



**PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM
DIFRAKSI CAHAYA BERBASIS ANALISIS *TRACKER***

Skripsi

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Fisika**

Oleh

Diah Ayu Istiqomah

NIM 4201416010

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

PENGESAHAN


Skripsi atas nama Diah Ayu Istiqomah NIM 4201416010. Program Studi Pendidikan Fisika S1. Judul Pengembangan Modul Praktikum Difraksi Cahaya Berbasis Analisis *Tracker* telah dipertahankan didepan sidang panitia ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, pada :

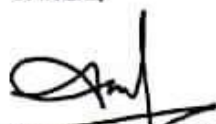
Hari : Rabu


Tanggal: 16 September 2020

Panitia

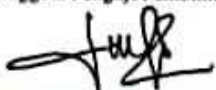

Ketua
UNNES
Dr. Suptanto, M.Si.
NIP. 1961072191993031001


Penguji I
Prof. Dr. Sarwi, M.Si.
NIP. 196208091987031001

Sekretaris,

Dr. Suharto Limuwih, M.Si.
NIP. 196807141966031005

Penguji II

Prof. Dr. Susilo, M. S.
NIP. 195208011976031006

Anggota Penguji Pembimbing


Drs. Ngurah Made D P, M.Si.,Ph.D.
NIP. 196702171992031002

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul "Pengembangan Modul Praktikum Difraksi Cahaya Berbasis Analisis *Tracker*" telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan kesidang panitia ujian skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Hari : Rabu

Tanggal : 16 September 2020

Semarang, 15 September 2020

Pembimbing



Drs. Ngurah Made D.P., M.Si., Ph.D.
NIP.196702171992031002

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Diah Ayu Istiqomah

NIM : 4201416010

Program Studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Apabila kemudian hari terbukti skripsi ini hasil jiplakan atau karya orang lain, maka saya siap diberi sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Semarang, 15 September 2020



Diah Ayu Istiqomah
NIM. 4201416010

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

Maka sesungguhnya Bersama Kesulitan itu Ada Kemudahan (QS. Al-Insyirah:5)

Change will not come if we wait for some other person or some other time. We are the change that we seek. (Barack Obama)

Persembahan

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua yaitu bapak Slamet dan ibu Roningsih, juga keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan yang terbaik.
2. Guru dan dosen yang telah menuntun meraih kesuksesan.
3. Sahabat dalam senang dan susah.
4. Teman seperjuangan.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan Modul Praktikum Difraksi Cahaya Berbasis Analisis *Tracker*”. Banyak pihak terlibat yang selalu memberikan dukungan, motivasi, inspirasi, petunjuk serta bimbingan selama proses penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. .Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Sugianto, M.Si., Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Suharto Linuwih, M.Si., Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
4. Drs. Ngurah Made Darma Putra, M.Si., Ph.D., Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam menyusun skripsi.
5. Wasi Sakti Wiwit Prayitno, S.Pd., Teknisi Laboratorium Jurusan Fisika yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penelitian.
6. Bapak dan Ibu Dosen beserta Staf Jurusan Fisika yang telah membantu kelancaran administrasi dalam menyusun skripsi.
7. Mahasiswa yang telah melaksanakan mata kuliah Gelombang Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian.
8. Semua pihak yang turut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca, dan pihak-pihak yang membutuhkan. Terimakasih.

Semarang, 16 September 2020

Penulis

ABSTRAK

Istiqomah, Diah Ayu.(2020).”*Pengembangan Modul Praktikum Difraksi Cahaya Berbasis Analisis Tracker*”. Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.Pembimbing Drs.Ngurah Made Darma Putra, M.Si.,Ph.D

Kata Kunci : Modul praktikum, Difraksi Cahaya, *Tracker*

Hasil PISA kategori Sains tahun 2018 yang dicapai siswa Indonesia dalam kategori rendah yakni berada pada urutan 70 dari 78 negara peserta. Salah satu mata pelajaran yang didalamnya terdapat proses sains yaitu mata pelajaran Fisika pada materi difraksi cahaya. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan modul praktikum difraksi cahaya dengan bantuan analisis *Tracker*, kelayakan dan tanggapan dari responden. Model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah model prosedural deskriptif, menurut Borg and Gall (1989). Dalam penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Fisika pada semester genap 2019/2020. Teknik pengumpulan data berupa observasi jurnal, angket kelayakan dan tanggapan mahasiswa fisika yang telah menempuh mata kuliah gelombang. Instrumen penelitian berupa modul praktikum, lembar angket, dan dokumentasi. Teknik analisis data berupa analisis kelayakan modul hasil validasi ahli, dan analisis tanggapan mahasiswa terhadap modul dari uji coba terhadap 10 mahasiswa fisika. Hasil penelitian diperoleh modul praktikum difraksi cahaya berbasis analisis *Tracker* terdiri atas uraian teori, langkah kerja, analisis, soal evaluasi, dan juga dilengkapi dengan panduan penggunaan *tracker* guna menganalisis peristiwa difraksi cahaya. Dalam modul terdapat dua jenis percobaan yaitu mencari panjang gelombang menggunakan *tracker* dengan sumber cahaya monokromatik pada kisi 100 garis/mm $594,3 \pm 27,3 \text{ nm}$ dengan kesalahan relatif 4,59%. Pada kisi 300 garis/mm panjang gelombang sebesar $615,2 \pm 13,8 \text{ nm}$ dengan kesalahan relatif 2,24%. Pada kisi 600 garis/mm panjang gelombang yang didapat sebesar $626,6 \pm 9,6 \text{ nm}$ dengan kesalahan relatif 1,52% dan pada sumber cahaya polikromatik kesalahan relatif dari 0,17 % sampai 7,14% pada semua kisi yang digunakan. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa modul yang digunakan dengan analisis berbasis *tracker* memenuhi kriteria sangat layak dengan skor 88% menurut hasil validasi ahli begitu juga hasil tanggapan mahasiswa yaitu dalam kriteria sangat baik dengan skor 88%. Modul praktikum difraksi cahaya berbasis analisis *tracker* dinyatakan sangat layak dari hasil validasi ahli, dan kriteria sangat baik dari hasil tanggapan mahasiswa fisika.

ABSTRACT

Istiqomah, Diah Ayu. (2020). "*Development of a Light Diffraction Practicum Module Based on Tracker Analysis*". Thesis Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Semarang. Advisor Drs.Ngurah Made Darma Putra, M.Si., Ph.D.

Keywords: *practicum module; Light Diffraction;Tracker*

PISA results in the Science category in 2018 achieved by Indonesian students in the low category is in the order of 70 out of 78 participating countries. One of the subjects in which there is a scientific process, namely Physics subjects in light diffraction material. The purpose of this study was to develop a light diffraction practicum module with the help of analysis *Tracker*, feasibility and responses from respondents. The development model used in this study is a descriptive procedural model, according to Borg and Gall (1989). In this research, it was carried out in the Physics Department in the even semester of 2019/2020. Data collection techniques are in the form of journal observations, feasibility questionnaires and responses from physics students who have taken the wave course. The research instruments were practicum modules, questionnaire sheets, and documentation. The data analysis technique was in the form of a feasibility analysis of the expert validation result module, and an analysis of student responses to the module from the trial of 10 physics students. The results of the study obtained that the light diffraction practicum module based on the analysis *Tracker* consists of a description of the theory, work steps, analysis, evaluation questions, and is also equipped with a guide to using a *tracker* to analyze light diffraction events. In the module there are two types of experiments, namely searching for wavelengths using a *tracker* with a source. Monochromatic light on a $594,3 \pm 27,3$ nm 100 line / mm grid with a relative error of 4,59%. On a 300 line / mm grid, the wavelength is $615,2 \pm 13,8$ nm with a relative error of 2,24%. On a 600 line / mm lattice the wavelength obtained is $626,6 \pm 9,6$ nm with a relative error of 1,52% and on a polychromatic light source the relative error is from 0,17% to 7,14% on all the grating used. The results also show that the module used with-based analysis *tracker* fulfills the very feasible criteria with a score of 88% according to the results of expert validation as well as the results of student responses that are in very good criteria with a score of 88%. The light diffraction practicum module based on analysis was declared very feasible from the results of expert validation, and the criteria were very good from the results of the responses of physics students.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA	vi
SARI	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
1.6.1 Manfaat Teoritis	5

