam latihan/tes untuk tiap fakta yang dipelajari minimal satu.

Tabel B. Preskripsi untuk tipe mengingat-konsep (instance)

Tingkat Kemampuan : Mengingat (untuk Contoh-Contoh)	
Tipe Isi : Konsep	
Parameter tampilan	Keterangan
<u>Primary Presentation Forms</u> (a) Eeg + leg + leg	(a) Urut-urutan dari PPF terdiri dari Eeg yang diikuti dengan leg. Karena tipe kemampuan adalah mengingat-contoh maka EG tidak ada.
<u>PPF Content</u> (b) Eeg =Contoh-contoh konsep (c) leg = Menyebutkan nama konsep-konsep dari contoh-contoh yang sebelumnya telah diberikan.	(b) Eeg ditampilkan dengan menunjukkan contoh-contoh dari suatu konsep. (c) leg berupa latihan/tes di mana siswa diminta untuk menyebutkan nama konsep-konsep dari contoh-contoh yang sebelumnya telah dipelajari.
<u>Secondary Presentation Forms</u> (d) leg' FB= ca	(d) SPF untuk leg (latihan) berupa <i>feedback</i> yang menunjukkan mana jawaban-jawaban benar
<u>Interdisplay Relationships</u> Untuk semua : (e) <i>random order</i> =ya (f) <i>isolation</i> =ya (g) <i>learner control</i> =ya Untuk Eeg : (h) <i>chunking</i> =ya Untuk leg (latihan/tes) (i) <i>response delay</i> =tak ada (j) <i>criterion</i> =100% (k) <i>number of items</i> =1 (untuk tiap contoh)	(e) Fakta baik dalam EG, Eeg maupun leg ditampilkan secara acak. (f) Bagian-bagian penting dari konsep diisolasi dalam presentasi sehingga tampak menonjol. (g) Siswa diberikan keleluasaan untuk menjelajahi menu-menu dari program tanpa batasan-batasan tertentu (h) Materi dipecah menjadi beberapa bagian supaya siswa mudah untuk mempelajari materi (i) Tak ada waktu tunda dalam menjawab latihan/tes (j) Kriteria dalam latihan / tes harus 100% , artinya jawaban adalah 100 % benar atau 100 % salah (k) Jumlah pertanyaan dalam latihan/tes untuk tiap konsep yang dipelajari minimal satu.

Tabel C. Preskripsi untuk tipe mengingat-prinsip (instance)

Tingkat Kemampuan	: Mengingat (untuk Contoh-Contoh)	
Tipe Isi	: Prinsip	
Parameter tampilan	Keterangan	
<u>Primary Presentation Forms</u> (a) Eeg + leg + leg	(a)	Urut-urutan dari PPF terdiri dari Eeg yang diikuti dengan leg. Karena tipe <i>performance</i> adalah mengingat contoh maka EG tidak ada.
<u>PPF Content</u> (b) Eeg=Penjelasan contoh-contoh prinsip. (c) leg = Menjelaskan prinsip dari contoh-contoh yang telah diberikan.	(b) (c)	Eeg ditampilkan dengan menunjukkan contoh-contoh dari prinsip dan penjelasannya. leg berupa latihan/tes di mana siswa diminta untuk menjelaskan lagi prinsip dari dengan contoh-contoh yang telah diberikan.
<u>Secondary Presentation Forms</u> (d) leg' FB= ca+h	(d)	SPF untuk leg (latihan) berupa feedback yang menunjukkan mana jawaban-jawaban benar dan suatu bantuan (help) agar siswa dapat menjelaskan contoh suatu prinsip.
<u>Interdisplay Relationships</u> Untuk semua : (e) <i>isolation</i> =ya (f) <i>learner control</i> =LCs Untuk Eeg : (g) <i>chunking</i> =ya for leg (latihan/tes) : (h) <i>response delay</i> =pendek (i) <i>criterion</i> =100% (j) <i>number of items</i> =1 (untuk tiap contoh prinsip)	(e) (f) (g) (h) (i) (j)	Bagian-bagian penting dari prinsip diisolasi dalam presentasi sehingga tampak menonjol. Siswa diberikan keleluasaan untuk menjelajahi menu-menu dari program tanpa batasan-batasan tertentu. Materi dipecah menjadi beberapa bagian supaya siswa mudah untuk mempelajari materi <i>Response delay</i> diberikan untuk waktu yang singkat karena siswa butuh waktu ketika menjelaskan contoh suatu prinsip. Kriteria dalam latihan / tes harus 100% , artinya jawaban adalah 100 % benar atau 100 % salah Jumlah pertanyaan dalam latihan/tes untuk tiap prinsip yang dipelajari adalah satu.

Tabel D. Preskripsi untuk tipe mengingat-konsep (*generality*)

Tingkat Kemampuan	: Mengingat (untuk <i>Generality</i>)	
Tipe Isi	: Konsep	
Parameter tampilan	Keterangan	
<u>Primary Presentation Forms</u> (a) EG+Eeg + IG.P + IG.P	(a)	Urut-urutan dari PPF terdiri dari EG yang diikuti dengan Eeg dan IG.P.
<u>PPF Content</u> (b) EG=Definisi (c)Eeg(reference example)=contoh-contoh dari konsep (d) IG.P=Menyatakan definisi	(b) (c) (d)	EG berupa definisi suatu konsep Eeg berupa contoh-contoh dari konsep. Latihan/tes berupa soal di mana siswa diminta untuk menyebutkan kembali definisi suatu konsep yang telah dipelajari.
<u>Secondary Presentation Forms</u> EG: (e) <i>mnemonics</i> = ya Eeg: (f) <i>help</i> =ya IG: (g) <i>Feedback</i> = ca + h	(e) (f) (g)	Jika memungkinkan <i>mnemonics</i> diberikan agar siswa mudah dalam menghafal definisi konsep. Semua bantuan yang memungkinkan siswa menghafal definisi konsep diberikan. Dalam latihan / tes di mana siswa diminta menyebutkan definisi konsep. <i>Feedback</i> dalam bentuk jawaban benar dan <i>help</i> diberikan.
<u>Interdisplay Relationships</u> Untuk semua : (h) <i>isolation</i> =ya (i) <i>learner control</i> =LCs Untuk IG.P (latihan/tes) : (j) <i>response delay</i> =pendek (k) <i>criterion</i> =tinggi (l) <i>number of items</i> =minimal 2	(h) (i) (j) (k) (l)	Bagian-bagian penting dari konsep diisolasi dalam presentasi sehingga tampak menonjol. Siswa diberikan keleluasaan untuk menjelajahi menu-menu dari program tanpa batasan-batasan tertentu <i>Response delay</i> diberikan untuk waktu yang singkat karena siswa butuh waktu ketika menyebutkan definisi. Kriteria tinggi artinya jawaban dalam menyebutkan definisi konsep sebagian besar harus benar. Jumlah pertanyaan minimal 2.

Tabel E. Preskripsi untuk tipe mengingat-prinsip (*generality*)

Tingkat Kemampuan	: Mengingat (untuk <i>Generality</i>)	
Type Isi	: Prinsip	
Parameter tampilan	Keterangan	
<u>Primary Presentation Forms</u> (a) EG+Eeg + IG.P + IG.P	(a)	Urut-urutan dari PPF terdiri dari EG yang diikuti dengan Eeg dan IG.P.
<u>PPF Content</u> (b) EG=Proposisi dari suatu prinsip (c)Eeg(<i>reference example</i>)=Penjelasan dari contoh-contoh suatu prinsip. (d) IG.P=Menyatakan prinsip.	(b)	EG berupa proposisi yang menjelaskan suatu prinsip.
	(c)	Eeg berupa contoh-contoh dari prinsip.
	(d)	Latihan/tes berupa soal di mana siswa diminta untuk menyebutkan kembali proposisi dari prinsip yang telah dipelajari.
<u>Secondary Presentation Forms</u> EG: (e) <i>mnemonics</i> = ya Eeg: (f) <i>help</i> =ya IG: (g) <i>Feedback</i> = ca + h	(e)	Jika memungkinkan mnemonics diberikan agar siswa mudah dalam menghafal proposisi dari suatu prinsip.
	(f)	Semua bantuan (<i>help</i>) yang memungkinkan siswa menghafal proposisi dari suatu prinsip.
	(g)	Dalam latihan / tes di mana siswa diminta menyebutkan proposisi dari suatu prinsip semua <i>feedback</i> dalam bentuk jawaban benar dan <i>help</i> diberikan.
<u>Interdisplay Relationships</u> Untuk semua : (h) <i>isolation</i> =ya (i) <i>learner control</i> =LCs Untuk EG + Eeg : (j) <i>chunking</i> =ya Untuk IG.P (latihan/tes) : (k) <i>response delay</i> =pendek (l) <i>criterion</i> =tinggi (m) <i>number of items</i> =minimal 2	(h)	Bagian-bagian penting dari prinsip diisolasi dalam presentasi sehingga tampak menonjol.
	(i)	Siswa diberikan keleluasaan untuk menjelajahi menu-menu dari program tanpa batasan-batasan tertentu.
	(j)	Materi dipecah menjadi beberapa bagian supaya siswa mudah untuk mempelajari materi
	(k)	<i>Response delay</i> diberikan untuk waktu yang singkat karena siswa butuh waktu ketika menyebutkan proposisi suatu prinsip.
	(l)	Kriteria tinggi artinya jawaban dalam menyebutkan proposisi suatu prinsip sebagian besar harus benar.
(m)	Jumlah pertanyaan minimal 2.	

Tabel F. Preskripsi untuk tipe mengaplikasikan-konsep

Tingkat Kemampuan : Mengaplikasikan	
Tipe Isi : Konsep	
Parameter tampilan	Keterangan
<u>Primary Presentation Forms</u> (a) EG+Eegs+ legs.N + legs.N	(a) Urut-urutan dari PPF terdiri dari EG yang diikuti dengan Eeg dan legs.N
<u>PPF Content</u> (b) EG=Definisi (c) Eegs(set of instances)=Contoh-contoh dari suatu konsep. (d) legs.N (new set of instances) = Mengklasifikasikan	(c) EG berupa definisi suatu konsep.
	(c) Eeg berupa contoh-contoh dari konsep.
	(d) Latihan/tes berupa soal di mana peserta diminta untuk mengklasifikasikan berbagai macam contoh apakah termasuk di dalam konsep atau tidak. N disini adalah baru (<i>new</i>); artinya selama latihan/ tes diberikan contoh yang baru, bukan contoh yang telah diberikan selama Eeg.
<u>Secondary Presentation Forms</u> EG: (e) <i>help</i> = ya (f) <i>prerequisite information</i> = ya (g) <i>alternative representation</i> = ya Eegs: (h) <i>help</i> =ya (i) <i>alternative representation</i> = ya legs: (j) <i>alternative representation</i> = ya (k) <i>Feedback</i> = ca + h	(e) Semua bantuan yang memungkinkan siswa dapat menguasai suatu konsep diberikan.
	(f) Jika konsep yang diberikan membutuhkan suatu prasyarat maka prasyarat diberikan.
	(g) Jika memungkinkan penjelasan suatu konsep diberikan dalam bentuk lain.
	(h) Ketika menampilkan contoh-contoh dari konsep bantuan tetap diberikan
	(i) Ketika menampilkan contoh-contoh bentuk (tampilan) lain dari konsep diberikan
	(j) Ketika memberikan latihan/tes tampilan (bentuk) lain dari konsep diberikan.
	(k) Dalam latihan <i>feedback</i> berupa jawaban yang benar dan bantuan untuk menjawab pertanyaan
<u>Interdisplay Relationships</u> Untuk semua : (l) <i>divergence</i> = divergen (m) <i>isolation</i> = ya (n) <i>learner control</i> = LC Untuk EG + Eeg : (o) <i>matching</i> = <i>matched</i> (p) <i>fading</i> = ya (q) <i>range</i> = mudah-ke-sulit	(l) Eeg dan leg diberikan secara teragam
	(m) Hal-hal yang penting dari konsep selama EG, Eeg maupun leg diisolasi agar tampak menonjol.
	(n) Siswa diberikan keleluasaan untuk menjelajahi menu-menu dari program tanpa batasan-batasan tertentu
	(o) Untuk EG dan Eeg non-contoh dari konsep juga diberikan
	(p) Selama pemberian EG dan Eeg bantuan (<i>help</i>) berangsur-angsur dikurangi
	(q) Dalam EG dan Eeg bagian-bagian yang mudah (simpler) diberikan terlebih dahulu sebelum bagian-bagian yang sulit (komplek).

	(r)	Untuk latihan hanya diberikan contoh-contoh dari konsep. Non-contoh tidak diberikan .
	(s)	Selama latihan bantuan (<i>help</i>) berangsur-angsur dikurangi.
	(t)	Soal-soal untuk latihan diberikan sebarang, artinya tidak masalah soal-soal sulit diberikan terlebih dahulu baru soal-soal mudah, atau sebaliknya
		<u>Untuk tes :</u>
	(u)	Non-contoh tidak diberikan
	(v)	Bantuan (<i>help</i>) tidak diberikan
	(w)	<i>Feedback</i> tidak diberikan
	(x)	<i>Response delay</i> tidak ditentukan
	(y)	Kriteria sulit ditentukan apakah sukar atau mudah.
	(aa)	Jika kompleksitas materi tinggi maka jumlah soal ≥ 5 .
	(bb)	Jika kompleksitas materi rendah maka jumlah soal = 3-5.
	(cc)	Jika divergensi materi tinggi maka jumlah soal ≥ 5 .
	(dd)	Jika divergensi materi rendah maka jumlah soal =3-5.

Tabel G. Preskripsi untuk tipe mengaplikasikan-prinsip

Tingkat Kemampuan : Mengaplikasikan	
Tipe Isi : Prinsip	
Parameter tampilan	Keterangan
<u>Primary Presentation Forms</u> (a) EG+Eegs+ legs.N + legs.N	(a) Urut-urutan dari PPF terdiri dari EG yang diikuti dengan Eeg dan legs.N
<u>PPF Content</u> (b) EG=Proposisi (c) Eegs(set of situations)=Penjelasan contoh-contoh prinsip. (d) legs.N (new set of instances) = Memprediksi	(b) EG berupa proposisi dari suatu prinsip.
	(c) Eeg berupa contoh-contoh dari prinsip dan penjelasannya.
	(d) Latihan/tes berupa soal-soal di mana siswa diminta untuk memprediksi atau menghitung nilai suatu variabel dari suatu prinsip (di sini siswa mencoba mengaplikasikan suatu prinsip) dengan contoh-contoh soal baru (yang belum diberikan selama Eeg).
<u>Secondary Presentation Forms</u> EG : (e) <i>help</i> = ya (f) <i>prerequisite</i> = ya (g) <i>alternative representation</i> = ya Eegs : (h) <i>help</i> =ya (i) <i>alternative representation</i> = ya legs : (j) <i>alternative representation</i> = ya (k) <i>Feedback</i> = ca + h	(e) Semua bantuan yang memungkinkan siswa dapat memprediksi atau mengaplikasikan suatu prinsip.
	(f) Jika prinsip membutuhkan suatu prasyarat maka prasyarat diberikan.
	(g) Jika memungkinkan proposisi suatu prinsip diberikan dalam bentuk lain.
	(h) Ketika menampilkan contoh-contoh dari suatu prinsip bantuan tetap diberikan
	(i) Ketika menampilkan contoh-contoh dari suatu prinsip bentuk (tampilan) lain dari prinsip diberikan
	(j) Ketika memberikan latihan/tes tampilan (bentuk) lain dari suatu prinsip diberikan.
	(k) Dalam latihan feedback berupa jawaban yang benar dan bantuan untuk menjawab pertanyaan
<u>Interdisplay Relationships</u> Untuk semua : (l) <i>divergence</i> = divergen (m) <i>isolation</i> = ya (n) <i>learner control</i> = LC Untuk EG + Eeg : (o) <i>chunking</i> = ya (p) <i>matching</i> = <i>matched</i> (q) <i>fading</i> = ya (r) <i>range</i> = mudah-ke-sulit	(l) Eeg dan leg diberikan secara beragam
	(m) Hal-hal yang penting dari proposisi suatu prinsip selama EG, Eeg maupun leg diisolasi agar tampak menonjol.
	(n) Siswa diberikan keleluasaan untuk menjelajahi menu-menu dari program tanpa batasan-batasan tertentu
	(o) Materi dipecah menjadi beberapa bagian supaya siswa mudah untuk mempelajari materi
	(p) Non contoh (dalam hal ini aplikasi atau prediksi yang salah dari suatu prinsip) juga diberikan
	(q) Selama pemberian Eeg bantuan (<i>help</i>) berangsur-angsur dikurangi

	(r)	Dalam EG dan Eeg bagian-bagian yang mudah (simpler) diberikan terlebih dahulu sebelum bagian-bagian yang sulit (komplek).
	(s)	Untuk latihan hanya diberikan contoh-contoh dari prinsip. Non-contoh tidak diberikan .
	(t)	Selama latihan diberikan bantuan (<i>help</i>) berangsur-angsur dikurangi
		<u>Untuk tes :</u>
	(u)	<i>Chunking</i> tak perlu dilakukan
	(v)	Non contoh tak perlu diberikan
	(w)	Bantuan (<i>help</i>) tak perlu diberikan
	(x)	<i>Feedback</i> tak perlu diberikan
	(y)	<i>Response delay</i> tak ditentukan
	(z)	Kriteria tinggi; kerarti ketika mengaplikasikan suatu prinsip sebagian besar aplikasi (perhitungan) benar.
	(aa)	Jika kompleksitas materi tinggi maka jumlah soal ≥ 5 .
	(bb)	Jika kompleksitas materi rendah maka jumlah soal = 3-5.
	(cc)	Jika divergensi materi tinggi maka jumlah soal ≥ 5 .
	(dd)	Jika divergensi materi rendah maka jumlah soal =3-5.

