



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL QUANTUM 2015

Yogyakarta, 8 November 2015

Quantum
2015

Fisika dan Budaya Nusantara

ISSN: 2477-1511

Penelaah:

Prof. Dr. Zuhdan Kun Prasetyo, M.Ed.

Prof. Drs. Darsono, M.Sc.

Dr. Moh. Toifur, M.Si.

Dr. Widodo, M.Si.

Dr. Dwi Sulisworo. MT.

Drs. Ishafit, M.Si.



Prosiding Quantum

Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika

"Fisika dan Budaya Nusantara"

Yogyakarta, 08 November 2015

**Program Studi Pendidikan Fisika
FKIP | Universitas Ahmad Dahlan
Yogyakarta**

**Prosiding Quantum
Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika**
“Fisika dan Budaya Nusantara”

Copyright©2015 Program studi Pendidikan Fisika | FKIP | Universitas Ahmad Dahlan

Penelaah :

1. Prof. Dr. Zuhdan Kun Prasetyo, M.Ed.
2. Prof. Drs. Darsono, M.Sc.
3. Dr. Moh. Toifur, M.Si.
4. Dr. Widodo, M.Si.
5. Dr. Dwi Sulisworo, MT.
6. Drs. Ishafit, M.Si.

Pengaturan Perwajahan :

1. Widiyaka Adinugraha
2. Ginanjar Achmad Muhammad

Ilustrasi Sampul :

Rafi Arif Nurrahma

ISSN :

2477-1511

Dicetak dan diterbitkan Oleh :

Program Studi Pendidikan Fisika | Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta

<http://pf.uad.ac.id>

Sekapur Sirih

Prosiding ini merupakan himpunan dari makalah-makalah para penulis yang tersajikan dalam acara Seminar Nasional Quantum 2015. Seminar ini diselenggarakan dengan tujuan untuk memberikan wadah diskusi dan presentasi bagi peneliti dan praktisi fisika dan pendidikan fisika dalam budaya, mendokumentasikan kekayaan dan kearifan lokal yang berkaitan dengan fisika dan pendidikan fisika, merumuskan langkah strategis untuk membuat riset fisika dalam budaya secara berkelanjutan, memfasilitasi publikasi penelitian lintas disiplin ilmu untuk mengungkap dan mengkaji fisika dalam penjajahan budaya nusantara. Dengan prosiding ini diharapkan memberikan sumbangsih pengetahuan baru atau pengembangan untuk para pembacanya.

Banyak nama yang turut andil selama pelaksanaan Seminar maupun proses pembuatan prosiding ini, untuk itu kami segenap panitia penyelenggara mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya untuk setiap bantuan yang telah disumbangkan. Kami sepenuhnya sadar selama proses pelaksanaan seminar dari awal hingga selesai masih banyak kekurangan di segala lini, kritik yang membangun selalu kami nantikan melalui surat maya di hmpps.pf.uad.ac.id/quantum2015.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati, rasa syukur kami curahkan kepada Allah subhanahu wata'ala, segala shalawat serta salam selalu tertujukan kepada Nabi Muhammad sallallahu wa alihi wasallam. Semoga prosiding ini selalu memberikan faidah di atas segala keterbatasannya.