	Halaman
1.6.2 Manfaat Praktis	5
1.7 Penegasan Istilah	5
1.7.1 Modul.....	5
1.7.2 Difraksi Cahaya	6
1.7.3 <i>Tracker</i>	6
1.8 Sistematika Penulisan Skripsi	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Media Pembelajaran	8
2.2 Interpretasi Grafik	9
2.3 Modul	10
2.3.1 Pengertian Modul.....	10
2.3.2 Karakteristik Modul.....	10
2.3.3 Prosedur Penulisan Modul	13
2.3.4 Kelayakan Modul.....	14
2.4 <i>Software Tracker</i>	16
2.5 Interferensi dan Difraksi Cahaya.....	17
2.5.1 Interferensi Celah Ganda	17
2.5.2 Interferensi Maksimum pada Percobaan Young.....	17
2.5.3 Interferensi Minimum pada Percobaan Young	19
2.5.4 Difraksi Cahaya	19
2.5.5 Difraksi pada Celah Tunggal.....	20
2.5.6 Difraksi Kisi.....	21

	Halaman
2.6 Spektometer	23
2.7 Kerangka Berpikir.....	25
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Metode Penelitian.....	27
3.2 Prosedur Penelitian dan Pengembangan	27
3.2.1 Penelitian dan Pengumpulan Informasi Awal	27
3.2.2 Perencanaan	27
3.2.3 Pengembangan Produk	28
3.2.4 Uji Coba.....	28
3.2.5 Revisi Produk.....	28
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.4 Teknik Pengumpulan Data	28
3.4.1 Observasi	29
3.4.2 Angket atau Kuisioner	29
3.5 Instrumen Penelitian.....	29
3.5.1 Modul Praktikum	29
3.5.2 Lembar Kuisioner	29
3.5.3 Alat Rekam atau Dokumentasi	30
3.6 Teknik Analisis Data.....	30
3.6.1 Analisis Kelayakan Modul.....	30
3.6.2 Analisis Tanggapan Responden.....	31
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	32

	Halaman
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil Penelitian	33
4.1.1 Penelitian dan Pengumpulan Informasi Awal	33
4.1.2 Perencanaan	35
4.1.3 Pengembangan Produl Awal.....	44
4.1.4 Uji Coba Awal	49
4.1.5 Revisi Produk.....	52
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian	54
4.2.1 Hasil Praktikum Difraksi Cahaya	54
4.2.2 Uji Validitas Modul Praktikum.....	58
4.2.3 Tanggapan Responden Mahasiswa Terhadap Modul	62
4.3 Keterbatasan Peneliti	62
BAB V PENUTUP	63
5.1 Simpulan.....	63
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Kategori Skor pada Skala Likert.....	30
3.2 Skala Interval Kelayakan Modul	30
3.3 Skala Interval Respon Modul	31
4.1 Rekap Hasil Perhitungan panjang Gelombang Kisi 100 garis/mm	37
4.2 Rekap hasil Perhitungan panjang gelombang Kisi 300 garis/mm	37
4.3 Rekap Hasil Perhitungan Panjang Gelombang kisi 600 garis/mm.....	38
4.4 Rekap Hasil Perhitungan panjang Gelombang Secara Manual Kisi 100garis/mm	39
4.5 Rekap Hasil Perhitungan panjang Gelombang Secara Manual Kisi 300 garis/mm	39
4.6 Rekap Hasil Perhitungan Panjang Gelombang Manual Kisi 600 garis/mm.	40
4.7 Rekap Hasil Perhitungan Panjang Gelombang Kisi 100garis/mm pada orde sebelah kanan dan sebelah kiri	42
4.8 Hasil Rekap Perhitungan Error terhadap Panjang Gelombang Referensi kisi 100 garis/mm pada jarak 50 cm.....	42
4.9 Rekap Hasil Perhitungan Panjang Gelombang Kisi 300garis/mm pada orde sebelah kanan dan sebelah kiri	42
4.10 Hasil Rekap Perhitungan Error terhadap Panjang Gelombang Referensi kisi 100 garis/mm pada jarak 50 cm.....	42
4.11 Rekap Hasil Perhitungan Panjang Gelombang Kisi 300garis/mm pada orde sebelah kanan dan sebelah kiri	43

Tabel	Halaman
4.12 Hasil Rekap Perhitungan Error terhadap Panjang Gelombang Referensi kisi 100 garis/mm pada jarak 50 cm.....	43
4.13 Hasil Uji Kelayakan Modul.....	50
4.14 Hasil Angket Responden Terhadap Modul	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tampilan Tracker.....	15
2.2 Skema Percobaan Interferensi Celah Ganda Young.....	17
2.3 Superposisi Dua Gelombang yang menghasilkan InterferensiMaksimum (Konstruktif)	17
2.4 Superposisi Dua Gelombang yang menghasilkan Interferensi Minimum (Destruktif)	19
2.5 Analisis pola terang/gelap pada difraksi celah tunggal.....	20
2.6 Sinar yang masuk melalui celah kisi akan didifraksikan dengan sudut sebesar θ	21
2.7 Spektrum yang dihasilkan kisi	23
2.8 Spektrometer	23
2.9 Kerangka Berpikir.....	25
3.1 Diagram Alir Penelitian	32
4.1 Praktikum pada sumber Cahaya monokromatik	35
4.2 Praktikum pada sumber Cahaya Polikromatik (Lampu Krypton)	41
4.3 Sampul dan Daftar Isi Materi Difraksi Cahaya.....	45
4.4 KD dan Isi Materi Difraksi Cahaya	45
4.5 Isi Materi Modul	46
4.6 Isi Materi Modul	46
4.7 Isi materi Difraksi Cahaya	46
4.8 Isi Materi Difraksi Cahaya dan Petunjuk Praktikum	47

Gambar	Halaman
4.9 Petunjuk Praktikum	47
4.10 Analisis Data Pengamatan (1)	48
4.11 Analisi Data Pengamatan (2)	48
4.12 Panduan Penggunaan <i>Tracker</i>	49
4.13 Sampul Modul Praktikum yang Telah direvisi	52
4.14 Sampul Panduan <i>Tracker</i> yang telah direvisi	52
4.15 Hasil Perbaikan untuk menghilangkan kotak dialog yang tidak digunakan ..	52
4.16 Hasil Perbaikan Penambahan Kalimat pada Tujuan Praktikum	53
4.17 Hasil Penambahan Kalimat dan Tempat pada Bagian Akhir.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kisi-Kisi Soal Evaluasi Modul	71
2. Kunci Jawaban	72
3. Hasil Praktikum	75
4. Kisi-Kisi Uji Kelayakan.....	88
5. Lembar Uji Kelayakan	89
6. Rubrik Lembar Uji Kelayakan	92
7. Daftar Validasi Ahli	104
8. Lembar Hasil Validasi Ahli	106
9. Tabulasi Data Uji Kelayakan ahli	113
10. Kisi-Kisi Angket	116
11. Angket Respon Terhadap Modul	117
12. Daftar Nama Responden	119
13. Lembar Hasil Tanggapan Mahasiswa	120
14. Tabulasi Data Hasil Respon Responden	124
15. Dokumentasi	128
16. Modul Praktikum	130
17. Panduan Penggunaan Tracker	149

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PISA (*Programme for International Student Assessment*) merupakan penilaian tingkat dunia yang diselenggarakan setiap tiga tahun sekali untuk menguji performa akademisi yang berusia 15 tahun,yang dilakukan oleh OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*).Pada hasil PISA tahun 2018 diperoleh Indonesia pada kategori Sains mendapat peringkat 70 dari 78 negara dengan skor 396, hal ini mengalami penurunan dari hasil PISA tahun 2015 yang dimana Indonesia memperoleh peringkat 64 dengan skor 403 dalam kategori yang sama (OECD,2019). Hasil ini dapat dijadikan tolak ukur awal bagi negara Indonesia mengenai perkembangan kualitas pendidikan dari negara lainnya. Dalam setiap pendidikan seharusnya mampu memberikan pembelajaran yang dapat memotivasi, membantu mengembangkan keterampilan,dan kreatifitas siswa,terutama dalam pembelajaran yang terdapat proses sains.

Hakikat sains sebagai proses menuntut pembelajaran sains bukan hanya berupa ilmu namun sebuah proses konstruktivisme yang memfasilitasi peserta didik untuk melatih keterampilan, dan menumbuhkan sikap positif (Zamista, 2015). Salah satu mata pelajaran yang didalamnya terdapat proses sains yaitu mata pelajaran Fisika.Pada pembelajaran fisika materi difraksi cahaya merupakan gejala pembelokan (penyebaran) gelombang ketika menjalar melalui celah sempit atau tepi tajam suatu benda (Ramlan, 2001:130). Hal ini yang membuat pentingnya menampilkan fenomena logis dan nyata dalam materi difraksi cahaya.