Lampiran 2

Aplikasi P-C Dalam Penentuan TIK-TIK “Polarisasi Cahaya”

No	Pokok Bahasan	Tujuan Instruksional Khusus (TIK)
1	Pengantar Polarisisasi cahaya	<ul style="list-style-type: none"> – Siswa mampu menyebutkan karakteristik cahaya tak-terpolarisasi maupun cahaya terpolarisasi. – Siswa mampu menyebutkan definisi polarisasi – Siswa mampu menyebutkan peristiwa yang menyebabkan terjadinya cahaya terpolarisasi – siswa mampu memasang gambar bentuk gelombang cahaya dengan penjelasannya
2	Polarisasi karena penyerapan selektif	<ul style="list-style-type: none"> – Siswa mampu menyebutkan sifat optis dari bahan polaroid – Siswa mampu mengaplikasikan rumus hukum <i>Malus</i>
3	Polarisasi karena pemantulan	<ul style="list-style-type: none"> – siswa dapat menyebutkan katakarakteristik peristiwa polarisasi cahaya kerena pemantulan dan pembiasan – Siswa mampu menunjukkan penggambaran peristiwa polarisasi karena pemantulan dan pembiasan – Siswa mampu mengaplikasikan rumus hukum <i>Brewster</i>
4	Polarisasi karena pembiasan ganda	<ul style="list-style-type: none"> – Siswa mampu menyebutkan sifat optis dari kristal kalsit – Siswa mampu menyebutkan karakter penjalaran muka gelombang cahaya di dalam kristal klasit – Siswa mampu menerapkan konsep penjalaran gelombang o dan e di dalam kristal kalsit
5	Polarisasi karena hamburan	<ul style="list-style-type: none"> – siswa mampu menyebutkan karakteristik peristiwa hamburan cahaya – Siswa mampu menjelaskan peristiwa hamburan di alam

Lampiran 3

Learning Task Analysis “Polarisasi Cahaya”

No	Pokok Bahasan	Kategori PC	Kompetensi
1	Pengantar Polarisasi cahaya	Mengingat konsep	– Dengan diberikan deskripsi tentang gelombang cahaya tak-terpolarisasi maupun terpolarisasi, Siswa mampu menyebutkan karakteristik cahaya tak-terpolarisasi maupun cahaya terpolarisasi.
		Mengingat konsep	– Dengan diberikan penggambaran berupa polarisasi pada gelombang tali, Siswa mampu menyebutkan definisi polarisasi
		Mengingat konsep	– Dengan diberikan demonstrasi video percobaan polarisasi, Siswa mampu menyebutkan peristiwa yang menyebabkan terjadinya cahaya terpolarisasi
		Mengingat konsep	– Dengan diberikan penggambaran bentuk gelombang cahaya beserta penjelasannya, siswa mampu memasang simbol penggambaran bentuk gelombang cahaya dengan penjelasannya
2	Polarisasi karena penyerapan selektif	Mengingat konsep	– Dengan diberikan deskripsi tentang sifat optis bahan polaroid, Siswa mampu menyebutkan sifat optis dari bahan polaroid
		Mengaplikasikan	– Dengan menggunakan rumus Hukum

		prinsip	<i>Malus</i> , Siswa mampu mengaplikasikan rumus hukum <i>Malus</i> untuk menghitung besaran-besaran fisika yang ditanyakan.
3	Polarisasi karena pemantulan	Mengingat konsep	– Dengan diberikan deskripsi tentang karakter polarisasi karena peristiwa pemantulan dan pembiasan, siswa dapat menyebutkan katakarakteristik peristiwa polarisasi cahaya kerena pemantulan dan pembiasan
		Mengingat konsep	– Dengan diberikan gambar peristiwa pemantulan dan pembiasan beserta keterangannya, Siswa mampu menunjukkan penggambaran peristiwa polarisasi karena pemantulan dan pembiasan
		Mengaplikasikan prinsip	– Dengan menggunakan rumus Hukum <i>Brewster</i> , Siswa mampu mengaplikasikan rumus hukum <i>Brewster</i> untuk menghitung besaran – besaran fisis yang ditanyakan.
4	Polarisasi karena pembiasan ganda	Mengingat konsep	– Dengan diberikan deskripsi tentang kristal kalsit, Siswa mampu menyebutkan sifat optis dari kristal kalsit
		Mengingat konsep	– Dengan diberikan gambar muka gelombang o dan e di dalam kristal kalsit beserta keterangannya, Siswa mampu menyebutkan karakter penjalaran muka gelombang cahaya di

			dalam kristal kalsit
		Mengaplikasikan konsep	– Dengan diberikan beberapa kasus penjalaran gelombang cahaya di dalam kristal kalsit dengan pemotongan permukaan kristal pada arah tertentu, Siswa mampu menerapkan konsep penjalaran gelombang o dan e di dalam kristal kalsit
5	Polarisasi karena hamburan	Mengingat konsep	– Dengan diberikan gambar peristiwa hamburan beserta penjelasannya, siswa mampu menyebutkan karakteristik peristiwa hamburan cahaya
		Mengingat konsep	– Dengan diberikan video peristiwa hamburan beserta penjelasannya, Siswa mampu menjelaskan peristiwa hamburan di alam

Lampiran 4

GBIM “Polarisasi Cahaya”

No	Pokok Bahasan	Kompetensi	Materi	Prasyarat	Media	Latihan/Tes
1	Pengantar Polarisasi cahaya	– Dengan diberikan penggambaran berupa polarisasi pada gelombang tali, Siswa mampu menyebutkan definisi polarisasi	Definisi Polarisasi	Polarisasi pada Gelombang tali	Animasi, teks, audio	Siswa memilih polarisasi sebagai jawaban atas pernyataan tentang peristiwa yang dapat menunjukkan bahwa gelombang cahaya termasuk trasnversal
		– Dengan diberikan deskripsi tentang gelombang cahaya tak-terpolarisasi maupun terpolarisasi, Siswa mampu menyebutkn karakteristik cahaya tak-terpolarisasi maupun cahaya terpolarisasi.	Karakteristik gelombang cahaya tak-terpolarisasi dan gelombang cahaya terpolarisasi.	Gelombang EM	Gambar, teks, audio	siswa memilih pernyataan yang benat tentang ciri-ciri gelombang cahaya terpoalrisasi atau gelomabang cahaya tak-terpolarisai.
		– Dengan diberikan demonstrasi video percobaan polarisasi, Siswa mampu menyebutkan peristiwa yang menyebabkan terjadinya cahaya terpolarisasi	Peristiwa yang dapat menghasilkan cahaya terpolarisasi.		Video.	Siswa memilih peristiwa yang menimbulkan terjadinya cahaya terpolarisasi
		– Dengan diberikan penggambaran bentuk gelombang cahaya beserta penjelasannya, siswa mampu memasang simbol penggambaran bentuk gelombang cahaya dengan penjelasannya	Penggambaran arah getar gelombang tak-terpolarisasi maupun terpolarisasi beserta penjelasannya	Penggambaran Gelombang Cahaya	Gambar dan teks	Siswa mencocokkan simbol gelombang cahaya dengan penjelasannya.
2	Polarisasi karena penyerapan selektif	– Dengan diberikan deskripsi tentang sifat optis bahan polaroid, Siswa mampu menyebutkan sifat optis dari bahan polaroid	Karakteristik dan Sifat optis bahan polaroid	--	Video, audio, teks, gambar	Siswa memilih pernyataan yang benar berkenaan dengan karakteristik dan sifat optis bahan polaroid

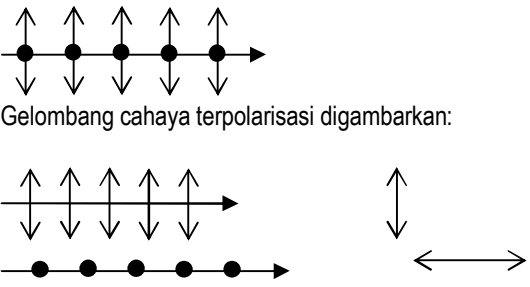
		– Dengan menggunakan rumus Hukum <i>Malus</i> , Siswa mampu mengaplikasikan rumus hukum <i>Malus</i> untuk menghitung besaran-besaran fisika yang ditanyakan.	Hukum <i>Malus</i>	Komponen-komponen vektor, Hubungan I dan E pada gelombang EM	Gambar, teks, audio	Siswa diberikan soal hitungan yang dapat diselesaikan menggunakan rumus hukum <i>Malus</i>
3	Polarisasi karena pemantulan	– Dengan diberikan deskripsi tentang karakter polarisasi karena peristiwa pemantulan dan pembiasan, siswa dapat menyebutkan katakarakteristik peristiwa polarisasi cahaya kerena pemantulan dan pembiasan	Karakteristik polarisasi karena peristiwa pemantulan dan pembiasan	Pemantulan dan pembiasan	Video, Gambar, teks, audio	Siswa mampu memilih karakter sinar bias dan sinar pantul pada peristiwa polarisasi
		– Dengan diberikan gambar peristiwa pemantulan dan pembiasan beserta keterangannya, Siswa mampu menunjukkan penggambaran peristiwa polarisasi karena pemantulan dan pembiasan	Hukum <i>Brewster</i>	Hukum pemantulan dan pembiasan, Sifat trigonometri	Gambar, teks, audio	Siswa mampu memilih gambar yang tepat yang menunjukkan sudut brewster
		– Dengan menggunakan rumus Hukum <i>Brewster</i> , Siswa mampu mengaplikasikan rumus hukum <i>Brewster</i> untuk menghitung besaran –besaran fisis yang ditanyakan.	Kacamata-sunglasses, lensa pemolarisasi pada kamera		Gambar, video, teks, suara	Siswa diberikan soal hitungan yang dapat diselesaikan menggunakan rumus hukum Brewster
4	Polarisasi karena pembiasan ganda	– Dengan diberikan deskripsi tentang kristal kalsit, Siswa mampu menyebutkan sifat optis dari kristal kalsit	Karanteristik dan sifat optis kristal kalsit	--	Video, teks, audio, gambar	Siswa mampu memilih pernyataan yang benar berkaitan dengan karakteristik dan sifat optis kristal kalsit
		– Dengan diberikan gambar muka gelombang o dan e di dalam kristal kalsit beserta keterangannya, Siswa mampu menyebutkan karakter penjalaran muka gelombang cahaya di dalam kristal klasit	Penjalaran gelombang o dan gelombang e.	--	gambar, audio, teks	Siswa mampu memilih perbandingan kecepatan rambat gelombang cahaya berdasarkan muka gelombangnya.
		– Dengan diberikan beberapa kasus penjalaran gelombang cahaya di dalam kristal kalsit dengan pemotongan permukaan kristal pada	Penjalaran gelombang cahaya di dalam kristal kalsit bergantung pemotongan permukaan kristal	Muka gelombang dan penjalarannya, Beda fase	gambar, audio, teks	Siswa mampu memilih pernyataan yang benar berkaitan dengan

		arah tertentu, Siswa mampu menerapkan konsep penjalaran gelombang o dan e di dalam kristal kalsit	kalsit			karakteristik penjalaran sinar bias (o dan e) di dalam kristal kalsit untuk beberapa kasus pemotongan permukaan kristal kalsit.
5	Polarisasi karena hamburan	– Dengan diberikan video peristiwa hamburan beserta penjelasannya, Siswa mampu menjelaskan peristiwa hamburan di alam	Peristiwa hamburan		Video, teks, audio, gambar	Siswa memilih pernyataan yang benar terkait penyebab langit berwarna biru.
		– Dengan diberikan gambar peristiwa hamburan beserta penjelasannya, siswa mampu menyebutkan karakteristik peristiwa hamburan cahaya	karakteristik peristiwa hamburan cahaya		Gambar, teks, audio	Siswa dapat memilih penggambaran arah getar cahaya terpolarisasi dengan memilih jawaban yang tepat.

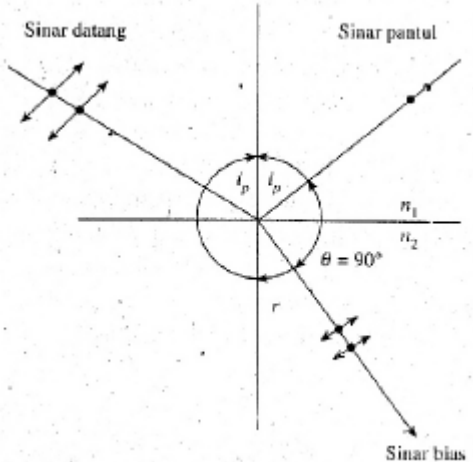
Lampiran 5

Jabaran Materi Polarisasi Cahaya

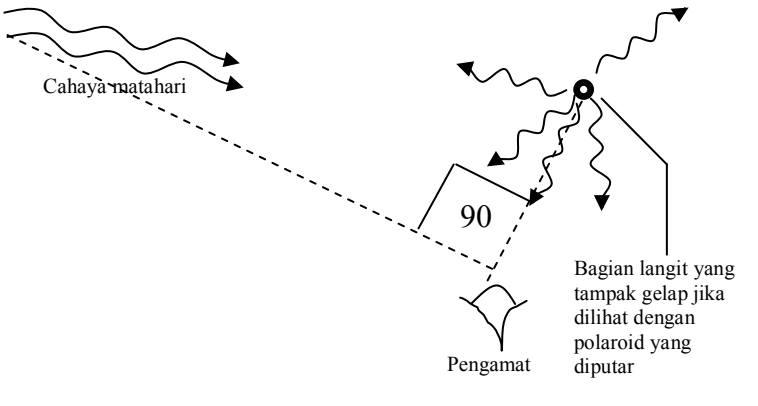
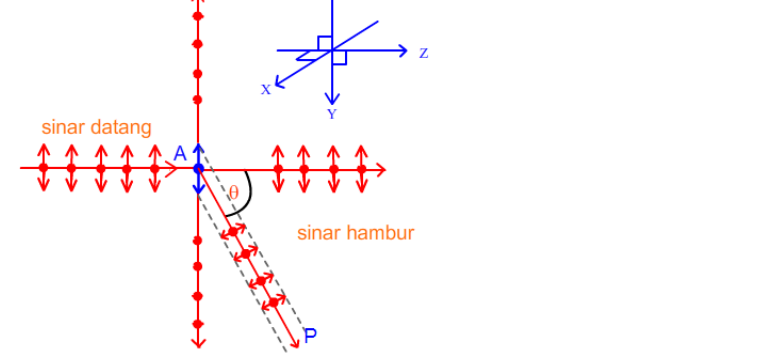
No	Pokok Bahasan	Subpokok Bahasan	Tujuan Pembelajaran	MATERI			MEDIA	KETERANGAN
				EG/ Eeg/ leg	PPF/ SPF	Rincian Materi		
1	Pengantar Polarisasi cahaya	Definisi polarisasi	siswa dapat menyebutkan definisi polarisasi (mengingat-konsep)	EG	PPF	Polarisasi adalah ...	Teks, audio	
			Eeg		Contoh polarisasi: Gelombang tali dilewatkan pada celah sempit	Animasi, teks, audio	<i>prerequisite</i>	
			IG.P		Latihan soal/tes berupa soal dimana siswa diminta untuk menyebutkan kembali definisi polarisasi yang telah dipelajari.	Teks, audio	Feedback dalam bentuk jawaban benar dan help diberikan	
			EEG	SPF	Diberikan penggambaran polarisasi gelombang tali untuk mendukung pemahaman siswa terhadap konsep polarisasi.		Feedback dalam bentuk jawaban benar dan help diberikan	
				IDR	Istilah "polarisasi" dibuat mencolok (berwarna cerah)		Isolation: Bagian-bagian penting dari konsep diisolasi dalam presentasi sehingga tampak menonjol	
		Polarisasi pada gelombang cahaya	Siswa mampu menyebutkan karakteristik cahaya tak-terpolarisasi maupun cahaya terpolarisasi.	EG	PPF	gelombang cahaya digambarkan berupa getaran vektor medan listrik dan getaran vektor medan magnet. Gelombang cahaya tak terpolarisasi memiliki getaran vektor medan listrik ke segala arah. Gelombang cahaya terpolarisasi hanya memiliki getaran vektor medan listrik dalam satu arah.	Gambar, teks, audio	
				Eeg	SPF	Gambar diberikan untuk mendukung pemahaman konsep.	Gambar, teks, audio	gambar Beserta penjelasannya
				Help	SPF	Sebelum materi PPF disampaikan, media menampilkan dulu pengantar tentang bentuk gelombang cahaya yang merupakan getaran vektor medan listrik E dan vektor medan magnet B.	Gambar	Gambar dibuat dengan warna yang menarik.
			siswa mampu memasang simbol	EG	PPF	Gelombang cahaya tak terpolarisasi digambarkan :	Gambar, audio	

			penggambaran bentuk gelombang cahaya dengan penjelasannya		 <p>Gelombang cahaya terpolarisasi digambarkan:</p> <p>Keterangan: arah panah ke atas menunjukkan getaran vektor medan listrik yang berarah vertikal, sedangkan titik-titik menunjukkan getaran vektor medan listrik yang berarah horisontal.</p>			
				IG.P		Latihan soal: siswa diminta kembali untuk menyebutkan penggambaran gelombang cahaya terpolarisasi/tak-terpolarisasi beserta keterangannya. Soal: siswa dapat menentukan pasangan gambar gelombang cahaya beserta keterangannya.	Gambar, teks, audio	
			Siswa mampu menyebutkan peristiwa yang menyebabkan terjadinya cahaya terpolarisasi	EG	PPF	Terjadinya cahaya terpolarisasi dapat disebabkan oleh: *) peristiwa penyerapan selektif, *) peristiwa pemantulan, *) peristiwa bias rangkap, dan *) peristiwa hamburan.		Tidak menyertakan SPF dan IDR karena akan dibahas dalam pokok bahasan selanjutnya.
2	Polarisasi karena penyerapan selektif	Karakteristik dan Sifat optis bahan polaroid	Siswa mampu menyebutkan sifat optis dari bahan polaroid (mengingat-konsep)	EG	PPF	Bahan polaroid menyerap menyerap vektor medan listrik yang berarah tegak lurus sumbu mudah polaroid, dan meloloskan yang sejajar sumbu mudah.	Teks, gambar, audio	
				Eeg	SPF	Demonstrasi percobaan penyerapan selektif (polaroid).	Video, audio, teks, gambar	Simulasi diberikan untuk mempertegas penyajian video demonstrasi.
				IG.P	IDR	Latihan soal: dimana siswa diminta kembali untuk menyebutkan kembali sifat optis polaroid. Siswa memilih pernyataan yang benar berkenaan dengan karakteristik dan sifat optis bahan polaroid	Teks, gambar, audio	Feedback dalam bentuk jawaban benar dan help diberikan