Yogyakarta, 8 November 2015

Panitia Quantum 2015
Program Studi Pend.Fisika | FKIP | Univ. Ahmad Dahlan

Daftar Isi

Halaman Sampul	i
Sekapur Sirih	iii
Daftar Isi	iv
Makalah yang Disajikan :	
Peran Budaya dalam Pembelajaran Fisika <i>Sarwanto</i>	I
Pengaruh Keaktifan Berorganisasi Terhadap Akhlakul Karimah dan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika <i>Ahmad Fadhil Bima, dkk.</i>	5
Pengembangan Laboratorium Virtual Untuk Eksperimen Radiasi Benda Hitam Berbasis LabVIEW <i>Hepriyanto, Ishafit</i>	9
Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Dengan Permainan Zathura Pada Pokok Bahasan Tata Surya di SMP Kelas IX <i>Adhani Prima Syarafina, Dwi Sulisworo</i>	13
Pengaruh Penggunaan Media Peta Konsep Pada Pokok Bahasan Alat Optik Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas VIII MTs Nurul Huda Sukaraja Tahun Pembelajaran 2012/2013 <i>Muhammad Suprianto</i>	19
Pengembangan Buku Saku Fisika Berbasis Belajar Mandiri untuk SMP <i>Fitria Melliagrina M.A., Widodo</i>	23
Penerapan Model Pembelajaran Generatif Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Fisika MTs Hidayatullah Mataram <i>Fakhrunisyah , dkk</i>	27
Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Fisika Berbasis Pendekatan Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Siswa SMA/MA pada Pokok Bahasan Optika <i>Kurnia Pratiwi, Widodo</i>	31
Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek pada Siswa SMA untuk Meningkatkan Mutu Pembelajaran Fisika pada Pokok Bahasan Gerak Parabola <i>Sutilah</i>	35
Pengembangan Media Pembelajaran Komik Fisika Berbasis Pembelajaran Kontekstual untuk Peserta Didik SMP/MTs Kelas VII Pokok Bahasan Kalor <i>Umi Sulfiah, Dwi Sulisworo</i>	39
Rancang Bangun Alat Penentuan Koefisien Difusi Air Dalam Minyak pada Peristiwa Konveksi Berbantuan Software LoggerPro <i>Dwi Sulistyaningsih, Moh. Toifur</i>	43

Pengembangan Hypermedia Berbasis World Wide Web (WWW) Pada Konsep Getaran dan Gelombang Untuk Tingkat SMP/MTs <i>Meidia Fithri D, Ishafit</i>	47
Penerapan Model Pembelajaran Cooperative Tipe Team Assisted Individualizatio berbantu Edraw MindMap untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Materi Listrik Dinamis pada Siswa Kelas X D MAN Godean <i>Yeni Astuti, Ishafit</i>	53
Penerapan Model Pembelajaran Langsung Materi Pokok Zat dan Wujudnya pada Peserta Didik Kelas VII B Semester Ganjil SMP Negeri 10 Kupang Tahun Ajaran 2013/2014 <i>Anjelina Kristina Raja, dkk</i>	57
Pemanfaatan Suling Bambu Pentatonik sebagai Media Pembelajaran Fisika <i>Eko Nursulistiyono</i>	61
Pengembangan Media Pembelajaran Komik Fisika untuk Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) Kelas X Semester I Pokok Bahasan Dinamika Partikel <i>Fitrian Prila Wardani, Dwi Sulisworo</i>	69
Analisis Tes Buatan Guru Bidang Studi Fisika Kelas X SMA di Kabupaten Bantul <i>Muhammad Taufik Raisal, Ishafit</i>	73
Penentuan Cepat Rambat Gelombang Bunyi Menggunakan Prinsip Efek Doppler dengan Variasi Frekuensi Sumber Berbantuan Overtone dan Audacity <i>Moch. Solehudin A.R, Ishafit</i>	79
Perbandingan Osilasi Posisi Domain Wall Bahan Co dan Ni Nanowire Dengan Notch Segitiga Ketika Diberi Pengaruh Perubahan Amplitudo Medan Luar AC <i>W. Nursiyanto</i>	83
Uji Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Kecepatan Terminal Menggunakan Video Analysis <i>Aulia Kusumadewi, Kholid Yusup</i>	87
Pengukuran Koefisien Absorpsi Filter Matahari Dengan Menggunakan Sensor Cahaya dan Software LoggerPro <i>Siti Nahria Hasan, Yudhiakto Pramudya</i>	91
Sistem Instrumentasi Alat Ukur Konsentrasi Gula Terlarut Menggunakan Polarimeter Berbasis Mikrokontroler <i>Jonathan Prabowo, Prawito</i>	95
Studi Tingkat Kecerlangan Langit pada Saat Bulan Purnama dan Gerhana Bulan menggunakan Sky Quality Meter <i>Nurakidah, Yudhiakto Pramudya</i>	99
Sistem Instrumentasi Alat Ukur Sudut Putar Larutan Optik Aktif Berbasis Mikrokontroler <i>Jonathan Prabowo, Prawito</i>	103
Pengukuran Amplitudo dan Frekuensi pada Gerak Osilasi Terekam Terpaksa menggunakan Analisis Video <i>Sigit Ristanto</i>	107
Optimasi Penentuan Titik Fokus Kolektor Surya Berbahan Wajan Berlapis Aluminium Foil dengan Bantuan Perangkat Lunak Logger Pro <i>Rismawan, Yudhiakto Pramudya</i>	111