Biasanya dalam praktikum difraksi cahaya diperlukan ruangan khusus agar tidak ada cahaya dari luar yang masuk sehingga fenomena difraksi cahaya berupa spektrum cahaya dapat terlihat jelas dan dapat dianalisis secara akurat.

Melalui kegiatan praktikum, peserta didik akan memperoleh pengalaman secara langsung, sehingga dapat meningkatkan penguasaan konsep, kemampuan memecahkan masalah dan keterampilan ilmiah (Hofstein *et al.*, 2007). Dalam kegiatan praktikum diperlukan media pembelajaran yang sesuai agar tujuan dari pembelajaran itu sendiri dapat tercapai. Maharani, Wati, & Hartini (2017:352) mengungkapkan bahwa alat peraga merupakan media yang diperlukan dalam memahami berbagai konsep abstrak. Alat peraga dapat memvisualisasikan materi-materi fisika yang sulit dilihat secara langsung. Oktafiani, Subali, & Edie (2017:190) menyebutkan bahwa alat peraga dapat meningkatkan hasil belajar melalui peningkatan kemampuan siswa dalam memahami suatu konsep.

Hal ini tidak didukung dengan keadaan lapangan yang menunjukkan bahwa praktikum relatif jarang dilakukan (Widodo & Ramdhaningsih, 2006:148). Kegiatan praktikum fisika yang seringkali terkendala oleh beberapa hal seperti keterbatasan waktu, ketersediaan bahan, keamanan, dan materi yang abstrak dapat dikembangkan suatu laboratorium virtual yang merupakan simulasi komputer sebagai pengganti praktikum fisika secara konvensional (Sofi'ah, Sugianto, & Sugiyanto, 2017). Selain itu komputer dapat pula dimanfaatkan sebagai multimedia pembelajaran berbentuk game komputer edukasi (*educational computer game*) yang dapat diterapkan sebagai suplemen pembelajaran (Purnomo, Sugiyanto, & Akhlis, 2011) dan *virtual experiment* (Yulianti, Khanafiyah, &

Sugiyanto, 2012). Analisis video menggunakan program Tracker dalam proses pendidikan merupakan metode kreatif baru dalam pembelajaran fisika dan menjadikan pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam lebih menarik bagi siswa (Hockicko, Krišt'ák, & Němec, 2015). Analisis video menggunakan program Tracker memuat data ruang sekaligus data waktu dan merupakan jembatan penghubung antara pengamatan langsung gejala fisika dan penyajian abstraknya. Berdasarkan keuntungan tersebut, penggunaan analisis video dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang fisika, termasuk mekanika, elektromagnetika, optika, spektroskopi, bahkan termodinamika (Brown & Cox, 2009).

Penelitian tentang penerapan video *tracker* untuk menentukan koefisien viskositas pun telah dilakukan oleh Marliani *et al.* (2015). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa diperoleh nilai koefisien viskositas fluida (η) yang relatif konstan yaitu sebesar $0,390\text{Ns/m}^2$. Berdasarkan penelitian oleh Rodrigues *et al.* (2015) tentang penerapan *Software Tracker* untuk menganalisis dalam menentukan panjang gelombang spektrum cahaya yang dihasilkan dari spektrometer sederhana didapat kesimpulan bahwa besar panjang gelombang yang dihasilkan dari sumber cahaya berupa lampu merkuri, lampu helium dan lampu neon kompak reratanya hanya berbeda dari 0,0% sampai 1,4% dengan panjang gelombang referensi untuk setiap spektrum warna cahaya yang dihasilkan oleh masing-masing lampu. Berdasarkan uraian diatas penulis melakukan penelitian dengan judul "Pengembangan Modul Praktikum Materi Difraksi Cahaya Berbasis Analisis *Tracker*".

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan dalam penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Perlunya alternatif praktikum untuk materi difraksi cahaya
2. Perlunya pemanfaatan *software tracker* dalam praktikum difraksi cahaya

1.3 Batasan Masalah

Masalah dalam penelitian ini difokuskan pada

1. Pemanfaatan *software tracker* dalam praktikum difraksi cahaya.
2. Kelayakan dari modul praktikum difraksi cahaya berbasis analisis *tracker* yang dikembangkan.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik metode pengumpulan data modul praktikum difraksi cahaya yang dianalisis berbasis *Tracker*.
2. Bagaimana kelayakan dari modul praktikum difraksi cahaya yang dianalisis berbasis *Tracker*.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari peneliti terhadap masalah yang sedang dikaji adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan modul praktikum difraksi cahaya yang dianalisis berbasis *Tracker*.

2. Uji kelayakan modul praktikum difraksi cahaya yang dianalisis berbasis *Tracker*.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam mengembangkan ilmu pengetahuan alam salah satunya pengembangan modul praktikum dalam pembelajaran fisika. Sehingga dapat mencetak siswa yang berkualitas dan mampu mengembangkan ilmu pengetahuan alam.

2. Manfaat Praktis

1. Bagi Guru

Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam penggunaan modul praktikum materi difraksi cahaya dengan analisis berbasis *Tracker*.

2. Bagi Siswa

- a. Mempermudah siswa untuk memahami materi difraksi cahaya.
- b. Melatih siswa untuk memvisualisasikan mata pelajaran fisika dalam materi difraksi cahaya.

3. Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan referensi dalam mengembangkan media pembelajaran dalam praktikum difraksi cahaya.

a. Penegasan Istilah

1.7.1 Modul

Modul menurut Depdiknas (2008:3) modul merupakan bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta pembelajaran.

1.7.2 Difraksi Cahaya

Difraksi cahaya merupakan gejala pembelokan (penyebaran) gelombang ketika menjalar melalui celah sempit atau tepi tajam suatu benda (Ramlan, 2001:130)

1.7.3 Tracker

Tracker adalah *software* analisis video dan pemodelan gratis yang dibangun *Open Source Physics* (OSP) dengan kerangka kerja menggunakan Java (Brown, 2009)

b. Sistematika Penulisan Skripsi

Penulisan skripsi ini secara garis besar dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian pendahuluan, bagian isi dan bagian akhir . Bagian awal skripsi terdiri dari halaman judul, persetujuan pembimbing, pengesahan kelulusan, pernyataan,motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran. Sedangkan pada bagian isi skripsi terdiri dari hal-hal berikut ini.

1.8.1 Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang: latar belakang masalah, identifikasi masalah , batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penegasan istilah, dan sistematika penulisan skripsi.

1.8.2 Bab II Landasan Teori

Landasan teori berisi tentang: teori-teori yang mendasari penelitian (media pembelajaran, modul, *software Tracker*, materi interferensi dan difraksi cahaya) dan kerangka berpikir.

1.8.3 Bab III Metode Penelitian

Berisi jenis penelitian, subjek dan objek penelitian, responden penelitian, lokasi penelitian, model pengembangan, desain penelitian, jenis data, metode pengumpulan data, instrumen penelitian, dan analisis data penelitian.

1.8.4 Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang hasil-hasil penelitian dan pembahasannya.

1.8.5 Bab V Simpulan dan Saran

Bab ini berisi simpulan dan saran dari penelitian. Pada bagian akhir skripsi terdapat daftar pustaka dan lampiran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Media Pembelajaran

Sadiman (2012:13) mendefinisikan media pembelajaran sebagai salah satu sumber belajar yang dapat menyalurkan pesan sehingga dapat membantu proses belajar mengajar. Apriyanto (2012:26) mengatakan bahwa media pembelajaran merupakan alat atau wahana yang digunakan dalam proses pembelajaran yang lebih baik dari segi kualitas dan kuantitas.

Nurseto (2011:22) menyimpulkan bahwa manfaat media pembelajaran yaitu sebagai berikut:

1. Menyamakan persepsi siswa.
2. Mengkonkritkan berbagai konsep yang abstrak.
3. Menghadirkan berbagai objek yang sukar dibawa ke dalam lingkungan belajar.
4. Menampilkan objek dengan berbagai ukuran.
5. Memperlihatkan gerakan dengan berbagai kecepatan

Mukminan (2008) menyimpulkan bahwa dalam mengembangkan media pembelajaran perlu diperhatikan prinsip *VISUALS*, yang merupakan singkatan dari kata-kata:

1. *Visible*, yang berarti media tersebut mudah dilihat;
2. *Interesting*, yang berarti media tersebut menarik perhatian;
3. *Simple*, yang berarti media tersebut sederhana;
4. *Useful*, yang berarti media tersebut bermanfaat;

5. *Accurate*, yang berarti media tersebut benar dan dapat dipertanggungjawabkan;
6. *Legitimate*, yang berarti media tersebut masuk akal;
7. *Structured*, yang berarti media tersebut tersusun dengan baik.