		Hukum Malus	Siswa mampu mengaplikasikan-prinsip rumus hukum Malus (mengaplikasikan-prinsip)	EG	PPF	Hukum malus	Teks, gambar audio	
				Eeg		Contoh penggunaan hukum malus	Teks, gambar, audio	
				leg		Latihan soal berupa soal-soal dimana siswa diminta untuk memprediksi atau menghitung nilai suatu variable dari persamaan hukum malus	Teks, gambar, audio	
				prerequisite	SPF	<ul style="list-style-type: none"> • Komponen-komponen vektor • Hubungan intensitas dengan E pada gelombang EM 	Teks, gambar, audio	
				legs		Feedback berupa jawaban yangm benar dan bantuan untuk menjawab pertanyaan	Teks, gambar, audio	
3	Polarisasi karena pemantulan	Karakteristik cahaya terpolarisasi karena pemantulan	siswa dapat menyebutkan katakter cahaya terpolarisasi karena peristiwa pemantulan (mengaplikasikan-konsep)	EG	PPF	Sinar pantul terpolarisasi sempurna pada arah sejajar dengan bidang batas antar kedua medium. Sinar bias terpolarisasi sebagian.	Teks, gambar, audio	
				Help	SPF	Diberikan gambar untuk mendukung pemahaman konsep	gambar	Pemberian warna pada gambar serta keterangan yang memungkinkan siswa lebih jelas.
		Definisi sudut brewster	Siswa mampu menunjukkan	EG	PPF	cahaya yang terpantul akan terpolarisasi sempurna jika sudut datang tertentu mengakibatkan sinar pantul dengan sinar bias saling tegak lurus (90°)	Teks, audio	

			penggambaran peristiwa polarisasi karena pemantulan dan pembiasan (mengaplikasikan-konsep)	Eeg			Teks, gambar, audio	
				leg		Latihan soal: Berbagai gambar pemantulan dan pembiasaan, siswa mampu memilih gambar yang benar berkaitan dengan polarisasi karena pemantulan	Teks, gambar, audio	
				prerequisite	SPF	<ul style="list-style-type: none"> Hukum pemantulan dan pembiasan Hukum –hukum Sudut pada lingkaran 	Teks, gambar, audio	
		Hukum Brewster	Siswa mampu mengaplikasikan rumus hukum Brwster (mengaplikasikan-prinsip)	EG	PPF	Hukum brewster	Teks, gambar, audio	
				Eeg		Contoh penggunaan hukum Brewster	Teks, gambar, audio	
				leg		Latihan soal berupa soal-soal dimana siswa diminta untuk memprediksi atau menghitung nilai suatu variable dari persamaan hukum Brewster	Teks, gambar, audio	
4	Polarisasi karena	Karakteristik dan sifat optis kristal kalsit	Siswa mampu menyebutkan sifat optis dari kristal kalsit	EG	PPF	<ul style="list-style-type: none"> Kristal kaslit memiliki dua nilai indek bias Cahaya yagn dilewatkan pada kritical kaslit mengalami pembiasan 	teks	

	pembiasan ganda		(meningat-konsep)			ganda.		
				Help	SPF	Untuk mendukung pemahaman konsep, disajikan video dan gambar demonstrasi peristiwa pembiasan rangkap.	Video, dan gambar	
		Sifat sinar bias di dalam kristal kalsit.	Siswa mampu menyebutkan karakter sinar bias yang keluar dari kristal kalsit (mengingat-konsep)	EG	PPF	Kedua sinar bias yang dilewatkan pada kristal kalsit kedua nya memiliki getaran vektor medan listrik yang saling tegak lurus satu sama lain. sinar bias yang seolah sesuai dengan hukum snellius disebut sinar biasa. Sinar bias yang seolah tidak sesuai dengan hukum snellius disebut sinar luar biasa.	Teks, audio	
		Penjalaran gelombang cahaya di dalam kristal kalsit	Siswa mampu menerapkan konsep penjalaran gelombang o dan e di dalam kristal kalsit (mengaplikasikann-konsep)	EG	PPF	Penjalaran gelombang E dan o di dalam kristal kalsit bergantung pada pemotongan permukaan kristal kalsit terhadap arah sumbu polarisasi	Teks, gambar, audio	
				Eeg		Ada beberapa kemungkinan pemotongan permukaan kristal kalsit yaitu: <ul style="list-style-type: none"> • kristal kalsit dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal tegak lurus terhadap sumbu optis. • kristal kalsit dipotong sedemikian rupa sehingga permukaannya sejajar terhadap sumbu optis. • kristal kalsit dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal membentuk sudut sebarang terhadap sumbu optis 	Teks, gambar, audio	
				Help	SPF	Gambar dan animasi diberikan untuk mendukung pemahaman konsep.		
5	Polarisasi karena	Karakteristik sinar terpolarisasi	siswa mampu menyebutkan syarat terjadinya polarisasi oleh peristiwa	EG	PPF	Sinar terhambur terpolarisasi sempurna jika sinar tersebut membentuk sudut 90° terhadap arah datangnya sinar datang.	Video, teks, audio	SPF: 1) EG, Eeg: dalam bentuk
				Eeg		Contoh:	Gambar, teks, audio	

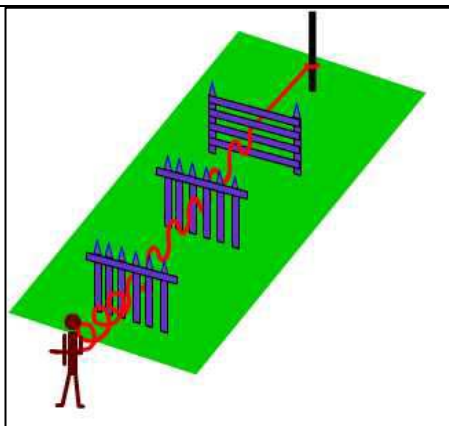
<p>hamburan</p>		<p>hamburan (mengaplikasikan-konsep)</p>					<p>help. 2) leg: feedback</p>
			<p>legs.N</p>		<p>Latihan soal: siswa diminta mengklasifikasikan contoh soal apakah termasuk dalam konsep atau tidak.</p>	<p>Gambar, Teks, audio</p>	
		<p>siswa mampu menunjukkan arah bidang getar polarisasi cahaya pada peristiwa hamburan (mengaplikasikan konsep)</p>	<p>EG</p>	<p>PPF</p>	<p>Cahaya terhambur tidak memiliki komponen vektor medan magnet yang bergetar searah garis penjalaran cahaya terhambur.</p>  <p>Gambar 18 Jika pengamat berada pada sumbu y, maka proyeksi getaran-getaran elektron karena pengaruh komponen polarisasi dalam bidang y-z pada sinar datang sama dengan nol. Dengan kata lain, cahaya hambur pada sumbu y</p>	<p>Teks, gambar, audio</p>	

						hanya memiliki polarisasi pada arah sumbu x.		
				legs.N		Latihan soal: siswa diminta mengklasifikasikan contoh soal apakah termasuk dalam konsep atau tidak.	Teks, gambar, audio	

Lampiran 6

Penulisan Naskah Konten Program MPI Polarisasi Cahaya

Judul: PENGANTAR	Nama Frame: Pengantar 1	Hal : 001
<p>Tampilan: Berdasarkan peristiwa interferensi dan difraksi, Kita dapat menyimpulkan bahwa cahaya merupakan gejala gelombang. Peristiwa interferensi dan difraksi tersebut belum dapat menunjukkan kepada Kita, apakah gelombang cahaya berbentuk transversal ataukah longitudinal. Eksperimen yang mampu menunjukkan bahwa gelombang cahaya merupakan gelombang transversal adalah polarisasi cahaya. Polarisasi cahaya merupakan gejala yang dapat kita amati dalam kehidupan sehari-hari: Mengapa bayangan suatu benda terlihat rangkap jika kita melihat benda tersebut melalui kristal kalsit? Bagaimana kacamata sun-glasses dapat mengurangi intensitas cahaya matahari?</p>	<p>Sound/Narasi: Berdasarkan peristiwa interferensi dan difraksi, kita dapat menyimpulkan bahwa cahaya merupakan gejala gelombang. Peristiwa interferensi dan difraksi tersebut belum dapat menunjukkan kepada kita, apakah gelombang cahaya berbentuk transversal ataukah longitudinal. Eksperimen yang mampu menunjukkan bahwa gelombang cahaya merupakan gelombang transversal adalah polarisasi cahaya. Polarisasi cahaya merupakan gejala yang dapat kita amati dalam kehidupan sehari-hari. Pernahkah Anda perhatikan, mengapa pada hari yang cerah langit tampak berwarna biru? Bagaimana kacamata sun-glasses dapat mengurangi intensitas cahaya matahari? Pertanyaan-pertanyaan tersebut dapat Anda jawab setelah menguasai konsep polarisasi cahaya. Maka dari itu, mari kita pelajari materi polarisasi cahaya dengan gembira dan antusias.</p>	
Keterangan/Petunjuk: perlu ditambahkan gambar untuk mengisi ruang kosong di halaman presentasi		
Judul: POLARISASI PADA GELOMBANG TALI	Nama Frame: Pengantar 2	Hal : 001
<p>Tampilan: Polarisasi adalah terserapnya sebagian arah getar suatu gelombang sehingga gelombang tersebut hanya memiliki satu arah getar. Peristiwa polarisasi dapat kita gambarkan dengan membayangkan gelombang transversal pada tali.</p>	<p>Sound/Narasi: POLARISASI PADA GELOMBANG TALI Polarisasi adalah terserapnya sebagian arah getar suatu gelombang sehingga gelombang tersebut hanya memiliki satu arah getar. Peristiwa polarisasi dapat kita gambarkan dengan membayangkan gelombang transversal pada tali. Putarlah Animasi gelombang tali berikut! Animasi 1 menunjukkan seutas tali yang dilewatkan melalui tiga buah pagar yang mempunyai celah sempit. Salah satu Ujung tali ditambatkan pada sebatang pohon, sedangkan ujung lainnya digetarkan secara acak ke segala arah. Seperti yang anda saksikan, sebelum menemui</p>	



{ Sebelum menemui celah vertikal, gelombang tali merambat dari sumber getar (yaitu: tangan) dengan berbagai arah getar. gelombang seperti ini dikatakan dalam keadaan tak-terpolarisasi.

Selanjutnya, gelombang tali merambat melalui sebuah celah vertikal pertama. celah vertikal tersebut hanya meloloskan gelombang tali dengan arah getar vertikal pula. Gelombang yang hanya memiliki satu arah getar dikatakan dalam keadaan terpolarisasi.

Kemudian, gelombang tali terpolarisasi merambat melalui celah vertikal kedua. celah vertikal kedua tersebut meloloskan gelombang tali karena arah getar gelombang tali sejajar terhadap celah. Berikutnya, gelombang tali melewati celah horisontal. Celah horisontal tersebut tidak meloloskan gelombang tali karena arah getar gelombang tali tegak lurus terhadap celah. }

Prinsip polarisasi pada gelombang tali dapat diterapkan pada gelombang cahaya.

celah vertikal, gelombang tali merambat dari sumber getar (yaitu: tangan) dengan berbagai arah getar. gelombang seperti ini dikatakan dalam keadaan tak-terpolarisasi.

Selanjutnya, gelombang tali merambat melalui sebuah celah vertikal pertama. celah vertikal tersebut hanya meloloskan gelombang tali dengan arah getar vertikal pula. Gelombang yang hanya memiliki satu arah getar seperti itu dikatakan dalam keadaan terpolarisasi.

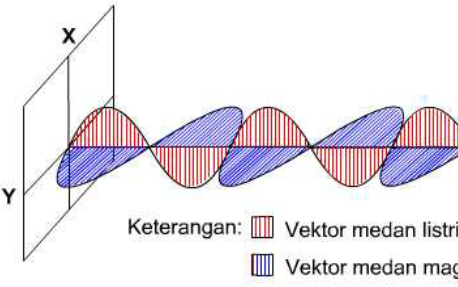


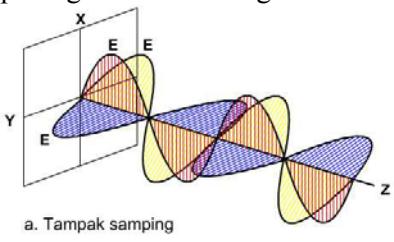
Kemudian, gelombang tali terpolarisasi merambat melalui celah vertikal kedua. celah vertikal kedua tersebut meloloskan gelombang tali karena arah getar gelombang tali sejajar terhadap celah.

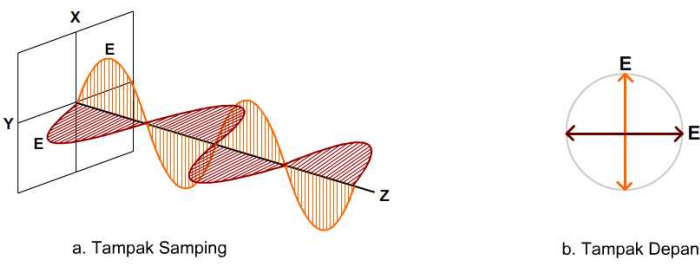
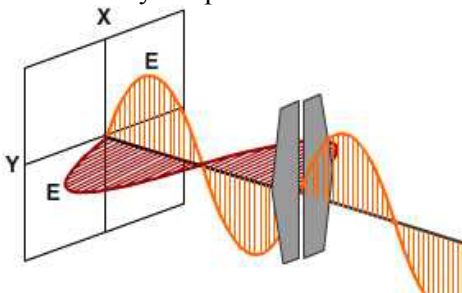
Berikutnya, gelombang tali melewati celah horisontal. Celah horisontal tersebut tidak meloloskan gelombang tali karena arah getar gelombang tali tegak lurus terhadap celah.

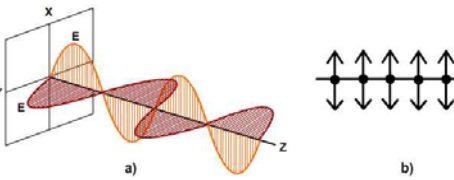
Jadi, polarisasi adalah terserapnya sebagian arah getar sehingga gelombang hanya memiliki satu arah getar.

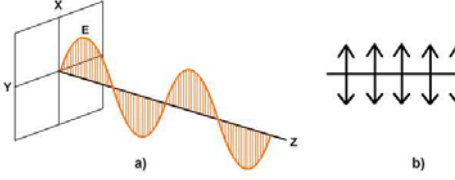
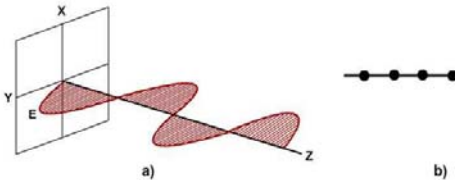
Prinsip polarisasi pada gelombang tali dapat diterapkan pada gelombang cahaya.

Keterangan/Petunjuk: Kalimat di dalam tanda { } di tampilkan dalam bentuk *scroll*. Animasi menunjukkan seseorang menggetarkan tali yang ditambatkan di suatu batang pohon. Tali tersebut dilewatkan melalui tiga buah pagar dengan keadaan seperti pada gambar.

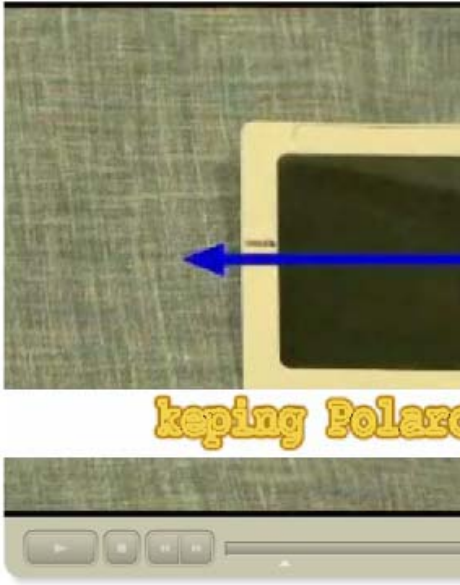
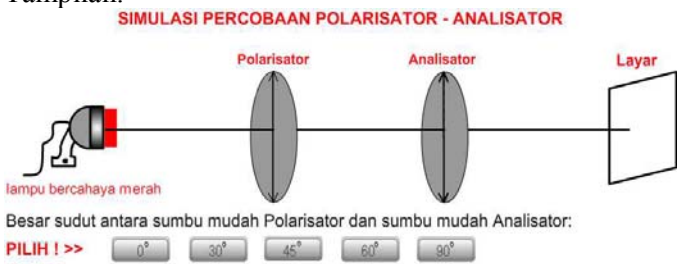
Judul: PENGGAMBARAN GELOMBANG CAHAYA	Nama Frame: Pengantar 3	Hal : 001
<p>Tampilan: Cahaya termasuk gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik terdiri atas getaran vektor medan listrik (E) dan vektor medan magnet (B) yang saling tegak lurus satu sama lain. Baik vektor medan listrik maupun vektor medan magnet, keduanya tegak lurus terhadap arah perambatannya. Gelombang elektromagnetik (EM) digambarkan sebagai berikut.</p>  <p>Keterangan:  Vektor medan listrik  Vektor medan magnet</p> <p>Gambar 1. Penggambaran Gelombang Elektromagnetik</p> <p>Karena kuat medan listrik jauh lebih besar dari kuat medan magnet (ingat $E=3,8.10^8 B$), gelombang cahaya hanya digambarkan berupa gelombang medan listrik saja.</p>	<p>Sound/Narasi: PENGGAMBARAN GELOMBANG CAHAYA Cahaya termasuk gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik terdiri atas getaran vektor medan listrik (E) dan vektor medan magnet (B) yang saling tegak lurus satu sama lain. Baik vektor medan listrik maupun vektor medan magnet, keduanya tegak lurus terhadap arah perambatannya. Gelombang elektromagnetik (EM) digambarkan sebagai berikut <u>Gambar 1</u> memperlihatkan penggambaran gelombang elektromagnetik yang merambat ke kanan searah sumbu X. Pada gambar tersebut, getaran vektor medan listrik (E) digambarkan berupa gelombang sinus yang bergetar pada bidang vertikal (berwarna merah). getaran vektor medan magnet (B) digambarkan berupa gelombang sinus yang bergetar pada bidang horisontal (berwarna biru). Dapat anda lihat, getaran vektor medan listrik (E) dan vektor medan magnet (B) saling tegak lurus, keduanya tegak lurus terhadap arah perambatannya. Karena kuat medan listrik jauh lebih besar daripada kuat medan magnet (ingat $E=3x 10^8 B$), gelombang cahaya hanya digambarkan berupa gelombang medan listrik saja.</p>	
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: Pengantar 4	Hal : 001
<p>Tampilan: Pada cahaya alami, vektor medan listrik (E) bergetar ke segala arah sehingga cahaya alami dikatakan tak-terpolarisasi. Cahaya tak-terpolarisasi dapat digambarkan sebagai berikut.</p>  <p>a. Tampak samping</p> <p>Gambar 2. Gelombang cahaya tak-terpolarisasi</p>	<p>Sound/Narasi: Pada cahaya alami, vektor medan listrik bergetar ke segala arah sehingga cahaya alami dikatakan tak-terpolarisasi. Cahaya tak-terpolarisasi dapat digambarkan sebagai berikut. <u>Gambar 2</u> memperlihatkan penggambaran gelombang cahaya tak-terpolarisasi. Gambar 2a memperlihatkan getaran – getaran vektor medan listrik yang terjadi secara acak ke segala arah terhadap arah perambatannya. Apabila dilihat dari arah depan, getaran – getaran vektor medan listrik tersebut tampak seperti Gambar 2b.</p>	