Peran Budaya dalam Pembelajaran Fisika

Sarwanto

Pendidikan Fisika

Fakultas Keilmuan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta

Surat-e: sarwanto@fkip.uns.ac.id

Interaksi antara manusia dengan alam menghasilkan ilmu dan kebudayaan. Tata letak bangunan, bentuk bangunan, pranata mangsa, proses memasak makanan dll merupakan produk budaya yang bernilai tinggi dan sarat dengan muatan keilmuan. Interaksi antara manusia, alam dan lingkungannya menciptakan pola pikir sains dan perilaku ilmiah, termasuk bagi orang Jawa. Orang Jawa percaya bahwa untuk mencapai kebaikan dibutuhkan keseimbangan dan keselarasan antara manusia, lingkungan, dan alam. Lemahnya sistem mengkomunikasikan pola pikir sains dan perilaku ilmiah, mengakibatkan sains Jawa bergeser ke bentuk keyakinan. Keyakinan tersebut diwujudkan dalam budaya yang berkembang dari dalam lingkungan keraton, dan menyebar ke seluruh lapisan masyarakat. Banyak produk sains Jawa yang dikemas dalam budaya Jawa, sebagai contoh Budaya Jawa telah menumbuhkan kearifan lokal sehingga memberikan kemaslahatan bagi masyarakat Jawa dari dulu hingga saat ini.

Kata kunci: Sains Jawa, Budaya Jawa, Kearifan Lokal, pembelajaran fisika

Pendahuluan

Hakikat kebudayaan adalah perwujudan kehidupan masyarakat itu sendiri dan proses perkembangannya. Kebudayaan merupakan manifestasi kepribadian suatu masyarakat yang memberikan pengertian bahwa identitas masyarakat tercermin dalam orientasi yang menunjukkan pandangan hidup serta sistem nilainya dalam persepsi untuk melihat dan menanggapi dunia luar, dalam pola serta sikap hidup yang diwujudkan, dalam tingkah laku sehari-hari, serta dalam gaya hidup yang mewarnai kehidupannya (Poespowardojo, 1986: 29).

Kebudayaan Jawa adalah pancaran atau pengejawantahan budi manusia Jawa yang mencakup kemauan, cita-cita, ide maupun semangat dalam mencapai kesejahteraan, keselamatan lahir dan batin (Sutardjo, 2008). Budaya Jawa penuh dengan nilai kearifan baik dalam bentuk kerjasama maupun untuk hidup alami. Rakyat Jawa sebagian besar (70%) tinggal di daerah pedesaan dengan menggantungkan hidupnya pada sektor pertanian. Pertanian merupakan salah satu pekerjaan yang diwariskan secara turun menurun dari nenek moyang. Sehingga kebiasaan yang dilakukan dalam bertani pada jaman dulu masih bisa ditemukan pada pertanian tradisional. Menurut The Liang Gie (dalam Sutadjo, 2008) budaya sebagai sesuatu yang membuat kehidupan menjadi lebih bernilai untuk ditempuh.

Budaya Jawa pada mulanya meliputi daerah Pesisir (Cirebon, Tegal Pekalongan, Demak, Gresik) dan Tanah Jawa (Banyumas, Kudus, Yogyakarta, Surakarta, Madiun, Malang dan Kediri). Namun, wilayah budaya Jawa sekarang ini menyebar hampir di seluruh wilayah Negara Indonesia. Secara geografis tanah Jawa yang berada diantara dua benua dan dua lautan akan mengalami dua musim kemarau dan penghujan. Tetapi pada sebagian masyarakat Jawa menyatakan ada empat musim, yaitu: musim penghujan (*rendeng*), musim *mareng* (pancaroba), musim kemarau (*ketiga*), musim *labuh* (menjelang hujan). Keempat musim ini sangat dikenal oleh petani-petani tradisional Jawa (Sutardjo, 2008) dan dibakukan sebagai sistem pranata mangsa.

Ilmu pranata mangsa sampai sekarang masih digunakan oleh sebagian kecil masyarakat Jawa khususnya para petani dan pujangga. Hal ini berkaitan dengan bergesernya penghidupan sebagian masyarakat dari pertanian menjadi buruh pabrik atau sektor lain yang tidak berhubungan langsung dengan pertanian. Faktor lain adalah terjadinya perubahan musim yang ekstrim, sehingga seolah menyebabkan tidak berlakunya pranata mangsa. Oleh karena itu pranata mangsa yang sudah mapan, yang digunakan sebagai pedoman petani di Jawa Tengah sejak dahulu nampaknya perlu adanya koreksi (Suntoro, 2008).