2.2 Interpretasi Grafik

Representasi adalah sesuatu yang dapat disimbolkan atau simbol pada suatu objek ataupun proses (Rosengrant *et al.* 2007:150). Fisika representasi dapat berupa kata, gambar, diagram, grafik, simulasi komputer, persamaan matematika dan sebagainya. Fisika dalam pembelajarannya dapat menyajikan suatu pemahaman dan konsep. Sajian konsep hanya dinyatakan dalam representasi verbal, maka peserta didik yang lebih menojol kemampuan spasialnya akan mengalami kesulitan dalam memahami konsep yang disajikan (Suhandi, 2012: 2). Indikator-indikator kemampuan representasi menurut Amelia dalam Rafflesiana (2019: 32) dalam representasi visual berupa diagram, tabel, ataupun grafik dengan bentuk-bentuk operasionalnya seperti:

1. Menyajikan kembali data atau informasi dari suatu representasi diagram, grafik, atau tabel;
2. Menggunakan representasi visual untuk memecahkan masalah

Representasi dalam pembelajaran fisika dapat digunakan untuk meminimalisasi kesulitan siswa dalam belajar fisika (Widyaningtyas *et al.* (2015: 3). Didukung dengan pernyataan Setyono *et al.* (2016: 32) salah satu alasan pentingnya pemahaman representasi grafik yaitu grafik mampu memberikan informasi kuantitatif yang mudah dipahami. Kemampuan siswa dalam memahami

grafik menjadi sangat penting, yaitu saat melakukan percobaan atau praktikum. Menurut Raflesiana *et al.* (2019:2) kaitan pembelajaran fisika interpretasi, meliputi:

1. Kemampuan menafsirkan pernyataan verbal;
2. Kemampuan menafsirkan gambar, diagram, grafik dan persamaan matematika;
3. Kemampuan menafsirkan berbagai tipe data;
4. Kemampuan membuat kualifikasi yang pantas dalam menafsirkan data;
5. Kemampuan membedakan sekitar atau kesimpulan kontradiktif dari susunan data

2.3 Modul

2.3.1 Pengertian Modul

Menurut Depdiknas (2008: 3) modul merupakan bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta pembelajaran. Penjelasan senada juga diungkapkan oleh Prastowo (2012: 106) bahwa modul adalah sebuah bahan ajar yang disusun secara sistematis dengan bahasa yang mudah dipahami oleh siswa sesuai tingkat pengetahuan dan usia mereka, agar mereka dapat belajar secara mandiri dengan bantuan atau bimbingan yang minimal dari pendidik. Berdasarkan beberapa pendapat, dapat disimpulkan bahwa pengertian dari modul adalah suatu bahan ajar yang dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta pembelajaran yang disusun secara sistematis, operasional dan jelas agar tercapai tujuan dari pembelajaran tersebut.

2.3.2 Karakteristik Modul

Karakteristik modul menurut Depdiknas (2008:3-5) sebagai berikut :

1. *Self Instructional* (Instruksional Mandiri), yaitu melalui modul tersebut seseorang atau peserta belajar mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain. Untuk memenuhi karakter *self instructional*, maka dalam modul harus: (a) berisi tujuan yang dirumuskan dengan jelas; (b) berisi materi pembelajaran yang dikemas ke dalam unit-unit kecil/ spesifik sehingga memudahkan belajar secara tuntas; (c) menyediakan contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran; (d) menampilkan soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang memungkinkan pengguna memberikan respon dan mengukur tingkat penguasaannya; (e) kontekstual yaitu materi-materi yang disajikan terkait dengan suasana atau konteks tugas dan lingkungan penggunaannya; (f) menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif; (g) terdapat rangkuman materi pembelajaran; (h) terdapat instrumen penilaian/*assessment*, yang memungkinkan penggunaan diklat melakukan *self assessment*; (i) terdapat instrumen yang dapat digunakan penggunaannya mengukur atau mengevaluasi tingkat penguasaan materi; (j) terdapat umpan balik atas penilaian, sehingga penggunaannya mengetahui tingkat penguasaan materi; dan (k) tersedia informasi tentang rujukan/pengayaan/referensi yang mendukung materi pembelajaran dimaksud.
2. *Self Contained* (Materi Lengkap), yaitu seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi atau subkompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara utuh. Tujuan dari konsep ini adalah memberikan kesempatan pembelajar mempelajari materi pembelajaran yang tuntas, karena materi

dikemas ke dalam satu kesatuan yang utuh. Jika harus dilakukan pembagian atau pemisahan materi dari satu unit kompetensi harus dilakukan dengan hati-hati dan memperhatikan keluasan kompetensi yang harus dikuasai.

3. *Stand Alone* (Berdiri Sendiri), yaitu modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media pembelajaran lain. Dengan menggunakan modul, pebelajar tidak tergantung dan harus menggunakan media yang lain untuk mempelajari dan atau mengerjakan tugas pada modul tersebut. Jika masih menggunakan dan bergantung pada media lain selain modul yang digunakan, maka media tersebut tidak dikategorikan sebagai media yang berdiri sendiri.
4. *Adaptive* (Adaptif), modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. Dikatakan adaptif jika modul dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta fleksibel digunakan. Dengan memperhatikan percepatan perkembangan ilmu dan teknologi pengembangan modul multimedia hendaknya tetap “*up to date*”. Modul yang adaptif adalah jika isi materi pembelajaran dapat digunakan sampai dengan kurun waktu tertentu.
5. *User Friendly* (Ramah Pengguna), modul hendaknya bersahabat dengan pemakainya. Setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon, mengakses sesuai dengan keinginan. Penggunaan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti serta menggunakan istilah yang umum digunakan merupakan salah satu bentuk *user friendly*.

2.3.3 Prosedur Penulisan Modul

Penulisan modul diperlukan pedoman agar modul yang dihasilkan nantinya dapat layak digunakan. Prosedur penulisan modul menurut Depdiknas (2008) sebagai berikut :

1. Analisis Kebutuhan Modul

Analisis kebutuhan modul merupakan kegiatan menganalisis kompetensi/ tujuan untuk menentukan jumlah dan judul modul yang dibutuhkan untuk mencapai suatu kompetensi tersebut.

2. Penyusunan Draf

Penyusunan draf modul merupakan proses penyusunan dan pengorganisasian materi pembelajaran dari suatu kompetensi atau subkompetensi menjadi satu kesatuan yang sistematis.

3. Uji Coba

Uji coba draf modul adalah kegiatan penggunaan modul pada peserta terbatas, untuk mengetahui keterlaksanaan dan manfaat modul dalam pembelajaran sebelum modul tersebut digunakan secara umum.

4. Validasi

Validasi adalah proses permintaan persetujuan atau pengesahan terhadap kesesuaian modul dengan kebutuhan. Guna mendapatkan pengakuan kesesuaian tersebut, maka validasi perlu dilakukan dengan melibatkan pihak praktisi yang ahli sesuai dengan bidang-bidang terkait dalam modul. Validasi modul meliputi: isi materi atau substansi modul; penggunaan bahasa; serta penggunaan metode instruksional.

5. Revisi

Revisi atau perbaikan merupakan proses penyempurnaan modul setelah memperoleh masukan dari kegiatan uji coba dan validasi.

2.2.4 Kelayakan Modul

Modul dikatakan layak apabila sudah memenuhi empat aspek standar dari Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). Menurut BSNP (2007) empat aspek tersebut yaitu:

a. Aspek Kelayakan Isi

Aspek kelayakan isi mencakup: (1) Kesesuaian Uraian Materi dengan Standart Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) (2) Keakuratan Materi (3) Kemutakhiran Materi (4) Mendorong Keingintahuan

b. Aspek Kelayakan Bahasa

Aspek kelayakan bahasa mencakup: (1) Lugas (2) Komunikatif (3) Dialogis dan Interaktif (4) Keterbacaan 5) Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar (6) Logika berbahasa

c. Aspek Kelayakan Penyajian

Aspek kelayakan penyajian mencakup: (1) Teknik Penyajian (2) Pendukung Penyajian (3) Penyajian Pembelajaran (4) Koherensi dan Keruntutan Alur Pikir

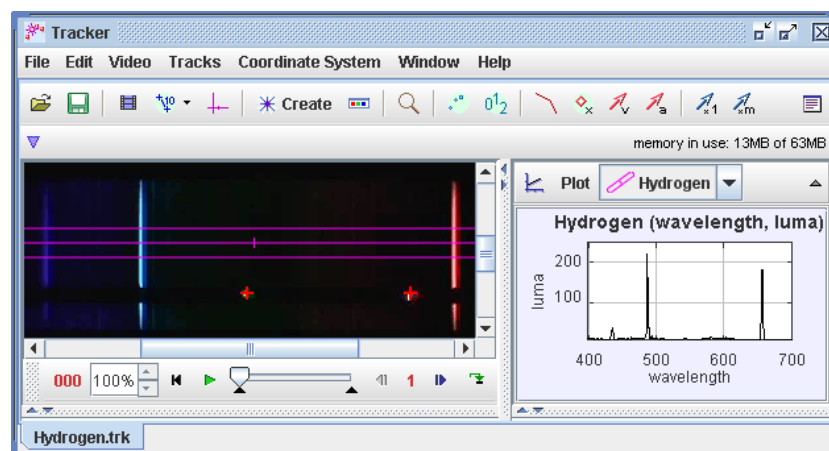
d. Aspek Kelayakan Kegrafisan

Aspek kelayakan kegrafisan mencakup: (1) Ukuran Modul (2) Desain Sampul modul (3) Desain Isi Modul (4) Kualitas kertas (5) Kualitas cetakan (6) Kualitas jilidan.