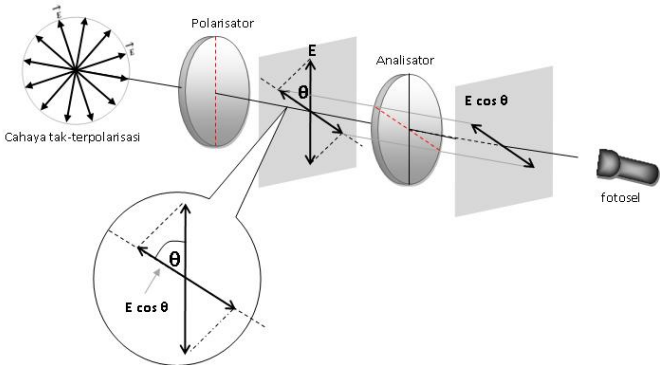
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: Pengantar 5	Hal : 001
<p>Tampilan: Gelombang pada Gambar 2 dapat disederhanakan lagi dengan cara memproyeksikan arah getar medan listriknya ke sumbu x dan sumbu y, menjadi seperti Gambar 3.</p>  <p>a. Tampak Samping</p> <p>b. Tampak Depan</p> <p>Gambar 3. Penyederhanaan gelombang cahaya tak terpolarisasi</p>	<p>Sound/Narasi: Gelombang pada <u>Gambar 2</u> dapat disederhanakan lagi dengan cara memproyeksikan arah getar medan listriknya ke sumbu x dan sumbu y, menjadi seperti <u>Gambar 3</u>. Hasilnya berupa gelombang yang getarannya merambat menurut bidang vertikal YOZ dan gelombang yang getarannya merambat menurut bidang horisontal XOZ (Gambar 3a). Gelombang ini akan tampak seperti Gambar 3b apabila dilihat dari arah depan.</p>	
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: Pengantar 6	Hal : 001
<p>Tampilan: Gelombang cahaya tak-terpolarisasi yang dilewatkan pada polarisator dapat menghasilkan cahaya terpolarisasi. Polarisor adalah alat / bahan yang menjadikan berkas cahaya tak-terpolarisasi menjadi berkas cahaya terpolarisasi.</p> 	<p>Sound/Narasi: Gelombang cahaya tak-terpolarisasi yang dilewatkan pada polarisator dapat menghasilkan cahaya terpolarisasi. Polarisor adalah alat/bahan yang menjadikan berkas cahaya tak terpolarisasi menjadi berkas cahaya terpolarisasi. Gelombang cahaya terpolarisasi yang hanya memiliki satu arah getar disebut gelombang terpolarisasi linier atau gelombang terpolarisasi sempurna. Artinya, getaran vektor medan listrik dari gelombang terpolarisasi hanya berupa garis lurus (atau linier). Gelombang terpolarisasi linier disebut juga gelombang terpolarisasi bidang, yang berarti bahwa vektor medan listrik dari gelombang terpolarisasi hanya bergetar pada bidang datar.</p>	

<p>Gelombang cahaya terpolarisasi yang hanya memiliki satu arah getar disebut gelombang cahaya terpolarisasi linier atau gelombang cahaya terpolarisasi sempurna. Artinya, getaran vektor medan listrik dari gelombang terpolarisasi tersebut hanya berupa garis lurus (atau linier). Gelombang terpolarisasi linier disebut juga gelombang terpolarisasi bidang, yang berarti bahwa vektor medan listrik dari gelombang terpolarisasi hanya bergetar pada bidang datar.</p>		
<p>Keterangan/Petunjuk: Gambar di atas perlu diberi keterangan.</p>		
<p>Judul:</p>	<p>Nama Frame: Pengantar 7</p>	<p>Hal : 001</p>
<p>Tampilan: Berikut adalah cara umum untuk menggambarkan getaran-getaran vektor medan listrik pada gelombang cahaya tak-terpolarisasi maupun gelombang cahaya terpolarisasi. Perhatikanlah Gambar 4 berikut!</p>  <p>Gambar 4. a, b, c merupakan bentuk penyederhanaan gelombang cahaya tak-terpolarisasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Gelombang cahaya tak-terpolarisasi Arah getar vektor medan listrik pada cahaya tak-terpolarisasi (tampak samping) Arah getar vektor medan listrik pada cahaya tak-terpolarisasi (tampak depan) 	<p>Sound/Narasi: Berikut adalah cara umum untuk menggambarkan getaran-getaran vektor medan listrik pada gelombang cahaya tak-terpolarisasi maupun gelombang cahaya terpolarisasi. Perhatikanlah Gambar 4 berikut! Gambar 4 memperlihatkan penggambaran gelombang cahaya tak-terpolarisasi. Getaran – getaran vektor medan listrik terjadi pada arah bidang vertikal dan horisontal. Gelombang ini dapat disederhanakan lagi menjadi Gambar 4b. Titik – titik pada gambar 4b menunjukkan bahwa getaran vektor medan listrik terjadi pada bidang horisontal (tegak lurus terhadap bidang kertas), sedangkan anak panah menunjukkan bahwa getaran medan listrik terjadi pada bidang vertikal (sejajar terhadap bidang kertas). Bila dilihat dari arah depan, getaran–getaran vektor medan listrik terlihat seperti Gambar 4c.</p>	
<p>Keterangan/Petunjuk:</p>		

Judul:	Nama Frame: Pengantar 8	Hal : 001
<p>Tampilan: Perhatikanlah Gambar 5 berikut!</p>  <p>Gambar 5. a, b, c merupakan bentuk penyederhanaan gelombang cahaya terpolarisasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Gelombang cahaya yang terpolarisasi linier pada arah vertikal Arah getar vektor medan listrik pada cahaya yang terpolarisasi linier pada arah vertikal (tampak samping) Arah getar vektor medan listrik pada cahaya terpolarisasi linier pada arah vertikal (tampak depan) 	<p>Sound/Narasi: Perhatikanlah Gambar 5 berikut!</p> <p>Gambar 5 memperlihatkan penggambaran gelombang cahaya terpolarisasi linier. Gelombang cahaya yang terpolarisasi linier pada arah vertikal (gambar 5a) dapat disederhanakan menjadi seperti gambar 5b. Getaran-getaran medan listriknya hanya terjadi pada arah sejajar dengan bidang kertas yang ditunjukkan oleh anak panah. Bila dilihat dari arah depan, getaran – getaran vektor medan listrik tersebut digambarkan seperti gambar 5c</p>	
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: Pengantar 9	Hal : 001
<p>Tampilan: Perhatikanlah Gambar 6 berikut!</p>  <p>Gambar 6. a, b, c merupakan bentuk penyederhanaan gelombang cahaya terpolarisasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Gelombang cahaya yang terpolarisasi linier pada arah horisontal Arah getar vektor medan listrik pada cahaya terpolarisasi linier pada arah horisontal (tampak samping) Arah getar vektor medan listrik 	<p>Sound/Narasi: perhatikanlah Gambar 6 berikut!</p> <p>Gambar 6 juga memperlihatkan gelombang cahaya yang terpolarisasi linier. Gambar 6a memperlihatkan gelombang cahaya yang terpolarisasi linier pada arah horisontal. Gelombang ini dapat disederhanakan menjadi seperti gambar 6b. Titik – titik pada gambar 6b tersebut menunjukkan bahwa getaran-getaran medan listriknya hanya terjadi pada arah horisontal (sejajar terhadap bidang kertas). Bila dilihat dari arah depan, getaran – getaran medan listrik tersebut digambarkan seperti gambar 6c.</p>	

pada cahaya terpolarisasi linier pada arah horisontal (tampak depan)		
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: Pengantar 10	Hal : 001
Tampilan: Terjadinya cahaya terpolarisasi dapat disebabkan oleh: *) peristiwa penyerapan selektif, *) peristiwa pemantulan, *) peristiwa bias rangkap, dan *) peristiwa hamburan.	Sound/Narasi: Terjadinya cahaya terpolarisasi dapat disebabkan oleh peristiwa penyerapan selektif, peristiwa pemantulan, peristiwa bias rangkap, dan peristiwa hamburan.	
Keterangan/Petunjuk:		
Judul: KARAKTERISTIK DAN SIFAT OPTIS BAHAN POLAROID	Nama Frame: PS 1	Hal : 001
Tampilan: Cahaya terpolarisasi dapat dihasilkan dengan melewati berkas cahaya tak-terpolarisasi melalui suatu bahan polaroid. Bahan polaroid mempunyai sumbu polarisasi. Sumbu polarisasi dari suatu bahan polaroid disebut juga sumbu <i>mudah</i> . Suatu polaroid ideal akan meneruskan semua komponen vektor medan listrik yang sejajar terhadap sumbu <i>mudah</i> dan menyerap semua komponen vektor medan listrik yang tegak lurus terhadap sumbu <i>mudah</i> . Sifat seperti ini disebut sifat <i>dikroik</i> .	Sound/Narasi: Cahaya terpolarisasi dapat dihasilkan dengan melewati berkas cahaya tak-terpolarisasi melalui suatu bahan polaroid. Bahan polaroid mempunyai sumbu polarisasi. Sumbu polarisasi dari suatu bahan polaroid disebut juga sumbu <i>mudah</i> . Untuk selanjutnya, kita gunakan istilah sumbu <i>mudah</i> untuk menyatakan sumbu polarisasi. Suatu polaroid ideal akan meneruskan semua komponen vektor medan listrik yang sejajar terhadap sumbu <i>mudah</i> dan menyerap semua komponen vektor medan listrik yang tegak lurus terhadap sumbu <i>mudah</i> . Sifat seperti ini disebut sifat <i>dikroik</i> .	
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: PS 2	Hal : 001
Tampilan: Gejala polarisasi cahaya yang dilewatkan pada bahan polaroid dapat ditunjukkan dalam demonstrasi berikut.	Sound/Narasi: Gejala polarisasi cahaya yang dilewatkan pada bahan polaroid dapat ditunjukkan dalam demonstrasi berikut. Disini, saya punya bahan plastik yang dibuat dari molekul kristal pemolarisasi. Bahan ini disebut juga polaroid. Sifat pemolarisasi Molekul tersebut disusun pada arah sumbu ini, diberi tanda berupa garis pada kedua sisi bingkai. Sumbu tersebut disebut juga sumbu	

	<p>mudah.</p> <p>Perhatikan, jika cahaya lampu dilewatkan melalui sebuah polaroid. Intensitas cahaya yang diteruskan oleh polaroid menjadi berkurang.</p> <p>Sekarang kita gabungkan kedua buah polaroid. Jika kedua sumbu mudah polaroid saling sejajar, maka polaroid (di sebelah belakang) meneruskan seluruh berkas cahaya yang diloloskan polaroid disebelah depan. Jika kita putar polaroid berangsur-angsur sehingga kedua sumbu mudah saling tegak lurus, maka kita melihat secara berangsur-angsur pula intensitas cahaya lampu yang dilewatkan menjadi berkurang. Intensitas cahaya yang dilewatkan menjadi nol saat kedua sumbu mudah saling tegak lurus.</p> <p>Penjelasannya: jika gelombang cahaya dilewatkan pada keping polaroid pertama, maka akan dihasilkan cahaya terpolarisasi yang berarah sejajar terhadap sumbu mudah polaroid. Dengan adanya Polaroid kedua, jika sumbu mudah kedua polaroid saling sejajar, maka gelombang cahaya terpolarisasi diloloskan. Sedangkan, jika sumbu mudah polaroid kedua diputar sehingga tegak lurus terhadap polaroid pertama, maka gelombang cahaya terpolarisasi tidak diloloskan.</p> <p>Yang menjadi pertanyaan, Bagaimana kita dapat menghitung intensitas cahaya yang diloloskan oleh dua susunan polaroid?</p> <p>Untuk mengetahui jawaban pertanyaan ini, mari ikuti penjelasan selanjutnya.</p>	
<p>Keterangan/Petunjuk: video berupa demonstrasi percobaan penyerapan selektif menggunakan dua buah keping polaroid.</p>		
<p>Judul: SIMULASI PERCOBAAN POLARISATOR ANALISATOR</p>	<p>Nama Frame: PS 3</p>	<p>Hal : 001</p>
<p>Tampilan:</p>  <p>Keterangan: Semakin besar sudut yang terbentuk antara kedua sumbu mudah polaroid, maka semakin kecil pula intensitas cahaya yang dilewatkan susunan polaroid tersebut. Intensitas gelombang cahaya yang diloloskan mencapai harga minimum (nol) jika kedua sumbu mudah</p>	<p>Sound/Narasi:</p> <p>Simulasi berikut merupakan peragaan percobaan Polarisator – Analisisator. Tentukanlah besarnya sudut antara sumbu mudah polarisator dengan sumbu mudah analiator dengan menekan tombol – tombol yang tersedia.</p> <p>Simulasi ini menunjukkan bahwa Semakin besar sudut yang terbentuk antara kedua sumbu mudah polaroid</p>	

<p>saling tegak lurus (membentuk sudut 90^0).</p>	<p>(dalam hal ini adalah polarisator dan analisator), maka semakin kecil pula intensitas cahaya yang dilewatkan susunan polaroid tersebut. Intensitas gelombang cahaya yang diloloskan mencapai harga minimum (nol) jika kedua sumbu mudah saling tegak lurus (membentuk sudut 90^0). Hal ini ditunjukkan dengan makin meredupnya cahaya lampu yang diteruskan oleh kedua polaroid jika sudut antara kedua sumbu mudah makin membesar.</p>	
<p>Keterangan/Petunjuk:</p>		
<p>Judul: HUKUM MALUS</p>	<p>Nama Frame: PS 4</p>	<p>Hal : 001</p>
<p>Tampilan: Demonstrasi penyerapan selektif oleh dua keping Polaroid dapat digambarkan seperti berikut.</p>  <p>Keping polaroid pertama berfungsi untuk membuat agar cahaya menjadi terpolarisasi linier, sehingga disebut polarisator. Keping polaroid kedua berfungsi untuk menganalisis arah atau macam polarisasi yang dihasilkan oleh polaroid pertama, sehingga disebut Analisator. Antara sumbu mudah polarisator dan analisator membentuk sudut sebesar θ.</p>	<p>Sound/Narasi: Demonstrasi penyerapan selektif oleh dua keping Polaroid dapat digambarkan seperti berikut. Gambar 7 memperlihatkan dua buah keping polaroid. Keping polaroid pertama berfungsi untuk membuat agar cahaya menjadi terpolarisasi linier, sehingga disebut <i>polarisator</i>. Keping polaroid kedua berfungsi untuk menganalisis arah atau macam polarisasi yang dihasilkan oleh polaroid pertama, sehingga disebut <i>analisator</i>. Antara sumbu mudah polarisator dan analisator membentuk sudut sebesar θ. Seberkas cahaya alami dilewatkan melalui polarisator. Oleh polarisator, cahaya dipolarisasikan dalam</p>	

	<p>arah vertikal yaitu hanya komponen vektor medan listrik yang sejajar dengan sumbu mudah polarisator saja yang dilewatkan. Cahaya terpolarisasi kemudian dilewatkan melalui analisator. Antara sumbu mudah polarisator dengan sumbu mudah analisator membentuk sudut sebesar θ. Oleh analisator, semua komponen vektor medan listrik yang tegak lurus sumbu mudah analisator diserap, hanya komponen vektor medan listrik yang sejajar sumbu mudah analisator yang diteruskan.</p>	
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: PS 5	Hal : 001
<p>Tampilan: Cahaya alami dengan berbagai arah getar vektor medan listrik dapat diwakili oleh resultan dari dua komponen vektor medan listrik yang saling tegak lurus. Karena komponen vektor medan listrik yang tegak lurus sumbu mudah analisator diserap, maka intensitas yang diteruskan oleh polarisator adalah setengah dari intensitas cahaya mula-mula, yaitu hanya komponen vektor medan listrik yang sejajar sumbu mudah Polarisor saja yang diteruskan. Dapat dirumuskan:</p> $I_1 = \frac{1}{2} I_o.$ <p>..... (1)</p> <p>Dengan I_1 adalah intensitas cahaya terpolarisasi linier yang diteruskan oleh polarisator, sedangkan I_o adalah intensitas cahaya alami mula-mula.</p>	<p>Sound/Narasi: Seperti yang telah kita ketahui, cahaya alami dengan berbagai arah getar vektor medan listrik dapat diwakili oleh resultan dari dua komponen vektor medan listrik yang saling tegak lurus. Karena komponen vektor medan listrik yang tegak lurus sumbu mudah analisator diserap, maka intensitas yang diteruskan oleh polarisator adalah setengah dari intensitas cahaya mula-mula, yaitu hanya komponen vektor medan listrik yang sejajar sumbu mudah analisator saja yang diteruskan. Dapat dirumuskan:</p> $I_1 = \frac{1}{2} I_o.$ <p>..... (1)</p> <p>Dengan I_1 adalah intensitas cahaya terpolarisasi linier yang diteruskan oleh polarisator, sedangkan I_o adalah intensitas cahaya alami mula-mula. Cahaya dengan intensitas I_1 ini kemudian dilewatkan pada analisator. Hanya komponen vektor medan listrik yang sejajar dengan sumbu mudah analisator saja yang diteruskan, sementara arah yang lainnya</p>	

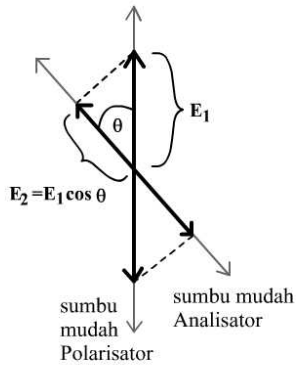
<p>Cahaya dengan intensitas I_1 ini kemudian dilewatkan pada analisator. Hanya komponen vektor medan listrik yang sejajar dengan sumbu mudah analisator saja yang diteruskan.</p>	<p>diserap.</p>
--	-----------------

Keterangan/Petunjuk:

Judul:	Nama Frame: PS 6	Hal : 001
---------------	-------------------------	------------------

Tampilan:
Perhatikanlah Gambar 8 !

Perhatikanlah **Gambar 8** !



Gambar 8.

Jika kuat medan listrik yang datang pada analisator sebesar E_1 , maka komponen vektor medan listrik yang sejajar sumbu mudah analisator sebesar E_2 .

maka komponen vektor medan listrik yang sejajar dengan sumbu mudah analisator tersebut adalah sebesar:

$$E_2 = E_1 \cos \theta \dots\dots\dots (2)$$

dengan

E_2 adalah komponen vektor medan listrik yang sejajar sumbu mudah analisator,

E_1 adalah kuat vektor medan listrik yang dilewatkan pada analisator.

Sound/Narasi:

Perhatikanlah gambar 8!

Gambar 8 memperlihatkan sumbu mudah dari polarisator yang berarah vertikal dan sumbu mudah dari analisator yang membentuk sudut sebesar θ terhadap sumbu mudah polarisator. Jika kuat medan listrik yang datang pada analisator sebesar E_1 , maka komponen vektor medan listrik yang sejajar dengan sumbu mudah analisator tersebut adalah sebesar:

$$E_2 = E_1 \cos \theta \dots\dots\dots (2)$$

dengan E_2 adalah komponen vektor medan listrik yang sejajar sumbu mudah analisator, sedangkan E_1 adalah kuat vektor medan listrik yang dilewatkan pada analisator.