Pranata mangsa merupakan hasil budaya Jawa yang penuh dengan muatan sains. Bila sistem pranata mangsa telah ada sejak sebelum jaman Hindu, berarti pengetahuan alam mereka sudah cukup maju. Bahkan

pada jaman kerajaan Mataram Islam di bawah Sultan Agung Hanyokrokusumo, sistem pranata mangsa dikembangkan menjadi sistem kalender. Namun, karena kurangnya dokumentasi dan karakteristik budaya Jawa penuh rasa “*ewuh pekewuh*” mengakibatkan kurang sosialisasinya budaya Jawa, maka perlu ada kajian sains asli dari budaya Jawa khususnya berkaitan dengan sistem pranata mangsa dalam rangka untuk dimanfaatkan bagi pembelajaran sains.

Beberapa penelitian yang mengkaji pentingnya budaya untuk pembelajaran antara lain: Wahyudi (2003) melakukan kajian aspek budaya pada pembelajaran IPA dan pentingnya kurikulum IPA berbasis kebudayaan memberikan simpulan bahwa latar belakang budaya siswa mempunyai pengaruh pada proses pembelajaran siswa di sekolah. Suastra (2005) mengungkapkan bahwa *ethnoscience* yang hidup dan berkembang di masyarakat masih dalam bentuk pengetahuan pengalaman konkret sebagai hasil interaksi antara lingkungan alam dan budayanya. Michell (2008) menemukan kurikulum pembelajaran sains yang dikembangkan dari budaya setempat menumbuhkan sikap nasionalisme yang kuat.

Ini menunjukkan orang Jawa sejak dari jaman dulu sudah mengamati perilaku tumbuhan dan hewan di setiap waktu. Pergerakan semu matahari yang periodic, menyebabkan perubahan perilaku tumbuhan dan hewan yang periodic juga. Berdasarkan keadaan ini, petani Jawa memiliki ilmu petung (ilmu perhitungan). Namun, keterbatasan system pendidikan mengakibatkan ilmu ini tidak dimiliki oleh setiap orang. Hanya orang “*pinter*” saja yang memilikinya, hingga akhirnya pranata mangsa masuk dalam buku primbon. Sistem pranata mangsa dirangkum dalam buku *primbon qomarrulsyamsi adammakna*. Ini membuat kalender (karena periodik) pranata mangsa seolah-olah ilmu “*klenik*”.

Kitab primbon *qomarrulsyamsi adammakna* merupakan kitab Betaljemur jilid VI, kitab ini disusun oleh Kanjeng Pangeran Harya Tjakraningrat. Kitab ini memuat ilmu Jawa bab kalender yang lengkap diantaranya: *almanak*, *pranatomangsa*, *palintangan*, *pawukon*, *pasaran*, *paringkelan*, *sadwara*, *astawara*, *sangawara*, *dasawara*, serta kaitan antara kalender Jawa, Arab dan Masehi. Kitab ini menjadi dasar bagi orang Jawa untuk menyusun penanggalan, peringatan, cara menentukan lama berjalannya waktu, jatuhnya hari dll.

Selain disusun berdasarkan perubahan keadaan alam, pranatomangsa juga disusun berdasarkan hasil pengamatan terhadap kedudukan rasi bintang. Ditinjau dari sudut perbintangan maka mangsa kasa, bintangnya Sapigumarang, mangsa karo, bintangnya Tagih, mangsa katelu, Lumbang, mangsa kapat, Jarandawuk, mangsa kalimat, Banyakangkrem, mangsa kanem, Gotongmayit, mangsa kapitu, Bimasekti, mangsa kawolu,

Wulanjarangirim, mangsa kasanga, Wuluh, mangsa kasapuluh, Waluku. Dua mangsa terakhir, desta dan saddha tak mempunyai bintang yang khusus. Bintang kedua mangsa tersebut sama dengan bintang pada mangsa karo dan katelu, yakni lumbang dan tagih.