Komponen modul mencakup 3 bagian yaitu bagian pendahuluan, kegiatan belajar dan daftar pustaka. Bagian pendahuluan mengandung penjelasan umum mengenai modul, indikator pembelajaran, dan tujuan pembelajaran. Bagian kegiatan belajar mengandung uraian isi pembelajaran, rangkuman, tes, kunci jawaban, dan umpan balik.

2.4 *Software Tracker*

Tracker adalah *software* video analisis dan pemodelan yang bersifat gratis yang dibangun oleh *Open Source Physics* (OSP) dengan kerangka kerja menggunakan Java (Brown, 2009). Pada software ini mengandung kombinasi antara pemodelan fisika berbasis komputer dan analisis berupa video. Tampilan *tracker* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tampilan Tracker

Tracker mendefinisikan dua tipe dasar model partikel: (1) analisis dan (2) dinamis. Model partikel dinamis pada gilirannya mungkin Cartesian, polar atau sistem dua benda yang mengalami gaya internal dan eksternal. Semua model yang dibangun menggunakan Tracker "Model Builder", menyediakan kontrol untuk mendefinisikan dari berbagai parameter, kondisi awal, dan posisi maupun persamaan gaya (Brown & Cox, 2009).

Tracker memiliki fitur diantaranya sebagai berikut:

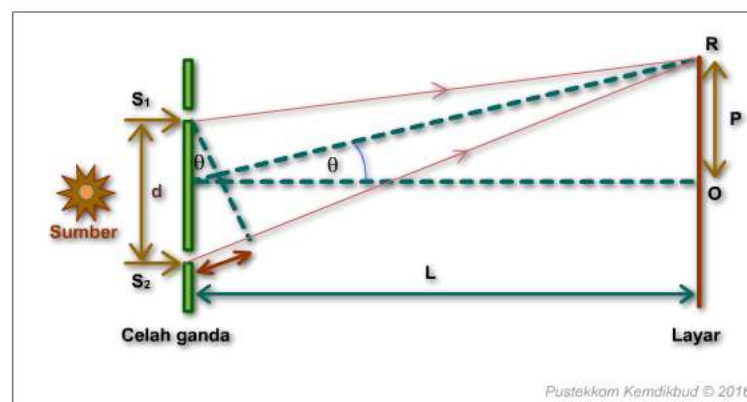
1. Pelacakan objek manual dan otomatis dengan posisi, kecepatan dan overlay percepatan, dan data.
2. Lintasan Pusat Massa.
3. Vektor grafis interaktif dan jumlah vektor.
4. Model Builder menciptakan model kinematik dan dinamis partikel titik massa.
5. Animasi model eksternal dan overlay data multi-titik dari program pemodelan terpisah seperti *spreadsheet* dan Simulasi Java.
6. Overlay model secara otomatis disinkronkan dan diskalakan ke video untuk perbandingan visual langsung dengan dunia nyata.
7. Memiliki mesin video Xuggle yang bisa memutar dan merekam sebagian besar format (mov / avi / flv / mp4 / wmv dll) di Windows / OSX / Linux.
8. Filter video, termasuk kecerahan / kontras, strobo, jejak hantu, dan filter *deinterlace*
9. Memperbaiki distorsi perspektif filter ketika objek difoto pada sudut lurus.
10. Filter distorsi radial memperbaiki distorsi yang terkait dengan lensa mata ikan.
11. Wisaya Ekspor Video memungkinkan pengeditan dan transkode video, dengan atau tanpa grafik overlay, menggunakan Pelacak itu sendiri.
12. Dialog Properti Video menunjukkan dimensi video, jalur, laju bingkai, jumlah bingkai, lebih banyak.

13. Memperbaiki atau mengoordinasikan skala sistem, asal, dan kemiringan sistem.

2.5 Interferensi dan Difraksi Cahaya

2.5.1 Interferensi Celah Ganda

Interferensi adalah penjumlahan superposisi dari dua gelombang cahaya atau lebih yang koheren (memiliki beda fase, frekuensi dan amplitudo sama) dan menimbulkan pola gelombang yang baru. Interferensi dapat bersifat membangun/saling menguatkan (konstruktif) dan merusak/saling melemahkan (destruktif). Percobaan interferensi dilakukan oleh Thomas Young, seorang ahli fisika membuat dua sumber cahaya koheren dari satu sumber cahaya monokromatik yang dilewatkan melalui dua buah celah sempit. Gambar 2.2 merupakan skema pada percobaan interferensi celah ganda Young.



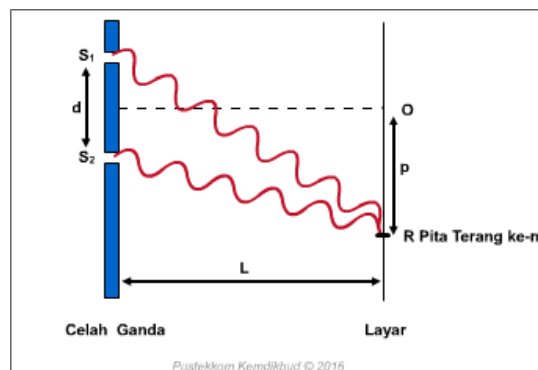
Gambar 2.2 Skema Percobaan Interferensi Celah Ganda Young

Interferensi maksimum atau minimum dapat terjadi karena panjang lintasan yang ditempuh gelombang S_1 tidak sama dengan gelombang S_2 , kedua gelombang tersebut memiliki beda lintasan sebesar:

$$\Delta s = d \sin \theta \dots \dots \dots (2.1)$$

2.5.2 Interferensi Maksimum pada Percobaan Young

Interferensi maksimum terjadi bila kedua gelombang yang keluar dari celah bertemu pada suatu titik memiliki beda fase yang sama atau beda lintasan yang ditempuh kedua gelombang merupakan kelipatan bulat dari panjang gelombang ($\lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$) seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 2.3 mengenai interferensi maksimum.



Gambar 2.3 Superposisi Dua Gelombang yang menghasilkan Interferensi Maksimum (Konstruktif)

$$\Delta s = m\lambda \dots \dots \dots (2.2)$$

Sehingga dari persamaan (2.1) dan (2.2), Interferensi maksimum dapat dirumuskan:

$$d \sin \theta = m\lambda \dots \dots \dots (2.3)$$

Untuk sudut θ yang kecil, berlaku nilai $\sin \theta \approx \tan \theta = p/L$ (dalam satuan radian).

$$\frac{dp}{L} = m\lambda \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

d = jarak antara kedua celah

p = jarak dari pita terang pusat ke pita terang ke- m

λ = panjang gelombang

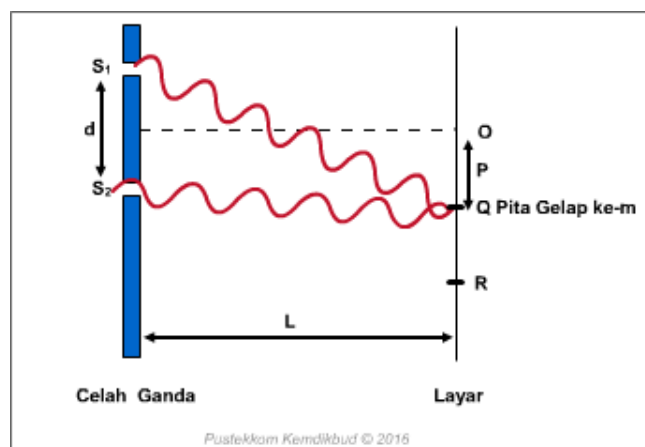
m = orde interferensi = 1, 2, 3, . . .