Keterangan/Petunjuk:

Judul:	Nama Frame: PS 7	Hal : 001
---------------	-------------------------	------------------

Tampilan:

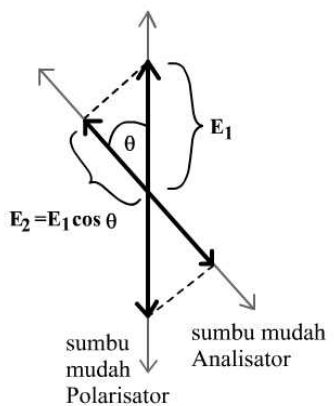
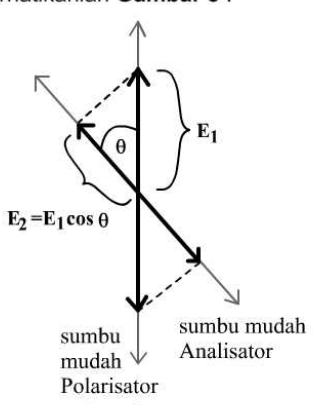
Sound/Narasi:

Karena intensitas gelombang cahaya sebanding dengan kuadrat dari kuat medan listriknya ($I \approx E^2$) maka intensitas berkas cahaya terpolarisasi yang diloloskan oleh analisator adalah sebesar:

$$I_2 \approx (E_2)^2$$

$$\approx (E_1 \cos \theta)^2$$

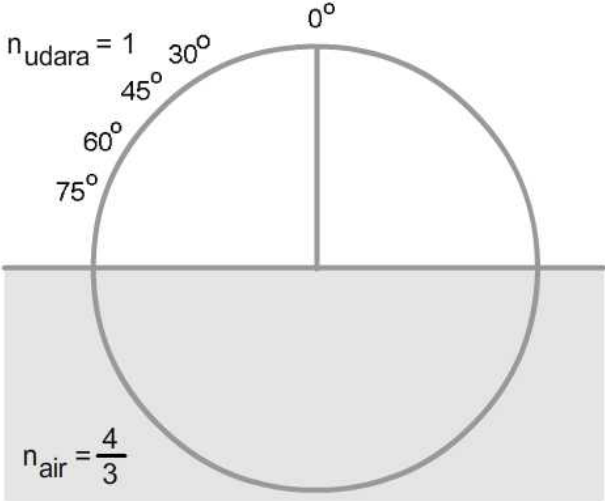
$$\approx E_1^2 \cdot \cos^2 \theta$$

<p>Perhatikanlah Gambar 8 !</p>  <p>Gambar 8.</p> <p>Karena intensitas gelombang cahaya sebanding dengan kuadrat dari kuat medan listriknya: $I \approx E^2$ maka intensitas berkas cahaya terpolarisasi yang diloloskan oleh analisator adalah sebesar: $I_2 \approx (E_2)^2$ $\approx (E_1 \cdot \cos \theta)^2$ $\approx E_1^2 \cdot \cos^2 \theta \dots\dots (3)$</p>		
<p>Keterangan/Petunjuk:</p>		
<p>Judul:</p>	<p>Nama Frame: PS 8</p>	<p>Hal : 001</p>
<p>Tampilan:</p> <p>Perhatikanlah Gambar 8 !</p>  <p>Gambar 8.</p> <p>analisisator adalah sejajar maka intensitas berkas cahaya yang keluar</p>	<p>Sound/Narasi:</p> <p>Jika antara sumbu mudah polarisator dan sumbu mudah analisator adalah sejajar maka intensitas berkas cahaya yang keluar dari analisator mencapai maksimum ($I_m \approx E_1^2$). Persamaan 3 dapat kita tuliskan kembali menjadi</p> $I_2 = I_m \cos^2 \theta$ <p>(4)</p> <p>Persamaan di atas disebut Hukum Malus, yang ditemukan oleh Luois Malus (1775-1812) pada tahun 1809.</p>	

<p>dari analisator mencapai maksimum</p> $I_m \approx E_1^2$ <p>Persamaan 3 dapat kita tuliskan kembali menjadi</p> $I_2 = I_m \cos^2 \theta \quad (4)$ <p>Persamaan di atas disebut Hukum Malus, yang diketemukan oleh Luois Malus (1775-1812) pada tahun 1809.</p>		
Keterangan/Petunjuk:		
Judul: CONTOH SOAL	Nama Frame: PS 9	Hal : 001
<p>Tampilan:</p> <p>Berkas cahaya tak-terpolarisasi dengan intensitas mula-mula sebesar I_0 dilewatkan melalui dua buah polaroid yang kedua sumbu mudahnya membentuk sudut 30°. (polaroid dianggap ideal)</p> <p>Berapa intensitas cahaya yang dilewatkan oleh susunan polaroid tersebut?</p> <p>Jawab:</p> <p>Dengan menggunakan persamaan hukum Malus:</p> $I_2 = I_m \cos^2 \theta$ $I_2 = 0.5I_0 (\cos 30^\circ)^2$ $I_2 = 0.5I_0 (\sqrt{3}/2)^2$ $I_2 = 0.5I_0 (3/4)$ $I_2 = (3/8)I_0$ <p>Jadi, berkas cahaya yang diloloskan oleh susunan kedua buah polaroid adalah sebesar $3/8$ dari intensitas cahaya mula-mula.</p>	<p>Sound/Narasi:</p> <p>Berkas cahaya tak-terpolarisasi dengan intensitas mula-mula sebesar I_0 dilewatkan melalui dua buah polaroid yang kedua sumbu mudahnya membentuk sudut 30°. (polaroid dianggap ideal)</p> <p>Berapa intensitas cahaya yang dilewatkan oleh susunan polaroid tersebut?</p> <p>Dengan menggunakan persamaan hukum Malus kita dapat menentukan nilai intensitas berkas cahaya yang dilewatkan kedua buah polaroid yaitu:</p> $I_2 = I_m \cos^2 \theta$ $I_2 = 0.5I_0 (\cos 30^\circ)^2$ $I_2 = 0.5I_0 (\sqrt{3}/2)^2$ $I_2 = 0.5I_0 (3/4)$ $I_2 = (3/8)I_0$ <p>Jadi, berkas cahaya yang diloloskan oleh susunan kedua buah polaroid adalah sebesar $3/8$ dari intensitas cahaya mula-mula.</p>	
Keterangan/Petunjuk:		

Judul: KARAKTERISTIK POLARISASI KARENA PEMANTULAN	Nama Frame: P 1	Hal : 001
<p>Tampilan: Jika cahaya yang dipantulkan oleh kaca, atau oleh permukaan air yang tenang diamati, maka akan didapatkan bahwa pada sudut datang 56° untuk kaca, atau 53° untuk air, cahaya yang dipantulkan adalah terpolarisasi linier. Gejala polarisasi karena pemantulan dapat ditunjukkan dengan demonstrasi berikut.</p> 	<p>Sound/Narasi: Jika cahaya yang dipantulkan oleh kaca, atau oleh permukaan air yang tenang diamati, maka akan didapatkan bahwa pada sudut datang 56° untuk kaca, atau 53° untuk air, cahaya yang dipantulkan adalah terpolarisasi linier. Gejala polarisasi cahaya karena peristiwa pemantulan dapat ditunjukkan dengan demonstrasi berikut</p> <p>Polarisasi karena pemantulan Disini, Kami akan melakukan demonstrasi polarisasi karena pemantulan. Alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu LCD, kaca, dan polaroid. LCD digunakan sebagai sumber cahaya, kaca sebagai pemantul, sedangkan polaroid untuk mengidentifikasi adanya cahaya terpolarisasi. Pertama, kami akan menunjukkan bahwa cahaya LCD tak terpolarisasi. Adapun desain percobaan adalah sebagai berikut: Cahaya LCD kita arahkan ke layar. Diantara LCD dan layar kita tempatkan polaroid. Perhatikan ketika polaroid diputar, sinar yang melalui polaroid tidak menunjukkan intensitas cahaya yang minimal atau gelap pada layar. Hal ini menunjukkan bahwa</p>	

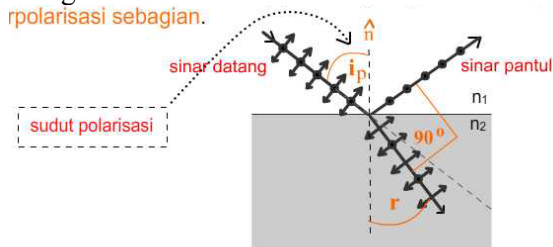
	<p>cahaya dari LCD tak-terpolarisasi.</p> <p>Bagaimana bila cahaya LCD dipantulkan terlebih dahulu pada kaca? demonstrasi selanjutnya adalah gejala polarisasi karena pemantulan. desain percobaan adalah sebagai berikut.</p> <p>Arahkan sinar LCD pada kaca di atas meja. Sinar LCD akan dipantulkan oleh kaca menuju layar. Sinar pantul tersebut dilewatkan melalui polaroid untuk menyelidiki apakah sinar pantul terpolarisasi atau tidak.</p> <p>Perhatikan, ketika polaroid diputar, pada saat tertentu didapatkan intensitas cahaya pada layar menjadi minimal atau gelap. Gejala ini menunjukkan bahwa cahaya yang dipantulkan oleh kaca terpolarisasi linier. Cahaya yang dilewatkan polaroid menjadi minimal jika arah getar medan listrik dari cahaya terpantul tegak lurus terhadap arah sumbu polarisasi dari polaroid.</p> <p>Sinar terpolarisasi tersebut disebabkan karena peristiwa pemantulan dan pembiasan oleh kaca. yang menjadi pertanyaan, berapa besar sudut datang agar dihasilkan cahaya pantul yang terpolarisasi sempurna?</p>
Keterangan/Petunjuk:	

Judul: PERAMBATAN GELOMBANG CAHAYA PADA PERISTIWA PEMANTULAN	Nama Frame: P 2	Hal : 001
<p>Tampilan:</p> <p>klik !! nilai sudut untuk melihat perambatan gelombang cahaya.</p>  <p>{ Seberkas sinar datang menuju bidang batas antara kedua medium. Berkas sinar datang membawa energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Energi gelombang ini sebagian diserap oleh elektron-elektron di dalam atom – atom medium. Penyerapan energi ini menyebabkan elektron – elektron tersebut bergetar. Getaran elektron terjadi dalam arah tegak lurus sinar bias. Getaran elektron ini meradiasikan gelombang vektor medan listrik (E). Gelombang ini merupakan berkas cahaya pantul. Untuk sudut datang sebarang (sudut 0°, 30°, 45°, 75° derajat), proyeksi getaran elektron memiliki komponen pada arah sejajar dan tegak lurus bidang gambar dan tegak lurus bidang gambar. Baik sinar pantul maupun sinar bias terpolarisasi sebagian.</p> <p>Jika sinar pantul tegak lurus sinar bias, getaran elektron tidak memiliki komponen getar dalam arah tegak lurus sinar bias. Maka dari itu, berkas cahaya pantul hanya memiliki komponen vektor E dalam sejajar bidang batas kedua medium. Proyeksi Getaran elektron sinar pantul tegak lurus terhadap sinar sinar bias. Maka dari itu, berkas cahaya pantul memiliki komponen vektor E dalam arah sejajar bidang gambar.}</p>	<p>Sound/Narasi: PERAMBATAN GELOMBANG CAHAYA PADA PERISTIWA PEMANTULAN.</p> <p>Simulasi berikut menggambarkan peristiwa pembiasan dan pemantulan yang terjadi pada sebuah sinar yang datang dari indeks bias kurang rapat (yaitu udara) menuju indeks bias yang lebih rapat (yaitu air).</p> <p>Pilihlah besarnya sudut datang sinar tersebut dengan meng-<i>klik</i> nilai tombol besarnya sudut untuk melihat penjalaran gelombang cahaya untuk sudut-sudut datang yang berbeda.</p> <p>simulasi ini menggambarkan seberkas sinar datang menuju bidang batas antara kedua medium. Berkas sinar datang membawa energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Energi gelombang ini sebagian diserap oleh elektron-elektron di dalam atom – atom medium. Penyerapan energi ini menyebabkan elektron – elektron tersebut bergetar. Getaran elektron terjadi dalam arah tegak lurus sinar bias. Getaran elektron ini meradiasikan gelombang vektor</p>	

	<p>medan listrik (E). Gelombang ini merupakan berkas cahaya pantul. Untuk sudut datang sebarang (yaitu 0°, 30°, 45°, 75° derajat), proyeksi getaran elektron memiliki komponen pada arah sejajar dan tegak lurus bidang gambar dan tegak lurus bidang gambar. Baik sinar pantul maupun sinar bias terpolarisasi sebagian.</p> <p>Jika sinar pantul tegak lurus sinar bias (yaitu saat sudut datang mendekati 60°), getaran elektron tidak memiliki komponen getar dalam arah tegak lurus sinar bias. Maka dari itu, berkas cahaya pantul hanya memiliki komponen vektor E dalam sejajar bidang batas kedua medium. Proyeksi Getaran elektron sinar pantul tegak lurus terhadap sinar sinar bias. Maka dari itu, berkas cahaya pantul memiliki komponen vektor E dalam arah sejajar bidang gambar.</p>		
<p>Keterangan/Petunjuk: paragraf yang berada di dalam tanda { } ditampilkan dalam bentuk <i>scroll</i>.</p>			
Judul:	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1139 1767 1321 1928">Nama Frame: P 4</td> <td data-bbox="1321 1767 1375 1928">Hal : 00 1</td> </tr> </table>	Nama Frame: P 4	Hal : 00 1
Nama Frame: P 4	Hal : 00 1		

Tampilan:

Jika seberkas cahaya datang pada bidang batas antara dua medium yang berbeda, maka sebagian cahaya akan dipantulkan dan sebagian lagi dibiaskan. Sinar pantul terpolarisasi linier pada arah sejajar dengan permukaan pemantul. Sedangkan sinar bias terpolarisasi sebagian.



Gambar 9. Penjalaran Gelombang pada Peristiwa Pemantulan

Hasil percobaan menunjukkan bahwa cahaya yang terpantul akan terpolarisasi sempurna jika sudut datang tertentu mengakibatkan sinar pantul dengan sinar bias saling tegak lurus (90°). Sudut datang seperti ini disebut sudut polarisasi.

Sound/Narasi:

Jika seberkas cahaya datang pada bidang batas antara dua medium yang berbeda, maka sebagian cahaya akan dipantulkan dan sebagian lagi dibiaskan. Sinar pantul terpolarisasi linier pada arah sejajar dengan permukaan pemantul. Sedangkan sinar bias terpolarisasi sebagian, seperti ditunjukkan pada gambar 9.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa cahaya yang terpantul akan terpolarisasi sempurna jika sudut datang tertentu mengakibatkan sinar pantul dengan sinar bias saling tegak lurus (90°). Sudut datang seperti ini disebut sudut polarisasi.

Keterangan/Petunjuk:

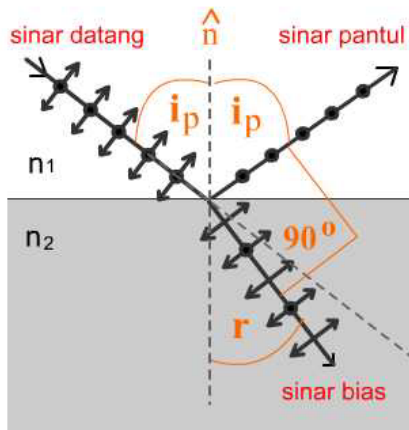
Judul: HUKUM BREWSTER

Nama Frame: P 5

Hal : 001

Tampilan:

Perhatikanlah Gambar 10 berikut!



Sesuai dengan hukum pemantulan, sudut pantul sama dengan sudut datang, yaitu i_p . Karena sinar pantul tegak lurus sinar bias, maka berlaku

Dengan menggunakan hukum pembiasan Snellius, maka didapatkan:

$$n_1 \sin i_p = n_2 \sin r$$

$$n_1 \sin i_p = n_2 \sin (90^\circ - i_p)$$

$$n_1 \sin i_p = n_2 \cos i_p$$

$$\tan i_p = \frac{n_2}{n_1}$$

Persamaan di atas disebut hukum Brewster. Sudut polarisasi disebut juga sudut Brewster.

Sound/Narasi:

HUKUM BREWSTER

Perhatikanlah Gambar 10 berikut!

Pada Gambar 10 tampak seberkas cahaya datang dari medium dengan indeks bias n_1 menuju medium dengan indeks bias n_2 . Berkas cahaya tersebut sebagian dibiaskan dan sebagian dipantulkan karena menemui bidang batas antara kedua medium. Sesuai dengan hukum pemantulan, sudut pantul sama dengan sudut datang, yaitu i_p . Karena sinar pantul tegak lurus sinar bias, maka berlaku $i_p + r = 90^\circ$ atau $r = 90^\circ - i_p$. Dengan menggunakan hukum pembiasan Snellius, maka didapatkan

$$n_1 \sin i_p = n_2 \sin r$$

$$n_1 \sin i_p = n_2 \sin (90^\circ - i_p)$$

=

$$n_2 \cos i_p.$$

$$\tan i_p = \frac{n_2}{n_1}$$

(5)

Persamaan di atas dikenal dengan sebutan hukum Brewster. Sudut polarisasi (i_p) disebut juga sudut Brewster.

Keterangan/Petunjuk:

Judul:

Nama Frame: P
6


Hal : 001

Tampilan:

Suatu jenis Kaca memiliki indeks bias 1,4. Berapa sudut polarisasi, jika berkas cahaya dipantulkan pada kaca tersebut untuk mendapatkan cahaya terpolarisasi linier?