Dari paparan di atas menunjukkan bahwa pranatomangsa menyimpan pengalaman manusia dalam berinteraksi dengan tantangan dan berkah alam. Pranatomangsa juga merupakan abstraksi dan refleksi manusia tentang pengalaman hidupnya dengan alam. Dengan refleksinya itu, manusia belajar bagaimana selanjutnya menyiasati sikap dan tindakannya terhadap alam. Dalam pranatomangsa juga amat tampak, betapa petani Jawa sangat akrab dengan alam. Bagi petani Jawa, alam bukanlah lawan yang harus ditaklukkan, melainkan teman yang dicintai. Karena keakrabannya itu, petani Jawa mengenal segala watak dan perilaku alam. Watak dan perilaku tersebut diterima dan dirumuskan dengan bahasa yang demikian manusiawi.

Penggunaan pranata mangsa dalam kehidupan sehari-hari khususnya yang berkaitan dengan alam akan membuat keseimbangan alam. Sebagai contoh: menebang pohon disarankan pada mongso mareng. Mangsa mareng terjadi pada bulan April – Juni. Pohon yang ditebang pada mangsa ini umumnya memiliki kualitas yang baik. Secara ilmiah, pohon yang ditebang pada masa ini masih memiliki daun yang lengkap, banyak, dan tua. Sehingga air yang diserap oleh tanaman dan masuk ke pohon, segera diupkan oleh daun. Penebangan pohon yang dilakukan pada waktu tertentu akan menjaga keseimbangan alam.

Selain primbon *qomarrulsyamsi adammakna* Kanjeng Pangeran Harya Tjakraningrat juga menyusun kitab *primbon* lain yang didalamnya memuat sains asli Jawa. Kitab Primbon tersebut adalah:

1. *Primbon Bakti Jammal Adammakna*. Kitab ini memuat rajah tangan, ilmu faal, ilmu watak, bagian-bagian tubuh, dan yang berkaitan dengan badan manusia.
2. *Primbon Naklassanjir Adammakna*. Kitab ini memuat segala hal yang berkaitan dengan material, batuan dll.

Sebenarnya Kitab Primbon Jawa ada 12 Jilid, 3 diantaranya banyak berkaitan dengan cara pandang orang Jawa terhadap alam, manusia dan lingkungannya. Semua kitab primbon memiliki karakteristik yang sama yaitu semua benda, keadaan, kejadian memiliki sifat dan karakter. Pemberian sifat ini didasarkan oleh hasil pengamatan dan pengalaman yang berlaku umum. Sebagai contoh: mangsa *Kapitu (Palguna)*, umurnya 43 hari, mulai 22 Desember - 2 Februari; Bintangnya *Bimasakti - Milkway*, matahari di titik selatan; sifatnya: *Wisa kentar ing maruta*, maksudnya banyak penyakit atau masyarakat banyak yang menderita sakit.

Selain dikomunikasikan dalam bentuk primbon, budaya Jawa yang berkaitan dengan perilaku alam dan penyikapannya, juga diwujudkan dalam tataletak bangunan. Sebagai contoh: rumah Jawa kuno selalu menghadap ke selatan. Ini berkaitan dengan penyikapan terhadap musim yang terjadi di Jawa. Musim kemarau terjadi saat posisi matahari ada di belahan bumi utara. Supaya saat siang hari cahaya matahari tidak langsung masuk ke rumah, maka rumah di buat menghadap ke selatan. Sebaliknya saat musim penghujan, posisi matahari ada di belahan bumi selatan, sinar matahari diperlukan untuk membantu mengeringkan "tempias" air hujan yang masuk ke serambi rumah.

Rumah-rumah adat di Jawa memiliki bentuk yang khas. Dikenal ada 5 tipe arsitektur rumah Jawa kuno, yaitu: Panggang-pe, Kampung, Limasan, Joglo dan Tajug. Kelima bentuk bangunan ini menggunakan ilmu gaya dan sistem sirkulasi panas yang bagus. Ilmu yang mempelajari seni bangunan oleh masyarakat Jawa biasa disebut Ilmu Kalang atau disebut juga Wong Kalang. Kelima tipe bangunan tersebut adalah: Panggang-pe, yaitu bangunan hanya dengan atap sebelah sisi; Kampung, yaitu bangunan dengan atap 2 belah sisi, sebuah bubungan di tengah saja; Limasan, yaitu bangunan dengan atap 4 belah sisi, sebuah bubungan di tengahnya; Joglo atau Tikelan, yaitu bangunan dengan Soko Guru dan atap 4 belah sisi, sebuah bubungan di tengahnya; Tajug yaitu bangunan dengan Soko Guru atap 4 belah sisi, tanpa bubungan, jadi meruncing.