$m = 1$ untuk pita terang ke-1

$m = 2$ untuk pita terang ke-2, dst

2.5.3 Interferensi Minimum pada Percobaan Young

Interferensi minimum terjadi bila kedua gelombang yang keluar dari celah bertemu pada suatu titik memiliki beda fase yang berlawanan atau beda lintasan yang ditempuh kedua gelombang merupakan kelipatan dari setengah panjang gelombang $\frac{1}{2} \lambda, \frac{3}{2} \lambda, \frac{5}{2} \lambda, \dots$, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4. Superposisi Dua Gelombang yang menghasilkan Interferensi Minimum (Destruktif)

$$\Delta s = \left(m - \frac{1}{2}\right) \lambda \dots \dots \dots (2.5)$$

Sehingga dari persamaan (2.1) dan (2.4), Interferensi minimum dapat dirumuskan:

$$d \sin \theta = \left(m - \frac{1}{2}\right) \lambda \dots \dots \dots (2.6)$$

Untuk sudut θ yang kecil, berlaku nilai $\sin \theta \approx \tan \theta = p/L$ (dalam satuan radian).

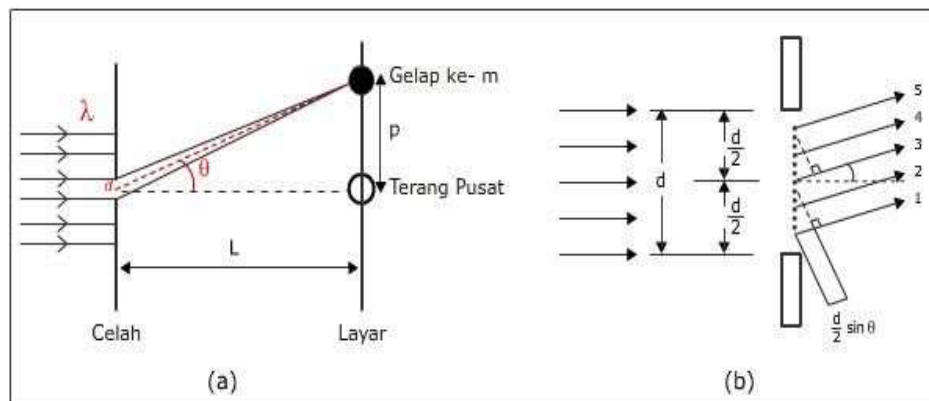
2.5.4 Difraksi Cahaya

Difraksi merupakan pembelokan gelombang disekitar sudut yang terjadi apabila sebagian muka gelombang dipotong oleh halangan atau rintangan

sehingga terbentuk pola gelap terang pada layar. Apabila celah berukuran lebar, difraksi tidak jelas terlihat, tetapi jika celah dipersempit difraksi akan tampak jelas.

2.5.4.1 Difraksi Celah Tunggal

Pola difraksi yang disebabkan oleh celah tunggal dijelaskan oleh Christian Huygens. Menurut Huygens, tiap bagian celah berfungsi sebagai sumber gelombang sehingga cahaya dari satu bagian celah dapat berinterferensi dengan cahaya dari bagian celah lainnya. Perhatikan Gambar 2.5.



Pustekkom Kemdikbud © 2016

Gambar 2.5 Analisis pola terang/gelap pada difraksi celah tunggal; (a) Cahaya monokromatis yang melewati celah sempit akan menghasilkan pola terang/gelap; (b) Interferensi minimum terjadi jika gelombang 1 dan 3 atau 2 dan 4 memiliki beda lintasan sebesar $d/2 \sin \theta$ dan beda fase kedua gelombang sebesar $1/2$ panjang gelombang.

Interferensi minimum yang menghasilkan garis gelap pada layar akan terjadi jika gelombang 1 dan 3 atau 2 dan 4 berbeda fase $1/2$, atau lintasanya sebesar setengah panjang gelombang. Berdasarkan Gambar tersebut, diperoleh beda lintasan kedua gelombang $(d \sin \theta)/2$.

$$\Delta S = (d \sin \theta)/2 \text{ dan } \Delta S = 1/2 \lambda, \text{ jadi } d \sin \theta = \lambda$$

Jika celah tunggal itu dibagi menjadi empat bagian, pola interferensi

minimumnya menjadi :

$$\Delta S = (d \sin \theta)/4 \text{ dan } \Delta S = \frac{1}{2} \lambda, \text{ jadi } d \sin \theta = 2\lambda$$

Berdasarkan penurunan persamaan di atas maka interferensi minimum (destruktif) yang menghasilkan pita gelap dirumuskan dengan :

$$d \sin \theta = m\lambda \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan:

d: lebar celah

λ : panjang gelombang

m: Orde interferensi (0,1, 2, 3, . . .)

untuk sudut θ yang kecil nilai $\sin \theta \approx \tan \theta$ (dalam satuan radian). Berdasarkan gambar, $\tan \theta = p/L$. Sehingga persamaan (1) di atas menjadi:

$$\frac{dp}{L} = m\lambda \dots \dots \dots (2.8)$$

Untuk Jarak pita terang/gelap yang berurutan (Δp) dirumuskan dengan:

$$\Delta p = \frac{\lambda L}{a} \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan:

p : jarak dari pita terang pusat ke pita gelap ke-m

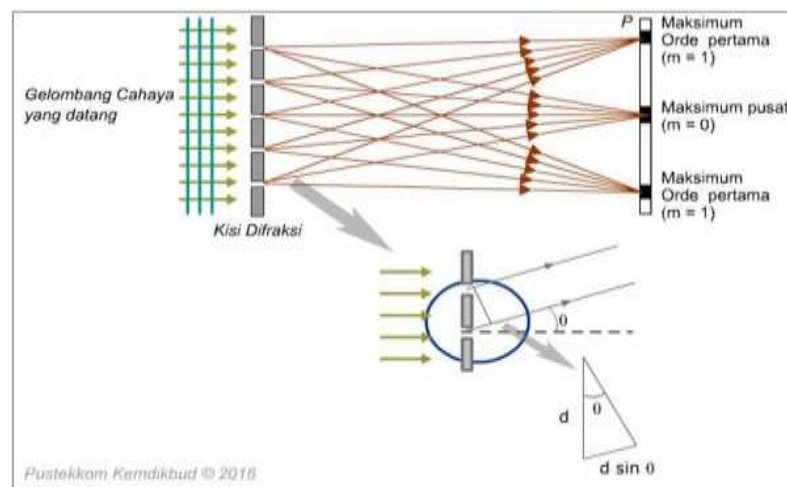
Δp : jarak pita terang/gelap yang berurutan.

L : jarak dari celah ke layar

2.5.4.2 Difraksi Kisi

Kisi adalah sebuah susunan dari sejumlah besar celah sejajar yang lebar dan jarak antar celahnya sama. Kisi-kisi dapat dibuat dengan menggunakan sebuah ujung intan untuk menggoreskan banyak alur yang berjarak sama (presisi tinggi) pada sebuah kaca atau permukaan logam. Jika seberkas cahaya monokromatis

dilewatkan pada kisi, pola difraksi yang dihasilkan pada layar berupa garis terang dan garis gelap secara bergantian. Pola difraksi yang dihasilkan oleh kisi jauh lebih tajam dibandingkan dengan interferensi celah ganda. Semakin banyak celah pada sebuah kisi yang memiliki lebar yang sama, semakin tajam pola difraksi yang dihasilkan pada layar. Skema sinar yang masuk melalui celah kisi akan didifraksikan dengan sudut θ dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Sinar yang masuk melalui celah kisi akan didifraksikan dengan sudut sebesar θ . Sinar akan terkumpul di titik P yang berjarak y dari terang pusat O.