Sound/Narasi:

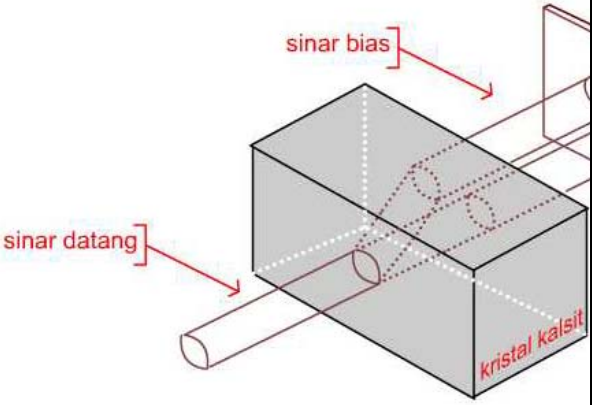
Suatu jenis Kaca memiliki indeks bias 1,4. Berapa sudut polarisasi, jika berkas cahaya dipantulkan pada kaca tersebut

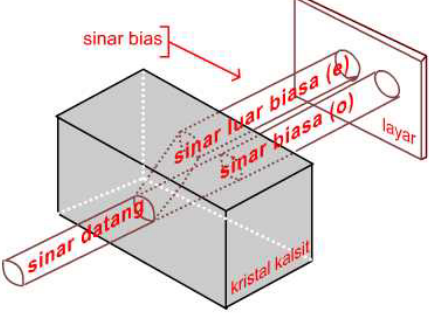
<p>(indeks bias udara = 1) Jawab: Dengan menggunakan rumus hukum Brewster, maka didapatkan sudut polarisasi sebesar: sebesar: $\theta = \arctan\left(\frac{n_{\text{kaca}}}{n_{\text{udara}}}\right)$ $\theta = \arctan\left(\frac{1,4}{1}\right)$ $\theta = 54,46^\circ$</p>	<p>untuk mendapatkan cahaya terpolarisasi linier? (indeks bias udara = 1) Dengan menggunakan rumus hukum Brewster, kita dapat menentukan besarnya sudut polarisasi, yaitu: sebesar: $\theta = \arctan\left(\frac{n_{\text{kaca}}}{n_{\text{udara}}}\right)$ $\theta = \arctan\left(\frac{1,4}{1}\right)$ $\theta = 54,46^\circ$</p>	
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: P 7	Hal : 001
<p>Tampilan: Prinsip penyerapan selektif oleh bahan polaroid dimanfaatkan untuk mengembangkan kacamata Sun-glasses. Kacamata Sun-glasses bermanfaat untuk mengurangi cahaya yang menyilaukan mata. Cahaya yang menyilaukan di alam sebagian besar merupakan cahaya yang memiliki getaran vektor medan listrik berarah horisontal. Alasannya, bahwa cahaya matahari yang menuju ke permukaan bumi kebanyakan dipantulkan oleh permukaan horisontal (misalnya permukaan laut, sungai, salju). Pemantulan cahaya matahari oleh permukaan datar seperti contoh tersebut menghasilkan cahaya pantul terpolarisasi yang memiliki getaran vektor medan listrik berarah horisontal. Maka dari itu, teknologi kacamata Sunglasses memiliki sumbu polarisasi yang berarah vertikal, sehingga mengurangi cahaya menyilaukan yang berasal dari permukaan horisontal pemantul.</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 11. kacamata SunGlasses</p>	<p>Sound/Narasi: Prinsip penyerapan selektif oleh bahan polaroid dimanfaatkan untuk mengembangkan kacamata Sun_glasses. Kacamata <i>sun_glasses</i> bermanfaat untuk mengurangi cahaya yang menyilaukan mata. Cahaya yang menyilaukan di alam sebagian besar merupakan cahaya yang memiliki getaran vektor medan listrik berarah horisontal. Alasannya, bahwa cahaya matahari yang menuju ke permukaan bumi kebanyakan dipantulkan oleh permukaan horisontal (misalnya permukaan laut, sungai, salju). Pemantulan cahaya matahari oleh permukaan datar seperti contoh tersebut menghasilkan cahaya pantul terpolarisasi yang memiliki getaran vektor medan listrik berarah horisontal. Maka dari itu, teknologi kacamata</p>	

	Sunglasses memiliki sumbu polarisasi yang berarah vertikal, sehingga mengurangi cahaya menyilaukan yang berasal dari permukaan horisontal pemantul.	
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: P 8	Hal : 001
<p>Tampilan:</p> <p>Prinsip penyerapan selektif juga dimanfaatkan dalam bidang fotografi, yaitu pada lensa kamera pemolarisasi. Lensa ini mampu mengurangi cahaya yang mengaburkan sehingga hasil fotografi menjadi lebih jelas. Anda dapat melihat video demonstrasi efek pemakaian lensa pemolarisasi pada kamera berikut.</p> 	<p>Sound/Narasi:</p> <p>Prinsip penyerapan selektif juga dimanfaatkan dalam bidang fotografi, yaitu pada lensa kamera pemolarisasi. Lensa ini mampu mengurangi cahaya yang mengaburkan sehingga hasil fotografi menjadi lebih jelas. Anda dapat melihat video demonstrasi efek pemakaian lensa pemolarisasi pada kamera berikut.</p>	
Keterangan/Petunjuk:		
Judul: KARAKTERISTIK DAN SIFAT OPTIS KRISTAL KALSIT	Nama Frame: Pg1	Hal : 001
<p>Tampilan:</p> <p>Cahaya yang dilewatkan melalui kaca memiliki kelajuan yang sama ke segala arah. Jika kita melihat suatu objek melalui kaca, maka kita akan melihat bayangan tunggal dari objek tersebut. Hal</p>	<p>Sound/Narasi:</p> <p>Cahaya yang dilewatkan melalui kaca memiliki kelajuan yang sama ke segala arah.. Jika kita melihat suatu objek melalui kaca, maka kita</p>	

<p>ini disebabkan karena kaca memiliki satu nilai indeks bias. Apakah yang akan terjadi bila jika kita melihat suatu objek melalui kristal kalsit? Apakah bayangannya juga tunggal? ganda? Atau menjadi tiga bayangan?</p>	<p>akan melihat bayangan tunggal dari objek tersebut. Hal ini disebabkan karena kaca memiliki satu nilai indeks bias. Apakah yang akan terjadi bila jika kita melihat suatu objek melalui kristal kalsit? Apakah bayangannya juga tunggal? ganda? Atau menjadi tiga bayangan?</p>	
<p>Keterangan/Petunjuk:</p>		
<p>Judul:</p>	<p>Nama Frame: Pg2</p>	<p>Hal : 001</p>
<p>Tampilan: Jika kita melihat suatu objek melalui kristal kalsit. maka bayangan objek tersebut akan terlihat rangkap. Peristiwa ini disebut pembiasan rangkap (ganda). Gejala pembiasan rangkap pada kristal kalsit dapat ditunjukkan dalam demonstrasi berikut.</p> 	<p>Sound/narasi: Jika kita melihat suatu objek melalui kristal kalsit. Maka bayangan objek tersebut akan terlihat rangkap. Peristiwa ini disebut pembiasan rangkap. Gejala pembiasan rangkap pada kristal kalsit dapat ditunjukkan dalam demonstrasi berikut. Pembiasan rangkap pada kristal kalsit Perhatikan kertas bertuliskan huruf i berikut. Berapa jumlah i yang tampak bila kita lihat melalui kristal kalsit? Satu i, dua i, atau tiga i? Mau tahu jawabannya? Baik, sekarang perhatikan demonstrasi berikut. Kita tempatkan keping kristal kalsit di atas huruf i. Kita melihat dua</p>	

	<p>bayangan i. Bila kita posisikan kristal seperti ini, kita akan melihat tiga i. Dua i yang terlihat di sebelah kiri merupakan bayangan benda, sedangkan i yang disebelah kiri merupakan i aslinya.</p> <p>Lebih lanjut lagi, kita tempatkan lagi kristal di atas huruf i, maka terlihat dua bayangan i yang saling terpisah. Bila kristal kita putar, maka kedua bayangan juga turut berputar.</p> <p>Gejala ini disebut pembiasan ganda. Pembiasan ganda terjadi karena kristal kalsit yang merupakan kristal anisotrop, memiliki dua nilai indeks bias.</p> <p>Bila seberkas cahaya dilewatkan melalui kristal kalsit, berkas tersebut akan mengalami pembiasan ganda sehingga akan terpisah menjadi dua berkas cahaya. Bila diteliti, arah getar medan listrik kedua berkas cahaya ini tegak lurus satu sama lain. Bagaimana bila kita melihat huruf i tadi dengan kaca biasa, apakah</p>
--	--

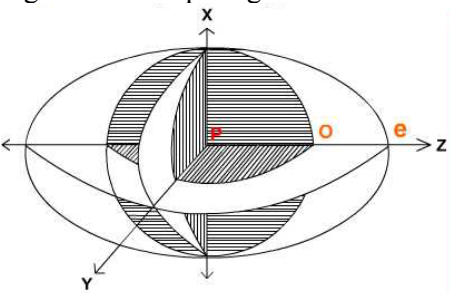
	<p>juga terlihat ganda? Tentu anda tahu, kita hanya akan melihat satu huruf i saja. Yang menjadi pertanyaan, bagaimana terjadinya gejala pembiasan rangkap pada kristal kalsit?</p>	
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: Pg3	Hal : 001
<p>Tampilan: Kelajuan cahaya di dalam kristal kalsit tidak sama untuk segala arah. Hal ini disebabkan karena kristal kalsit memiliki dua nilai indeks bias. Jika kita melihat suatu benda melalui kristal tersebut, benda akan terlihat rangkap, jadi mempunyai dua bayangan.</p>  <p>Gambar 12. polarisasi karena pembiasan R</p>	<p>Sound/Narasi: kelajuan cahaya di dalam kristal kalsit tidak sama untuk segala arah. Hal ini disebabkan karena kristal kalsit memiliki dua nilai indeks bias. Jika kita melihat suatu benda melalui kristal tersebut, benda akan terlihat rangkap, jadi mempunyai dua bayangan. Gambar 12 memperlihatkan sebuah berkas cahaya tak-terpolarisasi dilewatkan melalui kristal kalsit dalam arah tegak lurus terhadap permukaan kristal. Berdasarkan pengamatan, dijumpai dua berkas cahaya yang terpisah pada layar. Jika kedua berkas yang muncul dianalisa dengan sebuah polaroid, didapatkan bahwa kedua sinar tersebut terpolarisasi linier. arah getar vektor medan listrik kedua sinar juga saling tegak lurus.</p>	
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: Pg4	Hal : 001
Tampilan:	<p>Sound/Narasi: Jika dilakukan pengukuran besarnya sudut bias di dalam kalsit terhadap beberapa variasi sudut</p>	

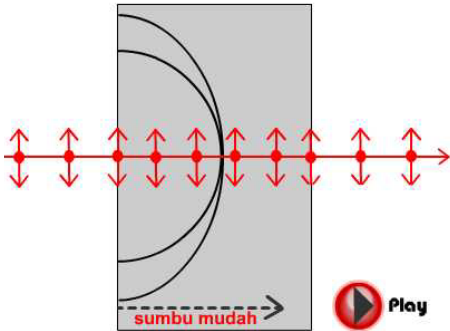


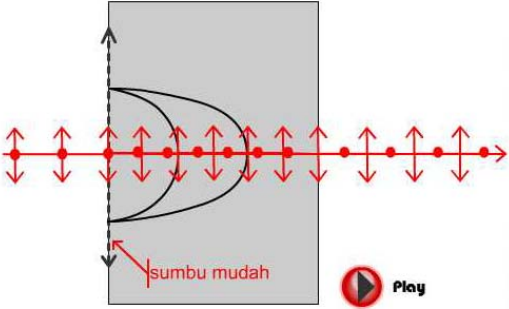
Kedua sinar yang dihasilkan dari pembiasan rangkap oleh kristal kalsit adalah terpolarisasi linier. arah getar vektor medan listrik kedua sinar saling tegak lurus.
 Sinar yang sesuai dengan hukum Snellius disebut sinar biasa (atau sinar o, o berasal dari kata Ordinary). Sinar kedua yang seolah tidak sesuai dengan hukum Snellius disebut Sinar luar biasa (atau sinar e, e berasal dari kata extra ordinary).
 Peristiwa pembiasan rangkap dapat terjadi karena sinar o maupun sinar e mempunyai laju cahaya yang berbeda di dalam kristal. Perbedaan laju cahaya sinar e dan sinar o dapat ditunjukkan dengan perbedaan bentuk muka gelombangnya.

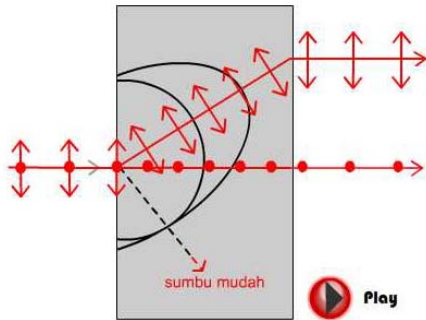
datang, maka salah satu sinar akan sesuai dengan hukum Snellius. Sinar ini disebut sinar biasa (atau sinar o, o berasal dari kata Ordinary). Sinar kedua yang seolah tidak sesuai dengan hukum Snellius disebut sinar luar biasa (atau sinar e, e berasal dari kata extra ordinary).
 Peristiwa pembiasan rangkap dapat terjadi karena sinar o maupun sinar e mempunyai laju cahaya yang berbeda di dalam kristal. perbedaan laju cahaya sinar e dan sinar o dapat ditunjukkan dengan perbedaan bentuk muka gelombangnya.

Keterangan/Petunjuk:

<p>Judul:</p>	<p>Nama Frame: Pg5</p>	<p>Hal : 001</p>
<p>Tampilan: Bentuk muka gelombang pada kristal kalsit digambarkan seperti gambar 13 berikut.</p>  <p>Gambar 13. Muka Gelombang o dan gelombang e di dalam kristal kalsit.</p> <p>Gelombang o merambat di dalam kristal dengan laju yang sama (v_0) ke semua arah, ditunjukkan dengan bentuk muka gelombang o yang berbentuk permukaan bola. gelombang e merambat di dalam kristal kalsit dengan laju yang berbeda bergantung</p>	<p>Sound/Narasi: Bentuk muka gelombang pada kristal kalsit digambarkan seperti gambar 13 berikut. Gambar 13 memperlihatkan dua bentuk muka gelombang yang menyebar keluar dari sebuah sumber titik khayal P yang berada di dalam kristal. Kedua muka gelombang tersebut menyatakan gelombang cahaya yang mempunyai dua keadaan polarisasi yang berbeda. Gelombang o merambat di dalam kristal dengan laju yang sama (v_0) ke semua arah. Hal ini ditunjukkan dengan muka gelombang o yang berbentuk permukaan bola. gelombang e merambat di dalam kristal kalsit dengan laju yang berbeda bergantung arah perambatannya. gelombang e merambat dengan laju yang lebih besar pada arah sumbu z dibandingkan pada arah sumbu x. hal ini ditunjukkan dengan muka</p>	

<p>arah perambatannya. gelombang e merambat dengan laju yang lebih besar pada arah sumbu z dibandingkan pada arah sumbu x. hal ini ditunjukkan dengan muka gelombang e yang yang berbentuk ellipsoida yang pipih pada arah sumbu z. muka gelombang o dan e berimpit pada arah sumbu x. sumbu ini disebut sumbu optis. Gelombang o dan gelombang e merambat dengan laju yang sama pada arah sumbu optis.</p>	<p>gelombang e yang berbentuk ellipsoida, yang pipih pada arah sumbu z. tampak pula pada gambar 13, muka gelombang o dan e berimpit pada arah sumbu x. sumbu ini disebut sumbu optis. gelombang o dan gelombang e merambat dengan laju yang sama pada arah sumbu optis.</p>	
<p>Keterangan/Petunjuk:</p>		
<p>Judul: BEBERAPA KEMUNGKINAN PEMOTONGAN PERMUKAAN KRISTAL KALSIT</p>	<p>Nama Frame: Pg6</p>	<p>Hal : 001</p>
<p>Tampilan: kristal kalsit dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal tegak lurus terhadap sumbu optis.</p>  <p>Gambar 14</p> <p>Gambar 14 memperlihatkan kristal kalsit yang dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal tegak lurus dengan sumbu optis. Jika berkas cahaya datang tegak lurus permukaan tersebut, maka sinar o dan sinar e mempunyai kelajuan yang sama. Akibatnya, sinar o dan sinar e tidak mengalami perbedaan fase sehingga keadaan polarisasi tidak berubah setelah cahaya keluar dari kristal.</p>	<p>Sound/Narasi: BEBERAPA KEMUNGKINAN PEMOTONGAN PERMUKAAN KRISTAL KALSIT</p> <ul style="list-style-type: none"> • kristal kalsit dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal tegak lurus terhadap sumbu optis. <p>Gambar 14 memperlihatkan kristal kalsit yang dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal tegak lurus dengan sumbu optis. Jika berkas cahaya datang tegak lurus permukaan tersebut, maka sinar o dan sinar e mempunyai kelajuan yang sama. Akibatnya, sinar o dan sinar e tidak mengalami perbedaan fase sehingga keadaan polarisasi tidak berubah setelah cahaya keluar dari kristal.</p>	
<p>Keterangan/Petunjuk:</p>		

Judul:	Nama Frame: Pg7	Hal : 001
<p>Tampilan: kristal kalsit dipotong sedemikian rupa sehingga permukaannya sejajar terhadap sumbu optis.</p>  <p>Gambar 15. Jika berkas cahaya tak terpolarisasi datang tegak lurus permukaan tersebut, maka gelombang o dan gelombang e saling terpisah satu sama lain karena adanya perbedaan kelajuan. Gelombang e mempunyai laju yang lebih besar dibandingkan dengan laju gelombang o. Hasilnya, berkas cahaya yang keluar dari kristal terpisah menjadi dua berkas gelombang yaitu gelombang e dan gelombang o yang keluar dari kristal mengalami perbedaan fase.</p>	<p>Sound/Narasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> kristal kalsit dipotong sedemikian rupa sehingga permukaannya sejajar terhadap sumbu optis. <p>Perhatikanlah Gambar 15 berikut ini! Gambar 15 memperlihatkan kristal kalsit yang dipotong sedemikian rupa sehingga permukaannya sejajar dengan sumbu optis. Jika berkas cahaya tak terpolarisasi datang tegak lurus permukaan tersebut, maka gelombang o dan gelombang e saling terpisah satu sama lain karena adanya perbedaan kelajuan. Gelombang e mempunyai laju yang lebih besar dibandingkan dengan laju gelombang o. Hasilnya, berkas cahaya yang keluar dari kristal terpisah menjadi dua berkas gelombang yaitu gelombang e dan gelombang o. Dengan demikian, gelombang e dan gelombang o yang keluar dari kristal mengalami perbedaan fase.</p>	
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: Pg8	Hal : 001
<p>Tampilan: kristal kalsit dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal membentuk sudut sebarang terhadap sumbu optis.</p>	<p>Sound/Narasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> kristal kalsit dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal membentuk sudut sebarang terhadap sumbu optis. <p>Perhatikanlah Gambar 16 berikut! Gambar 16 memperlihatkan cahaya tak-terpolarisasi yang datang dalam arah tegak lurus pada permukaan kristal kalsit. Kristal kalsit tersebut dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal tersebut membentuk sudut terhadap sumbu optis kristal. Berkas cahaya yang datang pada kristal kalsit akan dibiaskan rangkap (sinar o dan sinar e menjadi terpisah) di dalam kristal kalsit seperti pada gambar 12. Titik-titik singgung pada muka gelombang yang</p>	



Gambar 16.