Orang Jawa menyadari betapa hidupnya sangat bergantung pada alam. Dalam kosmologi Jawa, alam terdiri atas alam empiris yang menjadi kediaman manusia dan alam-di-balik-realitas-empiris atau metaempiris. Alam empiris selalu berhubungan dengan alam metaempiris. Setiap peristiwa di dunia empiris dipengaruhi oleh alam metaempiris (Frans Magnis Suseso, 2001). Petani tradisional Jawa memiliki perilaku yang sangat menghormati alam dan lingkungan. Dalam menebang pohon yang digunakan untuk bangunan dipilih mangsa kesanga sampai desta. Pada saat ini daun kayu sudah tua, sehingga kandungan air di batang pohon rendah. Batang pohon yang dijadikan bahan bangunan akan tahan terhadap perusak kayu (ondol/bubuk; bhs Jawa). Mereka memiliki pengalaman empiris yang berkaitan antara kadar air dalam bahan bangunan dan kualitas bahan. Setelah musim panen tiba, petani Jawa melakukan sedekah bumi. Musim panen (hanya satu tahun sekali), selalu jatuh pada saat memasuki musim kemarau. Sedekah bumi adalah simbul ucapan terima kasih petani kepada alam dengan memberikan *sesaji* ke sawah. Makna yang sesungguhnya dari sedekah bumi adalah memberikan unsur hara yang dapat menyuburkan tanah.

Selain diwujudkan dalam bentuk perilaku, sains dalam budaya Jawa juga ditampilkan dalam bentuk karya seni. Budaya Jawa dikenal memiliki karya seni yang sangat tinggi, sebagai contoh wayang dan batik. Seni pewayangan merupakan aplikasi sains dari berbagai aspek, mulai dari kesetimbangan, tata cahaya, tata suara dll. Di dalam pewayangan penuh dengan penggambaran alam baik dalam bentuk wayang itu sendiri dan ceritanya. Sebagai contoh, di awal pertunjukkan wayang selalu didahului dengan ditancapkannya "*gunungan*" di tengah pakeliran. Gunungan menggambaran gelar dari bumi tempat manusia dan makhluk hidup lain tinggal. Gambar pohon dalam gunungan melambangkan kehidupan manusia di dunia ini, bahwa Allah SWT telah memberikan pengayoman dan perlindungan kepada umatnya yang hidup di dunia ini. Beberapa jenis hewan yang berada didalamnya melambangkan sifat, tingkah laku dan watak yang dimiliki oleh setiap orang. Gambar kepala raksasa itu melambangkan manusia dalam kehidupan sehari mempunyai sifat yang rakus, jahat seperti setan. Gambar ilu-ilu Banaspati melambangkan bahwa hidup di dunia ini banyak godaan, cobaan, tantangan dan mara bahaya yang setiap saat akan mengancam keselamatan manusia. Gambar samudra dalam gunungan pada wayang kulit melambangkan pikiran manusia. Gambar Cingkoro Bolo-bolo Upoto Memegang tameng dan godho dapat diinterpretasikan bahwa gambar tersebut melambangkan penjaga alam gelap dan terang. gambar rumah joglo melambangkan suatu rumah atau negara yang di dalamnya ada kehidupan yang aman, tenteram dan bahagia. Gambar raksasa digunakan sebagai lambang kawah condrodimuka, adapun bila dihubungkan dengan kehidupan manusia di dunia sebagai lambang atau pesan terhadap kaum yang berbuat dosa akan di masukkan ke dalam neraka yang penuh siksaan. Gambar api merupakan simbol kebutuhan manusia yang mendasar karena dalam kehidupan sehari-hari akan membutuhkannya.