Interferensi maksimum terjadi bila beda lintasan cahaya datang dari dua celah yang berdekatan sebesar kelipatan bilangan bulat dari panjang gelombang.

$$\Delta s = d \sin \theta \text{ dan } \Delta s = \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$$

Sehingga interferensi maksimum yang terjadi pada kisi difraksi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$d \sin \theta = m\lambda \dots \dots \dots (2.10)$$

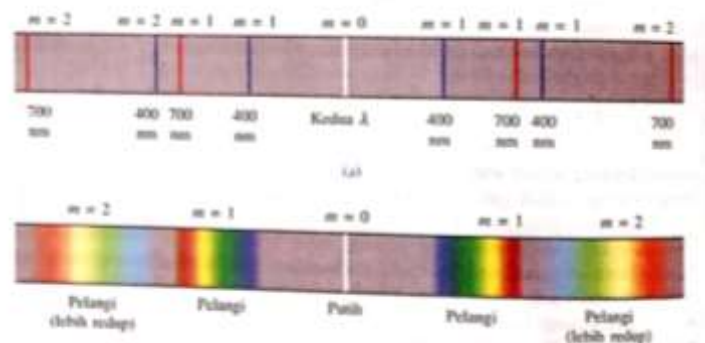
Dimana:

$$d = \frac{1}{N}$$

Untuk garis Gelap Diperoleh:

$$d \sin \theta = \left(n - \frac{1}{2} \right) \lambda \dots \dots \dots (2.11)$$

Misalkan cahaya yang menimpa kisi difraksi tidak monokromatik, tetapi terdiri dari dua atau lebih panjang gelombang yang berbeda. Maka untuk semua orde selain $m = 0$, setiap panjang gelombang akan menghasilkan maksimum dengan sudut yang berbeda, seperti pada celah ganda. Jika cahaya putih jatuh pada kisi, maksimum tengah ($m = 0$) akan merupakan puncak putih yang tajam. Tetapi untuk semua orde yang lain, akan ada spektrum warna yang jelas yang tersebar melingkupi lebar angular tertentu. Karena kisi difraksi menyebarkan cahaya menjadi panjang gelombang komponen-komponennya, pola yang dihasilkan disebut spektrum dapat dilihat pada Gambar 2.7

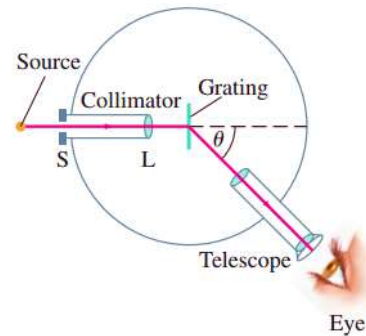


Gambar 2.7 Spektrum yang dihasilkan kisi

2.6 Spektrometer

Spektrometer atau spektroskop adalah alat untuk mengukur panjang gelombang secara akurat menggunakan kisi difraksi atau prisma untuk memisahkan panjang gelombang cahaya yang berbeda. Cahaya dari sumber melewati celah sempit S pada kolimator. Celah berada pada titik fokus lensa L, sehingga cahaya sejajar jatuh pada kisi. Teleskop yang dapat digerakkan dapat memfokuskan berkas-berkas cahaya. Tidak akan ada yang akan terlihat pada

teleskop kecuali ia berada pada sudut θ yang sesuai dengan puncak difraksi dari panjang gelombang yang dipancarkan oleh sumber. Tampilan cara kerja spektrometer dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Spektrometer

Sudut θ dapat diukur sampai ketepatan tinggi, sehingga panjang gelombang sebuah garis dapat ditentukan sampai ketepatan tinggi dengan persamaan:

$$\lambda = \frac{d}{m} \sin \theta \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

m = orde (bilangan bulat 0,1,2,3,...)

d = jarak antar celah (m)

λ = panjang gelombang (m)

Jika cahaya terdiri dari kisaran (interval) panjang gelombang yang kontinu, maka spektrum kontinu juga akan terlihat pada spektroskop. Pada beberapa spektrometer ,digunakan kisi pantulan, atau prisma. Kegunaan penting dari spektrometer adalah untuk mengidentifikasi atom atau molekul. Ketika gas dipanaskan atau arus listrik yang besar melewatinya , gas tersebut memancarkan spectrum garis karakteristik. Artinya, hanya cahaya dengan panjang gelombang diskrit tertentu yang dipancarkan. Spektrum garis hanya terjadi pada temperatur tinggi serta tekanan dan kerapatan rendah. Cahaya dari zat padat yang dipanaskan

, seperti filament pada bola lampu, dan bahkan dari gas yang padat seperti matahari, menghasilkan spektrum kontinu yang mencakup panjang gelombang yang lebar

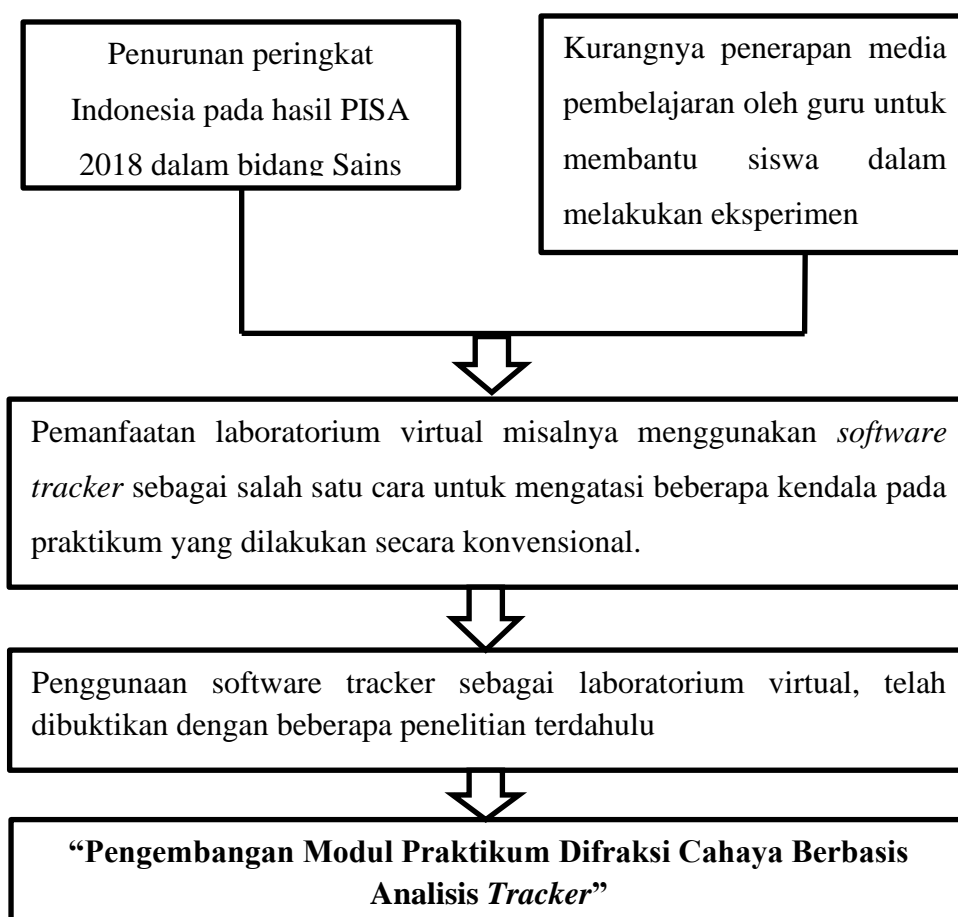
2.5 Kerangka Berpikir

Hasil PISA (*Programme for International Student Assessment*) tahun 2018 diperoleh Indonesia pada kategori Sains yang ditujukan pada peserta didik usia 15 tahun yang mendapat peringkat 70 dari 78 negara dengan skor 396 hal ini mengalami penurunan dari hasil PISA tahun 2015 yang dimana Indonesia memperoleh peringkat 64 dengan skor 403 (OECD,2019). Sampel yang diikutsertakan Indonesia dalam PISA 2018 yaitu terdiri dari jumlah sekolah sampel adalah 397 dengan total sampel 12.098 siswa yang merepresentasikan populasi siswa 15 tahun yang duduk di kelas 7 hingga kelas 12 (Kemendikbud,2019). Sampel tersebut mencakup seluruh jenis sekolah, baik negeri maupun swasta, mencakup sekolah di wilayah kota dan pedesaan. Hasil PISA 2018 dapat dijadikan tolak ukur awal bagi negara Indonesia mengenai perkembangan kualitas pendidikan dari negara lainnya. Dalam setiap pendidikan seharusnya mampu memberikan pembelajaran yang dapat memotivasi, membantu mengembangkan keterampilan, dan kreatifitas siswa, terutama dalam pembelajaran yang terdapat proses sains.

Pembelajaran proses sains terutama untuk pembelajaran fisika merupakan pembelajaran yang tidak hanya pemberian teori agar siswa dapat memahami konsep sebuah materi, tetapi juga diperlukan pengalaman langsung berupa praktikum agar ketrampilan dan hasil belajar siswa meningkat. Dalam penerapan

sebuah praktikum dapat memanfaatkan teknologi berupa *Open Source Physics* (OSP) gratis yaitu *Tracker*. *Tracker* berfungsi untuk menganalisis video pada fenomena fisika secara akurat. Hal ini diharapkan menjadi solusi untuk permasalahan jarangya dilakukan praktikum karena berbagai alasan seperti keterbatasan tempat yang kurang memenuhi syarat dan juga ketersediaan alat praktikum. Praktikum fisika salah satunya yang dapat dilakukan menggunakan alat peraga berbantuan *Software Tracker* yaitu difraksi cahaya.