Berkas cahaya yang datang pada kristal kalsit akan dibiaskan rangkap (sinar o dan sinar e menjadi terpisah) di dalam kristal kalsit. Titik-titik singgung pada muka gelombang yang berbentuk ellipsoida untuk gelombang sinar e tidak terletak pada garis sinar datang. keadaan ini menjadikan sinar e akan membelok meskipun sinar datang tegak lurus permukaan kristal. Jelas bahwa sinar e tidak mengikuti hukum Snellius. Maka dari itu, sinar e disebut sinar luar biasa (extra-ordinary).

berbentuk ellipsoida untuk gelombang sinar e tidak terletak pada garis sinar datang. keadaan ini menjadikan sinar e akan membelok meskipun sinar datang tegak lurus permukaan kristal. Jelas bahwa sinar e tidak mengikuti hukum Snellius. Maka dari itu, sinar e disebut sinar luar biasa (extra-ordinary).

Keterangan/Petunjuk:

Judul: PENGANTAR

Nama Frame: h1

Hal : 001

Tampilan:

Pada hari yang cerah, anda dapat melihat langit biru yang begitu indah.



Mengapa langit berwarna biru?

Warna langit yang biru disebabkan karena peristiwa penghamburan cahaya oleh partikel – partikel udara di atmosfer. Jika cahaya matahari datang pada molekul-molekul udara, maka elektron-elektron dalam molekul


Sound/Narasi:

Pada hari yang cerah, anda dapat melihat langit biru yang begitu indah. Mengapa langit berwarna biru?

pertanyaan tersebut dapat Anda jawab setelah mengetahui konsep Polarisasi Karena Hamburan.

Warna langit yang biru disebabkan karena peristiwa penghamburan cahaya oleh partikel –partikel udara di atmosfer. jika cahaya matahari datang pada molekul-molekul udara, maka elektron-elektron dalam molekul tersebut dapat menyerap dan memancarkan kembali sebagian cahaya. Penyerapan dan pemancaran

tersebut dapat menyerap dan memancarkan kembali sebagian cahaya. Penyerapan dan pemancaran kembali cahaya oleh molekul-molekul udara disebut Hamburan.	kembali cahaya oleh molekul-molekul udara disebut hamburan..	
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: h2	Hal : 001
<p>Tampilan: Gejala hamburan dapat ditunjukkan dalam demonstrasi berikut</p> 	<p>Sound/Narasi: Gejala hamburan dapat ditunjukkan dalam demonstrasi berikut Mengapa langit berwarna biru? Baik, mari menuju bak air. saya akan menunjukkan mengapa langit berwarna biru. demonstrasi ini akan menjadi sesuatu yang menarik. Bak ini berisi air yang dicampur dengan susu bubuk. Kita pakai lampu senter sebagai sumber cahaya. (Disini dianalogikan lampu senter sebagai matahari, sedangkan bubuk susu sebagai partikel-partikel udara). Bisa kita lihat di sebelah sini warna air berwarna biru, sedangkan disebelah sini berwarna kuning. Kita lihat warna biru dihamburkan paling banyak. Inilah alasan mengapa langit berwarna biru. jika kita telusuri lebih lanjut, ternyata cahaya yang terhambur merupakan cahaya terpolarisasi. Perhatikan, jika kita melihat cahaya terhambur pada arah tegak lurus terhadap sumber cahaya (atau lampu senter) dengan menggunakan polaroid pada posisi seperti ini, kita masih melihat cahaya yang dihamburkan pada bak air. Tetapi, apabila kita putar polaroid sehingga tegak lurus terhadap posisi semula, kita tidak melihat cahaya yang dihamburkan, yang berarti bahwa cahaya terhambur tidak diloloskan oleh polaroid. Hal ini menunjukkan bahwa cahaya terhambur merupakan cahaya terpolarisasi. Cahaya terhambur hanya memiliki satu arah</p>	

	<p>getar vektor medan listrik. Cahaya terhambur tersebut tidak diloloskan polaroid karena arah getar vektor medan listrik cahaya terhambur tegak lurus terhadap arah sumbu mudah polaroid.</p> <p>berdasarkan demonstrasi di atas, dapat disimpulkan bahwa :</p> <p>* cahaya terhambur terpolarisasi sempurna jika sudut antara sinar datang dan sinar terhambur membentuk sudut 90°</p>	
<p>Keterangan/Petunjuk: dilakukan <i>dubbing</i> terhadap video.</p>		
<p>Judul:</p>	<p>Nama Frame: h3</p>	<p>Hal : 001</p>
<p>Tampilan: peristiwa hamburan cahaya yang menunjukkan sinar terhambur yang terpolarisasi sempurna dapat digambarkan sebagai berikut.</p>  <p>Gambar 17. Penggambaran pola</p> <p>Cahaya matahari tersebut dihamburkan ke segala arah oleh molekul-molekul udara. Bila memandang peristiwa tersebut dengan sebuah polaroid, maka dapat ditunjukkan bahwa cahaya yang datang dari langit ini terpolarisasi dengan kuat. Dengan memutar polaroid ini pada sumbu yang terletak horisontal, maka suatu saat didapatkan suatu keadaan gelap yang menunjukkan bahwa cahaya datang dari langit ini terpolarisasi dengan kuat. Jika diukur sudut antara garis yang menghubungkan pengamat dengan matahari, dan garis yang menghubungkan pengamat dengan bagian langit yang tampak gelap, akan didapatkan bahwa sudut ini kira-</p>	<p>Sound/Narasi: peristiwa hamburan cahaya yang menunjukkan sinar terhambur yang terpolarisasi sempurna dapat digambarkan sebagai berikut.</p> <p>Gambar 17 menunjukkan Cahaya matahari yang datang molekul-molekul udara di atmosfer. Cahaya matahari tersebut dihamburkan ke segala arah oleh molekul-molekul udara. Jika diukur sudut antara garis yang menghubungkan pengamat dengan matahari, dan garis yang menghubungkan pengamat dengan bagian sinar terhambur yang tampak gelap, akan didapatkan bahwa sudut ini kira-kira sebesar 90°. Pada sudut ini, sinar terhambur terpolarisasi linier.</p>	

kira sebesar 90 derajat. Pada sudut ini, sinar terhambur terpolarisasi linier.		
Keterangan/Petunjuk:		
Judul:	Nama Frame: h4	Hal : 001
<p>Tampilan: terjadinya cahaya terpolarisasi pada peristiwa hamburan cahaya dapat dijelaskan sebagai berikut.</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 18</p> <p>{ Cahaya yang datang langsung dari matahari adalah cahaya tak-terpolarisasi. Di atmosfer, cahaya matahari yang datang pada molekul-molekul udara dihamburkan ke segala arah. Misalkan cahaya matahari datang pada arah z, dan pengamat ada dalam bidang y-z (seperti pada Gambar 18). Pengamat di titik P dalam bidang y-z melihat cahaya terpolarisasi sebagian. Komponen polarisasi pada arah x tidak mengalami perubahan, karena arah ini tegak lurus pada arah rambat (AP). Akan tetapi amplitudo komponen polarisasi dalam bidang y-z menjadi lebih kecil dari pada amplitudo polarisasi sinar datang dalam bidang x-z. Jika pengamat berada pada sumbu y, maka proyeksi getaran-getaran elektron karena pengaruh komponen polarisasi dalam bidang y-z pada sinar datang sama dengan nol. Dengan kata lain, cahaya terhambur pada sumbu y hanya memiliki polarisasi pada arah sumbu x. dengan kata lain, cahaya terhambur terpolarisasi linier jika sudut antara sinar</p>	<p>Sound/Narasi: Terjadinya cahaya terpolarisasi pada peristiwa hamburan cahaya dapat dijelaskan sebagai berikut: cahaya yang datang langsung dari matahari adalah cahaya tak-terpolarisasi. di atmosfer, cahaya matahari yang datang pada molekul-molekul udara dihamburkan ke segala arah, tetapi tidak dengan intensitas yang sama. Perhatikan gambar 18! Misalkan cahaya matahari datang pada arah z, dan pengamat ada dalam bidang x-y Pengamat di titik P dalam bidang x-y melihat cahaya terpolarisasi sebagian. Komponen polarisasi pada arah x tidak mengalami perubahan, karena arah ini tegak lurus pada arah rambat (AP). Akan tetapi amplitudo komponen polarisasi dalam bidang y-z menjadi lebih kecil dari pada amplitudo polarisasi sinar datang dalam bidang x-z. Jika pengamat berada pada sumbu y, maka proyeksi getaran-getaran elektron karena pengaruh komponen polarisasi dalam bidang y-z pada sinar datang sama dengan nol. Dengan kata lain, cahaya terhambur pada sumbu y hanya memiliki polarisasi pada arah sumbu x. dengan kata lain, cahaya terhambur terpolarisasi linier jika sudut antara sinar datang (sumbu z) dan sinar terhambur (sumbu y) saling tegak lurus (membentuk sudut 90^0).</p>	

datang (sumbu z) dan sinar terhambur (sumbu y) saling tegak lurus (membentuk sudut 90^0). }	
Keterangan/Petunjuk: paragraf di dalam tanda { } ditampilkan dalam bentuk <i>scrol</i> .	

Lampiran 7

**SOAL PRETES (TES PEMAHAMAN KONSEP)
MATERI POLARISASI CAHAYA**

A. Pengantar Polarisasi

1. Gelombang cahaya adalah gelombang transversal (B)
2. Dalam gelombang elektromagnetik, arah getaran vektor medan listrik dan vektor medan magnet sejajar dengan arah rambatan (S)

Jawaban Benar:

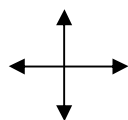
Dalam gelombang elektromagnetik, arah getaran vektor medan listrik dan vektor medan magnet tegak lurus terhadap arah perambatannya

3. Dalam gelombang elektromagnetik, arah getar vektor medan listrik tegak lurus terhadap arah getar vektor medan magnet. (B)
4. Cahaya yang berasal dari sumber cahaya alam biasanya merupakan cahaya terpolarisasi bidang (S)

Jawaban benar:

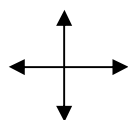
Cahaya yang berasal dari sumber cahaya alam merupakan cahaya tak-terpolarisasi

5. Cahaya tak-terpolarisasi adalah cahaya dengan bidang getar vektor-vektor listriknya serampangan (B)
6. Cahaya terpolarisasi dapat dihasilkan dengan melewatkan cahaya tak-terpolarisasi melewati pelat polarisator (B)

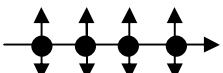



7. Menggambarkan cahaya terpolarisasi bidang, yang menuju pengamat (S)


Jawaban benar:

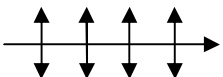


Menggambarkan cahaya tak-terpolarisasi, yang menuju pengamat

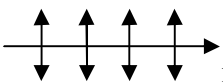
8.  menggambarkan cahaya tak-terpolarisasi (B)
9.  menggambarkan cahaya terpolarisasi dengan getaran vektor medan listrik berarah vertikal (sejajar bidang gambar). (S)

Jawaban benar:

-  menggambarkan cahaya terpolarisasi dengan getaran vektor medan listrik berarah horisontal (tegak lurus bidang gambar).

10.  menggambarkan cahaya terpolarisasi dengan getaran vektor medan listrik berarah horisontal (tegak lurus bidang gambar). (S)

Jawaban Benar:

-  menggambarkan cahaya terpolarisasi dengan getaran vektor medan listrik berarah vertikal (sejajar bidang gambar).

B. Polarisasi Karena Penyerapan selektif

1. Cahaya terpolarisasi dapat dihasilkan dengan cara melewatkan berkas cahaya tak-terpolarisasi melalui suatu bahan polaroid (B)
2. Bahan Polaroid dapat dimanfaatkan untuk pembuatan kacamata Sun-Glasses(B)
3. Perumusan polarisasi pada bahan polaroid ditemukan oleh *Louis Malus*(B)
4. Polaroid mempunyai sifat *dikroik*, yang berarti cahaya yang datang padanya dapat mengalami pembiasan rangkap (S)

Jawaban benar:

Polaroid mempunyai sifat *dikroik*, yang berarti Suatu polaroid ideal akan meneruskan semua komponen vektor medan listrik yang sejajar terhadap sumbu *mudah* dan menyerap semua komponen vektor medan listrik yang tegak lurus terhadap sumbu *mudah*

5. Bahan polaroid ideal akan menyerap semua komponen vektor medan listrik yang tegak lurus terhadap sumbu *mudah* (B)

6. Berkas cahaya tak-terpolarisasi yang datang pada sebuah polaroid ideal akan diteruskan sebesar separuh dari intensitas cahaya mula-mula. (B)
7. Seluruh berkas cahaya tak terpolarisasi akan diteruskan apabila dilewatkan pada dua buah polaroid ideal dimana sumbu mudah keduanya saling sejajar.(S)

Jawaban Benar:

Setengah dari intensitas berkas cahaya tak terpolarisasi akan diteruskan apabila dilewatkan pada dua buah polaroid ideal dimana sumbu mudah keduanya saling sejajar

8. Dua buah polaroid ideal dimana sumbu mudah keduanya saling tegak lurus tidak mampu meneruskan cahaya. (B)
9. Intensitas cahaya sebanding dengan amplitudo vektor medan listrik (S)

Jawaban benar:

Intensitas cahaya sebanding dengan kuadrat dari amplitudo vektor medan listrik

$$I \approx E^2$$

10. Pada sistem polarisator-analisator, intensitas cahaya yang diteruskan oleh analisator sebanding dengan cosinus sudut antara sumbu mudah polarisator dan analisator(S)

Jawaban benar:

Pada sistem polarisator-analisator, intensitas cahaya yang diteruskan oleh analisator sebanding dengan kuadrat dari cosinus sudut antara sumbu mudah polarisator dan analisator

C. Polarisasi karena Pemantulan dan Pembiasan

1. Berkas cahaya yang menemui bidang batas antara dua medium yang berbeda, sebagian berkas cahaya tersebut akan dibiaskan dan sebagian lagi dipantulkan.(B)
2. Cahaya pantul yang terjadi pada sudut *Brewster* memiliki arah getar vektor medan listrik tegak lurus terhadap bidang batas kedua medium.(s)

Jawaban benar:

Cahaya pantul yang terjadi pada sudut *Brewster* memiliki arah getar vektor medan listrik sejajar terhadap bidang batas kedua medium

3. Sudut *Brewster* terjadi apabila sinar pantul dan sinar bias saling tegak lurus. (B)
4. Sinar pantul terpolarisasi sempurna pada saat terjadi sudut *Brewster* (B)
5. Sinar bias terpolarisasi sempurna pada saat terjadi sudut *Brewster* (S)

Jawaban benar:

Sinar bias terpolarisasi sebagian pada saat terjadi sudut *Brewster*

D. Polarisasi karena Pembiasan Rangkap

1. Kristal kalsit mempunyai dua nilai indeks bias. (B)
2. Jika kita melihat suatu benda melalui kristal kalsit, benda akan terlihat rangkap (B)
3. kedua sinar yang keluar dari kristal kalsit terpolarisasi bidang dengan bidang-bidang getarannya saling sejajar satu sama lain (S)

jawaban benar:

kedua sinar yang keluar dari kristal kalsit terpolarisasi bidang dengan bidang-bidang getarannya saling tegak lurus satu sama lain

4. Sinar yang sesuai dengan hukum Snellius disebut sinar biasa (sinar e) (s)

Jawaban benar:

Sinar yang sesuai dengan hukum Snellius disebut sinar biasa (sinar o)

5. Pada kristal kalsit, muka gelombang o dan muka gelombang e berimpit pada arah sumbu sumbu optis (B)

E. Polarisasi karena Hamburan

1. Pada hari yang cerah, anda dapat melihat langit biru yang begitu indah. Peristiwa tersebut disebabkan karena peristiwa pembiasan cahaya oleh partikel udara (S)

Jawaban benar:

Birunya langit pada siang hari disebabkan karena peristiwa penghamburan

cahaya matahari oleh partikel udara di atmosfer.

2. Berkas cahaya matahari datang pada molekul udara (atmosfer) akan dihamburkan ke segala arah (B)
3. Berkas cahaya matahari datang pada molekul udara (atmosfer) akan dihamburkan dengan intensitas yang sama ke segala arah (S)

Jawaban benar:

Berkas cahaya matahari datang pada molekul udara (atmosfer) akan dihamburkan ke segala arah dengan intensitas yang berbeda

4. Cahaya yang dihamburkan oleh molekul-molekul udara pada langit biru dan pada arah tegak lurus datangnya sinar mempunyai polarisasi linier.(B)
5. Birunya langit pada siang hari disebabkan karena warna bukan-biru dihamburkan paling kuat sehingga tersisa warna biru yang tampak oleh kita.(S)

Jawaban benar:

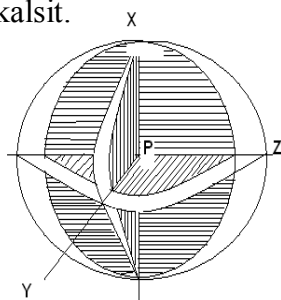
Birunya langit pada siang hari disebabkan karena warna biru dihamburkan paling kuat sehingga tampak warna biru oleh kita

Lampiran 8

SOAL UJI KOMPETENSI “POLARISASI CAHAYA”

1. Eksperimen yang mampu menunjukkan bahwa cahaya merupakan gelombang transversal adalah
 - a) Refleksi
 - b) Refraksi
 - c) Interferensi
 - d) Difraksi
 - e) **Polarisasi**
2. Terjadinya cahaya terpolarisasi disebabkan oleh peristiwa berikut, *kecuali*
 - a) Berkas cahaya dilewatkan melalui bahan polaroid
 - b) Pembiasan rangkap
 - c) **Pembiasan cahaya oleh partikel-partikel udara di atmosfer**
 - d) berkas cahaya dilewatkan melalui kristal kalsit
 - e) peristiwa pemantulan dan pembiasan pada kaca
3. Seberkas cahaya tak-terpolarisasi dilewatkan melalui sebuah keping polarisator ideal. intensitas berkas cahaya yang diloloskan oleh keping polarisator adalah ...dari intensitas mula-mula
 - a) 0
 - b) $1/8$
 - c) $1/4$
 - d) **$1/2$**
 - e) $3/4$
4. Pada peristiwa polarisasi karena pemantulan dan pembiasan, berapakah besar sudut yang terbentuk antara sinar pantul dengan sinar bias?
 - a) **90^0**
 - b) 75^0
 - c) 60^0
 - d) 45^0
 - e) 30^0

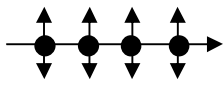
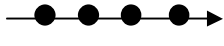
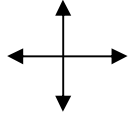
5. Gambar di bawah ini adalah Bentuk muka gelombang cahaya pada kristal kalsit.



Pada arah sumbu yang mana, gelombang o dan gelombang e memiliki kecepatan yang sama?