Batik Jawa, dibuat dengan proses yang sarat dengan sains. Pembuatan batik memerlukan proses panjang dan waktu lama dan diperlukan malam, canting, kain mori, pewarna dll. Hasil dari proses membatik adalah terciptanya sebuah produk yang disebut *batik* atau *batikan* yang berupa macam-macam motif (Hamzuri, 1989: vi). Pola Batik Jawa memiliki bentuk yang khas dengan pengulangan-pengulangan, misalnya kawung, parang, dll. Bahkan hasil penelitian terbaru tentang batik menghasilkan batik fraktal. Batik fraktal merupakan penemuan *Pixel People Project Research and Design* (PPPRD), sebuah kelompok riset dan desain di Bandung. Kelompok ini didirikan Nancy Margried, Muhamad Lukman, dan Yun Hariadi pada tanggal 14 Februari 2007. Setelah dilakukan penelitian yang

mendalam oleh PPPRD, batik ternyata memiliki dimensi fraktal. Istilah fraktal sebelumnya hanya dikenal dalam bidang matematika dan fisika (<http://www.kohesi.org/batik-fraktal-perpaduan-warisan-budaya-dan-sains-sebagai-wujud-inovasi-budaya-26>).

Pembelajaran Sains Berbasis Budaya Jawa

Pengalaman empiris pembelajaran IPA terpadu di Prodi Fisika FKIP UNS dengan tema pranata mangsa sungguh sangat mengejutkan. Mahasiswa Pendidikan Fisika sebagian besar berasal dari daerah pedesaan sudah tidak mengenal pranata mangsa (75%). Bahkan, mahasiswa merasa malu dan ragu menggunakan istilah-istilah Jawa, padahal tinggal di pusatnya budaya Jawa. Belum lagi konten-konten dalam pranata mangsa, misalnya: *gareng pung*, *kucing gandik*, *lintang joko belek*, *pari gogo* dll, mereka sudah tidak mengenal lagi secara fisis, apalagi makna sainsnya. Setelah melalui belajar pranata mangsa satu musim penuh, baru menyadari begitu tingginya kontens sains dalam budaya Jawa dan sesuai dengan materi yang dipelajari di tingkat SMP meskipun dengan menggunakan bahasa yang berbeda.

Hasil penelitian Swayze (2007) mengungkapkan bahwa melalui pembelajaran dengan budaya local meningkatkan pemahaman terhadap nilai budaya, meningkatkan proses pembelajaran sains, mengembangkan peran dalam kehidupan sehari-hari. Khususnya untuk pembelajaran sains di tingkat sekolah menengah pertama, budaya Jawa dapat menjadi alternative pembelajaran IPA yang terpadu, yang didalamnya memiliki muatan biologi, fisika dan kimia. Memang dalam bahasa budaya Jawa belum dikenal istilah atom, molekul unsure. Namun, budaya Jawa mengenal *jagat ageng* (*macrocosmos*) dan *jagat alit* (*microcosmos*), yang keduanya jika ditelaah lebih mendalam memiliki makna yang sangat luas. Budaya yang ada dilingkungan, merupakan media pembelajaran IPA yang sangat dekat dengan siswa. Ini akan memudahkan dalam melakukan proses pembelajaran IPA berdasarkan karakteristik dari dekat ke jauh, dari sederhana ke kompleks, dari kongkrit ke abstrak.

Kesimpulan dan Rekomendasi

Karakteristik sains oleh orang Jawa dimaknai sebagai upaya untuk menjaga hubungan yang harmonis antara: lingkungan alam, manusia, dan makhluk hidup lain. Implementasi keharmonisan ini memberikan tuntunan peri kehidupan bagi orang Jawa dalam bentuk: Kitab Primbon, Karya Sastra dan Seni, Pranatamangsa. Sampai sekarang tuntunan ini masih diikuti oleh sebagian besar orang Jawa. Selain itu, produk budaya yang berkaitan dengan sains ini digunakan untuk menjaga kelestarian

alam. Budaya Jawa yang sarat dengan muatan sains ini perlu untuk dikembangkan dalam pembelajaran sains, khususnya di daerah Jawa. Hal ini berkaitan dengan paradigma pembelajaran sains yaitu belajar dari kongkrit ke abstrak, dari dekat ke jauh, dari sederhana ke kompleks.