Berdasarkan uraian pada latar belakang dan tinjauan pustaka, maka secara singkat kerangka berpikir dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 Kerangka Berpikir

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan , didapat simpulan sebagai berikut:

1. Modul praktikum dan panduan *tracker* dibuat berdasarkan hasil praktikum yang telah dilakukan terlebih dahulu oleh peneliti yang terdiri atas praktikum pada sumber cahaya monokromatik yang disimpulkan bahwa semakin banyak kisi difraksi maka semakin kecil kesalahan relatif dari panjang gelombang tersebut, begitu juga *error* dari masing panjang gelombang setiap kisi difraksi terhadap panjang gelombang referensinya. Pada praktikum sumber cahaya polikromatik menghasilkan beberapa spektrum warna yaitu biru, hijau, hijau terang, kuning, dan merah, apabila kisi yang digunakan semakin banyak maka kesalahan relatifnya semakin kecil. Tahapan operasional prosedur kerja praktikum dan hasil pengukuran yang teliti.
2. Uji kelayakan yang didapat penulis dari validasi terhadap modul praktikum yang telah dikembangkan sebesar 88% sehingga modul dinilai sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran dengan rincian penilaian untuk kelayakan isi sebesar 90%, kelayakan kebahasaan sebesar 89%, kelayakan penyajian sebesar 90%, dan kelayakan kegrafikan sebesar 85%. Sedangkan yang didapat dari respon mahasiswa terhadap sebesar 88%.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukannya uji coba terhadap siswa.

2. Perlu dilakukan variasi percobaan pada praktikum difraksi cahaya, agar menambah ketrampilan siswa,
3. Apabila hendak diujicobakan, siswa perlu dibekali mengenai penggunaan *software* untuk mengenalkan,
4. Perlunya dibuat rencana pembelajaran yang efektif dan efisien untuk pembelajaran dalam menggunakan *software tracker* agar tidak memakan waktu,
5. Perlunya menambahkan redaksi yang bisa memacu sifat kritis siswa pada modul praktikum yang sudah dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, A. P. & Mainur. (2016). Pembelajaran Menggambar Ilustrasi Lingkungan Sekolah Menggunakan Media Pensil Warna pada Kelas X SMK Negeri 1 Palembang. *Sitakara*, 2(2): 23-30. Tersedia di <http://www.univpgri-palembang.ac.id/> [diakses 14-6-2020]
- Apriyanto, N. (2012). *Seluk Beluk Tunagrahita dan Strategi Pembelajarannya*. Jogjakarta: Javalitera.
- Ashyar, R. (2012). *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Referensi Jakarta.
- Badan Standar Nasional Pendidikan dan Pusat Perbukuan. (2014). *Instrumen Penilaian Tahap I dan Tahap II Buku Teks Pelajaran Pendidikan Dasar dan Menengah*. Tersedia [online] <http://bsnp-indonesia.org/?p=1340>.
- Borg, R.W., & Gall. (1989). *Educational Research. An Introduction Fifth Edition*. New York: Longman.
- Brown, D. (2019). *Tracker Video Analysis and Modelling tools*. tersedia [Online] <https://physlets.org/tracker/>
- _____, and Cox, A. J. (2009). Innovative Uses of Video analysis. *The Physics Teacher*, 47(3), 145-150.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Giancoli, Douglas C. (2001). *Fisika Jilid 2 Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga
- Hockicko, P., Krišt'ák, L. U., & Němec, M. (2015). Development of Students' Conceptual Thinking by Means of Video Analysis and Interactive Simulations at Technical Universities. *European Journal of Engineering Education*, 40(2), 145-166.
- Hofstein, A., Kipnis, M., & Kind, P. (2008). Enhancing Students' meta-Cognition And Argumentation Skills. *Science education issues and developments*, 59.
- Kemendikbud. Difraksi dan Interferensi Cahaya (diakses pada tanggal 8 Mei 2020) pada Laman :
<https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Difraksi-dan-Interferensi-Cahaya-2016-2016/menu9.html>
- _____. Pendidikan Indonesia Belajar dari Hasil PISA 2018 (diakses pada tanggal 20 September 2020) pada Laman :

<http://repositori.kemdikbud.go.id/16742/1/Laporan%20Nasional%20PISA%202018%20Indonesia.pdf>

- Maharani, M., Wati, M., & Hartini, S. (2017). Pengembangan Alat Peraga pada Materi Usaha dan Energi untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Melalui Model Inquiry Discovery Learning (IDL Terbimbing). *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(3), 351–367.
- Marliani, F., Wulandari, S., Fauziah, M., & Nugraha, M. G. (2015). Penerapan Analisis Video Tracker dalam Pembelajaran Fisika SMA untuk Menentukan Nilai Koefisien Viskositas Fluida. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains*, 333-336.
- Mukminan. (2008). *Pengembangan Media Pembelajaran*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nurseto, T. (2011). Membuat Media pembelajaran yang menarik. *Jurnal Ekonomi dan pendidikan*, 8(1).
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I) : What Student Know and Can Do* (Vol. I). Paris: OECD Publishing.
- Oktafiani, P., Subali, B., & Edie, S. S. (2017). Pengembangan Alat Peraga Kit Optik Serbaguna (AP-KOS) untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 3(2), 189. <https://doi.org/10.21831/jipi.v3i2.14496>
- Purnomo, T.H., Sugiyanto, Akhlis, I. Educational Computer Game Materi Listrik Dinamis Sebagai Media Pembelajaran Fisika untuk Siswa SMA. *Jurnal pendidikan fisika indonesia*, [s.l.], v. 7, n. 2, july 2011. Issn 2355-3812.
- Prastowo, Andi. (2012). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar*. Jakarta: Diva Press
- Raflesiana V., Herlina, K., & Wahyudi, I. (2019). *Pengaruh Penggunaan Pada Pembelajaran Grak Harmonik Sederhana Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Keterampilan Interpretasi Grafik Siswa*. Lampung: Universitas lampung.
- Rahmawati, N. (2016). *Analisis Keterampilan Dan Proses*. Universitas Negeri Semarang.
- Ramlan, Taufik. (2001). *Gelombang dan Optik*. UPI Jurusan Pendidikan Fisika :Bandung

- Rodrigues, M., Marques, M. B., & Carvalho, P. S. (2015). How to Build a Low Cost Spectrometer with Tracker for Teaching Light Spectra. *Physics Education*, 51(1), 014002.
- Rosengrant, D., Etkina, E., & Van Heuvelen, A. (2007). An overview of recent research on multiple representations. In *AIP Conference Proceedings*, 883(1):149-152
- Sadiman, A. S. (2012). *Media Pendidikan, Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: Raja Grafindo.
- Setyono, A., Nugroho, S.E., & Yulianti, I. (2016). Analisis kesulitan dalam Memecahkan Fisika Berbentuk Grafik. *Unnes Physics Education Journal*, 5(3): 32-39
- Setyosari, P.(2010), *Metode Penelitian:Penelitian dan Pengembangan*.Jakarta: Kencana
- Sofi'ah, S., Sugianto dan Sugiyanto. (2017). Pengembangan Laboratorium Virtual Berbasis VRML(Virtual Reality Modelling Language) pada Materi Teori Kinetik Gas. *Unnes Physics Education Journal*, 6 (1) : 82 – 90.
- Sugiyono. (2014). *Memahami Penelitian Kualitatif*.Bandung: Alfabeta.
- _____. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan*.Bandung: Alfabeta.
- Suhandi, A. (2012). Pendekatan Multi Reprerentasi dalam Pembelajaran Usaha Energi dan Dampak Terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*,8(1): 1-7
- Widodo, A., & Ramdaningsih, V. (2006). Analisis kegiatan praktikum biologi di SMP dengan menggunakan video. *Jurnal UPI Metalogika*, 9(2), 146-158.
- Widyaningtiyas, L., Siswoyo., & Bakri, F. (2015). Pengaruh Pendekatan Multirepresentasi dalam Pembelajaran Fisika terhadap Kemampuan Kognitif Siswa SMA. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika (JPPPF)*, 1 (1):31-38
- Yulianti, D., & Khanafiyah, S. (2012). Penerapan Virtual Experiment Berbasis Inkuiri untuk Mengembangkan Kemandirian Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8(2).
- Zamista, A. A., & Kaniawati, I. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Process Oriented Guided Inquiry Learning Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Kognitif Siswa pada Mata Pelajaran Fisika. *Edusains*, 7(2), 191-201.