- a) X
 - b) Y
 - c) Z
 - d) X dan y
 - e) Y san Z
6. Pemandangan langit yang berwarna biru pada hari yang cerah disebabkan karena....
- a) Sebagian besar partikel penyusun atmosfer bumi berwarna biru
 - b) Cahaya biru paling kuat dihamburkan
 - c) Pantulan warna biru air laut
 - d) Cahaya bukan-biru dibiaskan paling kuat sehingga tersisa warna biru
 - e) Cahaya biru paling sedikit dihamburkan
7. Pernyataan berikut ini benar mengenai gelombang cahaya, *kecuali* ...
- a) Vektor E pada gelombang cahaya terpolarisasi linier, hanya memiliki satu arah getar
 - b) Pada cahaya alami, getaran vektor E-nya ke segala arah secara acak
 - c) Salah satu contoh gelombang elektromagnetik adalah gelombang cahaya
 - d) Getaran vektor E dan B pada gelombang cahaya saling sejajar satu sama lain
 - e) vektor E maupun vektor B, keduanya tegak lurus terhadap arah perambatannya.

8. Perhatikan pernyataan di bawah ini.

- 1)  menggambarkan berkas cahaya tak-terpolarisasi
- 2)  menggambarkan berkas cahaya terpolarisasi linier pada bidang horisontal
- 3)  menggambarkan berkas cahaya terpolarisasi linier (tampak depan)

Pernyataan di atas yang benar adalah...

- a) 2 saja
- b) 1 dan 2**
- c) 1 dan 3
- d) 2 dan 3
- e) 1, 2, dan 3
9. Perhatikan pernyataan tentang polarisasi oleh penyerapan selektif di bawah ini.

- 1) Bahan polaroid ideal akan menyerap semua komponen vektor medan listrik yang tegak lurus terhadap sumbu *mudah*
- 2) Seluruh berkas cahaya tak-terpolarisasi akan diteruskan apabila dilewatkan pada sistem polarisator - analisator ideal dimana sumbu *mudah* keduanya saling sejajar.
- 3) Berkas cahaya tak-terpolarisasi yang datang pada sebuah polaroid ideal akan diteruskan sebesar separuh dari intensitas cahaya mula-mula.

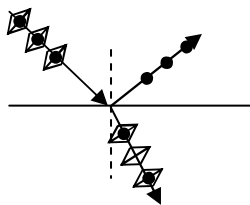
Pernyataan di atas yang benar adalah....

- a) 1
- b) 1 dan 2
- c) 1 dan 3**
- d) 2 dan 3
- e) 1, 2 dan 3

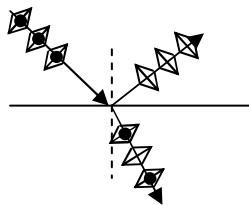
10. Sebuah sistem yang terdiri dari dua buah polarisator yang sumbu mudah keduanya saling tegak lurus akan meneruskan intensitas cahaya sebesar.....dari intensitas mula-mula.

- a) 0
- b) $1/8$
- c) $1/4$
- d) $1/2$
- e) $3/4$

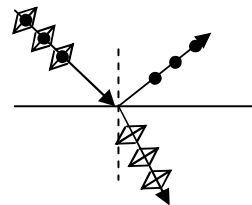
11. Perhatikan gambar berikut ini.



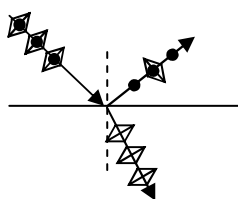
Gambar 1



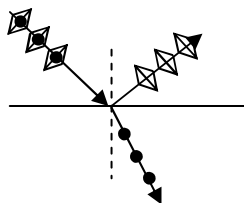
gambar 2



gambar 3



Gambar 4



gambar 5

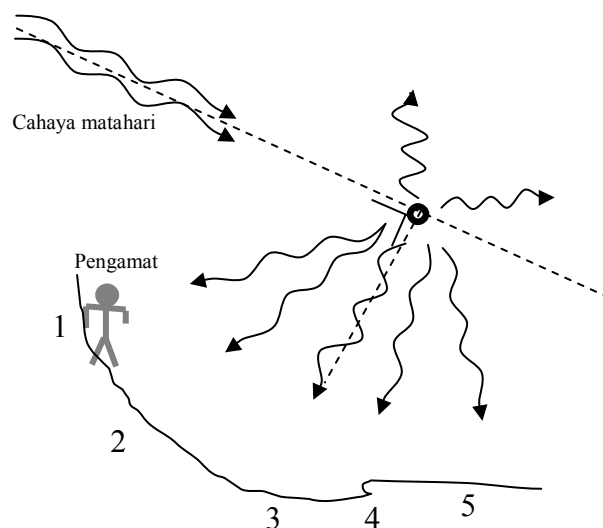
Manakah dari gambar di atas yang benar yang menunjukkan polarisasi karena pemantulan dan pembiasan?

- a) **Gambar 1**
- b) Gambar 2
- c) Gambar 3
- d) Gambar 4
- e) Gambar 5

12. Pernyataan tentang polarisasi karena pemantulan dan pembiasan di bawah ini benar, *kecuali*....
- a) Sinar bias terpolarisasi sempurna jika sudut datang sama dengan sudut *Brewster*
 - b) Berkas cahaya yang menemui bidang batas antara dua medium yang berbeda, sebagian dibiaskan dan sebagian lagi dipantulkan
 - c) Sudut *Brewster* terjadi apabila sinar pantul dan sinar bias saling tegak lurus
 - d) Sinar pantul terpolarisasi sempurna jika sudut datang sama dengan sudut *Brewster*
 - e) Cahaya pantul yang terjadi pada sudut *Brewster* memiliki arah getar vektor medan listrik sejajar dengan bidang batas
13. Pernyataan tentang kristal kalsit berikut ini benar *kecuali*..
- a) kristal kalsit memiliki dua nilai indeks bias
 - b) sinar datang dengan sudut sembarang pada kristal kalsit akan dibiaskan rangkap
 - c) Muka gelombang e digambarkan berupa sebuah ellipsoida
 - d) Gelombang o dan e merambat dengan kecepatan yang sama pada arah sumbu optis
 - e) Gelombang o merambat lebih cepat dari pada gelombang e pada arah tegak lurus sumbu optis
14. Pernyataan yang benar mengenai polarisasi cahaya oleh peristiwa hamburan berikut ini adalah...
- a) Cahaya terhambur yang sejajar terhadap arah datangnya berkas cahaya tak-terpolarisasi merupakan cahaya terpolarisasi linier
 - b) Langit berwarna biru disebabkan karena cahaya biru pada spektrum cahaya matahari dihamburkan paling sedikit sehingga paling dominan warnanya
 - c) Cahaya matahari yang datang pada mata secara langsung (tidak dihamburkan oleh partikel udara) terpolarisasi sebagian.

- d) Adanya cahaya terhambur disebabkan karena sebagian cahaya yang diserap oleh elektron –elektron partikel udara di atmosfer dipancarkan kembali.
- e) Partikel udara di atmosfer menghamburkan cahaya matahari ke segala arah dengan intensitas yang sama
15. Cahaya tak terpolarisasi dengan intensitas I_0 datang pada sebuah sistem polarisator-analisator. Antara Sumbu mudah keduanya membentuk sudut 60° . Berapakah intensitas cahaya yang diteruskan oleh sistem tersebut?
- a) $\frac{1}{2}\sqrt{3}I_0$
- b) $\frac{3}{8}I_0$
- c) $\frac{1}{2}I_0$
- d) $\frac{1}{4}I_0$
- e) $\frac{1}{8}I_0$.
16. Berapakah sudut yang terbentuk antara sumbu mudah polarisator dan sumbu mudah analisator jika intensitas cahaya terpolarisasi yang diloloskan oleh sistem tersebut adalah sebesar $\frac{3}{8}$ dari intensitas cahaya tak-terpolarisasi mula-mula?
- a) 30°
- b) 45°
- c) 60°
- d) 75°
- e) 90°
17. Berapakah sudut *Brewster* untuk permukaan udara-gelas ($n_{\text{udara}}=1$, $n_{\text{gelas}}=1.56$)?
- a) $33,67^\circ$
- b) $50,13^\circ$
- c) $57,34^\circ$
- d) $67,34^\circ$
- e) $70,69^\circ$

18. Seberkas cahaya datang pada kristal kalsit yang dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal sejajar terhadap sumbu optis. Bagaimanakah bentuk sinar bias yang keluar dari kristal tersebut?
- tidak ada perbedaan fase antara sinar o dan sinar e
 - ada perbedaan fase antara gelombang e dan gelombang o
 - sinar o dan sinar e menjadi terpisah
 - gelombang o mendahului gelombang e
 - arah getar vektor E antara gelombang o dan e saling sejajar
19. Seberkas cahaya datang pada kristal kalsit yang dipotong sedemikian rupa sehingga permukaan kristal tegak lurus terhadap sumbu optis. Bagaimanakah bentuk sinar bias yang keluar dari kristal tersebut?
- tidak ada perbedaan fase antara sinar o dan sinar e
 - ada perbedaan fase antara gelombang e dan gelombang o
 - sinar o dan sinar e menjadi terpisah
 - gelombang o mendahului gelombang e
 - arah getar vektor E antara gelombang o dan e saling sejajar
20. Perhatikan gambar pada bidang vertikal berikut.



Gambar di atas menunjukkan seorang pengamat yang sedang menikmati indahnnya langit biru. Pada posisi nomor berapa yang musti dihindari sang pengamat agar terhindar dari cahaya terhambur yang terpolarisasi sempurna?

- a) 5
- b) 4
- c) 3
- d) 2
- e) 1

21. berikut ini adalah data frekuensi gelombang cahaya untuk berbagai warna:

warna	merah	kuning	biru
Panjang gelombang (λ)	6563 Å	5892 Å	4861 Å

Berdasarkan hasil penelitian, hamburan yang terjadi pada gelombang cahaya berbanding terbalik dengan pangkat empat dari panjang gelombangnya.

$$\text{hamburan} \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

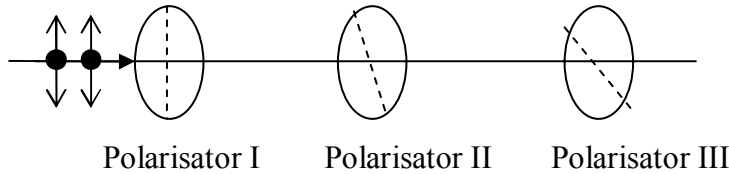
Pernyataan berikut ini yang benar adalah...

- a) cahaya merah dihamburkan paling kuat
- b) cahaya biru dihamburkan paling lemah
- c) cahaya kuning tidak dihamburkan
- d) semakin besar panjang gelombang maka semakin kuat dihamburkan
- e) semakin besar frekuensi gelombang maka semakin kuat dihamburkan

22. Berkas cahaya terpolarisasi linier dengan intensitas I_0 dilewatkan pada sebuah keping polaroid. Arah getar vektor E-nya membentuk sudut 45° terhadap sumbu mudah keping polaroid. Berapakah intensitas cahaya yang diloloskan dari peristiwa tersebut?

- a) $\frac{1}{2} I_0$
- b) $\frac{3}{8} I_0$
- c) $\frac{3}{4} I_0$
- d) $\frac{1}{8} I_0$
- e) $\frac{1}{4} I_0$

23. Berkas cahaya tak-terpolarisasi dilewatkan pada sebuah sistem yang terdiri atas susunan tiga keping polarisator seperti gambar berikut.



Sumbu mudah polarisator II dan polarisator III masing-masing membentuk sudut 30° dan 60° terhadap polarisator I.

Berapakah intensitas cahaya yang diloloskan oleh sistem tersebut?

- a) $1/4I_0$
 - b) $9/4 I_0$
 - c) $3I_0$
 - d) $4I_0$
 - e) $8I_0$
24. Seorang siswa ingin menentukan nilai indeks bias suatu larutan berdasarkan konsep polarisasi karena pemantulan dan pembiasan. Jika sinar pantul terpolarisasi linier pada saat sudut biasnya 30° , berapakah indeks bias larutan tersebut?
- a) 1,33
 - b) 1,43
 - c) 1,59
 - d) 1,67
 - e) 1,73
25. Sudut polarisasi suatu zat ketika dicelupkan dalam air adalah 60° . Berapakah indeks bias zat tersebut? (indek bias air = $4/3$)
- a) 1,33
 - b) 1,75
 - c) 1,9
 - d) 2,3
 - e) 4,314

Lampiran 9

Angket Penilaian Software Multimedia Pembelajaran Interaktif Fisika
Topik “Polarisasi Cahaya”

Sasaran *software*: Siswa kelas XII, Semester Gasal Program IPA

Nama :

NIM :

Petunjuk :

1. Isilah nama Saudara pada kolom yang disediakan
2. Angket ini merupakan tindak lanjut dari pengembangan software multimedia pembelajaran interaktif “polarisasi cahaya”
3. Berikan pendapat Saudara dengan sejujurnya dan sebenarnya
4. Berikan tanda (√) pada kolom yang telah disediakan sesuai dengan pertanyaan yang diberikan

Keterangan :

SS : Sangat Setuju

TS : Tidak Setuju

S : Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

KS : Kurang Setuju

No	Indikator	SS	S	KS	TS	STS
1	Program dapat digunakan untuk pembelajaran individu.					
2	Program dapat digunakan untuk pembelajaran klasikal.					
3	Materi pembelajaran di dalam program sesuai dengan kemampuan siswa					
4	Materi pembelajaran relevan dengan materi yang harus dipelajari siswa.					
5	Isi materi mempunyai konsep yang benar.					
6	Aplikasi konsep polarisasi cahaya dapat diterapkan siswa ke dalam kehidupan sehari-hari					
7	Alur sajian materi sudah tepat.					
8	siswa dapat memilih materi sesuai keinginan					
9	Balikan bersifat positif (memberikan penghargaan/ pujian pada siswa)					
10	Balikan mendorong siswa berusaha memperoleh jawaban yang benar.					
11	Balikan muncul sesuai dengan respon siswa.					

12	Pemakaian warna mampu memusatkan perhatian siswa.					
13	Pewarnaan tidak mengacaukan tampilan layar.					
14	Program menggunakan jenis huruf yang tepat.					
15	Ukuran (size) huruf nyaman untuk dibaca.					
16	Gambar mendukung materi menjadi lebih mudah dipahami					
17	Gambar terlihat jelas.					
18	Gambar mudah dipahami.					
19	Video membantu siswa melihat kejadian yang sebenarnya.					
20	Penambahan animasi mendukung pemahaman konsep.					
21	Penambahan suara mendukung pemahaman konsep.					
22	Suara terdengar jelas					
23	Perintah-perintah dalam program bersifat sederhana.					
24	Perintah-perintah dalam program mudah dioperasikan.					
25	Menu dan tombol dapat digunakan secara efektif.					
26	Penggunaan program ini dapat membangkitkan minat belajar pada siswa.					
27	Program dapat dimulai dengan mudah					

Pertanyaan Pendukung

1. Menurut Anda apa saja kekurangan yang terdapat dalam program ini ?

.....

.....

.....

2. Bagaimana pendapat dan saran Anda untuk memperbaiki program ini?

.....

.....

.....

Terima Kasih Atas Partisipasi Saudara

Lampiran 10

Analisis Hasil Uji Kelayakan dengan Angket

	NO	RESPONDEN																														ΣX	£	KATEGORI			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
INDIKATOR	1	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	3	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	130	4.33	Sangat baik
	2	5	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	3	4	121	4.03	Baik
	3	5	3	4	4	4	5	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3	3	3	112	3.73	baik	
	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	3	3	4	4	3	3	4	3	119	3.97	baik		
	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	126	4.20	baik	
	6	4	5	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	5	4	5	4	4	5	4	5	3	3	121	4.03	baik	
	7	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	114	3.80	baik	
	8	4	5	4	4	4	4	3	5	5	4	4	5	4	3	4	3	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	124	4.13	baik	
	9	5	3	4	4	4	5	5	5	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	5	4	3	4	4	4	4	4	4	3	2	115	3.83	baik		
	10	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	2	2	120	4.00	baik	
	11	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	2	2	107	3.57	baik	
	12	4	4	4	4	4	3	5	2	3	3	4	2	4	4	4	4	3	3	2	4	3	4	3	3	3	3	3	5	4	4	4	3	105	3.50	baik	
	13	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	2	3	3	4	4	4	4	4	3	2	4	3	4	4	4	4	4	3	4	5	112	3.73	baik		
	14	4	4	3	5	4	4	4	4	3	3	4	4	5	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	117	3.90	baik	
	15	4	2	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	113	3.77	baik	
	16	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	5	5	128	4.27	Sangat baik	
	17	5	3	4	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	119	3.97	baik	
	18	5	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	5	3	4	4	4	3	4	4	118	3.93	baik		
	19	4	3	4	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	128	4.27	Sangat baik		
	20	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4	128	4.27	Sangat baik		
	21	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	123	4.10	baik	
	22	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	2	2	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	2	102	3.40	sedang	
	23	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	4	3	5	5	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	123	4.10	baik	
	24	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	3	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	122	4.07	baik		
	25	5	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	3	4	119	3.97	baik		
	26	5	5	4	3	4	5	5	3	4	4	4	4	3	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	2	3	125	4.17	baik		
	27	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	5	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	5	131	4.37	Sangat baik		

Lampiran 11

Daftar Responden Uji Kelayakan Program

No	Nama	No	Nama
1	Affita	16	Infarul Khotoya
2	Ahmad Khusaeri	17	Joko Paminto
3	Ana Latifatul Hamidah	18	Lenny F
4	Arum Tri Astuti	19	M Muntoha
5	Didik Eka Prasetyo	20	M Nur Sodiq
6	Endang Setyowati	21	Muji Rahayu
7	Endri Irmawan	22	Mustafa Kemal Pasha
8	Fathonah	23	Nur Kumala Sari
9	Firmanul Catur W.	24	Nur Ubaidin
10	Hasbi Iskandar	25	Rifatul Mutiah
11	Henry Setyabudi	26	Siti Choiriyah
12	Iin Setyasari	27	Supraptiwi
13	Ika Rahmawati Utami	28	Wahyu Marida A.
14	Ika Sulistyowati	29	Wahyudin
15	Indah Ayuning Tyas	30	Wijiyadi Purnomo

Lampiran 12

Tim Kerja Produksi Program

MPI Fisika Polarisasi Cahaya

Developer

Muslimin

Narator

1. Muh. Khoiru Wihadi
2. Aris Riska Setiawan

Programmer

Septiko Aji, S. Pd.

Pembimbing Pengembangan Program

1. Nama : Dra. Siti Khanariyah, M.Si.
Jabatan : Lektor Kepala
M.K. Pokok : Gelombang Optik
2. Nama : Isa Akhlis, S.Si, M.Si
Jabatan : Assisten Ahli
M.K. Pokok : Pemrograman Komputer