Daftar Pustaka

- Frans Magnis Suseno. 2001. *Etika Jawa*. Jakarta: Gramedia.
- Hamzuri. 1989. *Batik Klasik*. Jakarta: Djambatan.
- I Wayan Suastra. 2005. *Merekonstruksi sains asli (indigenous science) dalam rangka mengembangkan pendidikan sains berbasis budaya lokal di sekolah*. Disertasi Universitas Pendidikan Indonesia. Tidak dipublikasikan.
- Imam Sutardjo. 2008. *Kajian Budaya Jawa*. Surakarta: Jurusan Sastra Daerah FSSR UNS
- Kangjeng Pangeran Harya Tjakraningrat. 1990. *Kitab Primbon Qomarrulysamsi Adammakna*. Yogyakarta: Soemodidjojo Mahadewa.
- Liputan6.com, 27 April 2010. *Banyak Siswa Percaya Kunci Jawaban Palsu*.
- Michell, Herman. 2008. *Learning indigenous science from place*. Canada: College of Education University of Saskatchewan
- Soerjanto Poespowardjo. 1989. *"Pengertian Local Genius dan Relevansinya dalam Modernisasi" dalam Kepribadian Budaya Bangsa*. Jakarta: Pustaka Jaya.
- Swayze, Natalie. 2007. *Bridging the Gap: Engaging Inner-City Youth in Stewardship Using Principles of Indigenous Science*. NAAEE Conference Proceedings.
- Wahyudi. 2003. *Tinjauan aspek budaya pada pembelajaran IPA: pentingnya kurikulum IPA berbasis kebudayaan lokal*. Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan No. 040, Tahun ke-9, Januari 2003, 42-60

Pengaruh Keaktifan Berorganisasi Terhadap Akhlakul Karimah dan Kemampuan Berpikir Kritis pada Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika

Ahmad Fadhil Bima

Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Pramuka No.42 Sidikan Umbulharjo Yogyakarta

Muh. Anis Malik, Kamsinah

UIN Alauddin Makassar
Jl. Sultan Alauddin No. 36 Samata Kab. Gowa, Sulawesi Selatan

Surat-e: ahmadfadhilbima@yahoo.co.id

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa baik keaktifan berorganisasi, akhlakul karimah, dan kemampuan berpikir kritis mahasiswa jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Alauddin Makassar, sekaligus untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh keaktifan berorganisasi terhadap akhlakul karimah dan kemampuan berpikir kritis mahasiswa jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Alauddin Makassar. Penelitian ini merupakan penelitian populasi, dengan jumlah populasi sebanyak 33 orang. Instrumen pengumpulan data menggunakan angket dan dokumentasi. Berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan statistik deskriptif untuk keaktifan berorganisasi, akhlakul karimah dan kemampuan berpikir kritis mahasiswa jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Alauddin Makassar berada pada kategori sangat tinggi dan statistik inferensial bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara keaktifan berorganisasi terhadap akhlakul karimah dan kemampuan berpikir kritis pada mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Alauddin Makassar.

Kata kunci: organisasi, akhlak, berpikir kritis

I. Pendahuluan

Di dalam diri manusia terdapat dua kepentingan, yaitu kepentingan individu dan kepentingan bersama. Kepentingan individu didasarkan manusia sebagai makhluk individu, karena pribadi manusia yang ingin memenuhi kebutuhan pribadi. Kepentingan bersama didasarkan manusia sebagai makhluk sosial (kelompok) yang ingin memenuhi kebutuhan bersama. Manusia akan berada dalam kondisi yang sustain (tidak bisa mempertahankan hidupnya), apabila manusia tidak berinteraksi dengan manusia lain. Atas dasar manusia saling membutuhkan dengan manusia lain, maka mereka berinteraksi, baik di dalam kelompok maupun di dalam organisasi.

Dunia kampus merupakan dunia di mana setiap mahasiswa dengan bebas memilih kehidupan yang mereka mau. Di sinilah dituntut suatu tanggungjawab moral terhadap diri masing-masing sebagai individu untuk dapat menjalankan kehidupan yang bertanggungjawab dan sesuai dengan moral yang hidup dalam masyarakat. Tradisi intelektual yang terbangun dari berorganisasi yang di mulai dengan sering melakukan kajian baik kajian keilmuan maupun agama membawa dampak yang sangat signifikan bagi mahasiswa, seperti terbentuknya kemampuan berpikir yang radikal yang

selalu mencari sampai keakar-akarnya. Kemampuan berpikir seperti ini dikenal dengan kemampuan berpikir kritis.

Berdasarkan uraian di atas tentang pentingnya berorganisasi bagi mahasiswa dan pengaruhnya dalam pembentukan intelektual serta akhlak bagi mahasiswa maka penulis memilih pengadakan penelitian dengan judul “Pengaruh Keaktifan Berorganisasi Terhadap Akhlakul karimah dan Kemampuan Berpikir Kritis pada Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Alauddin Makassar”.

Maksud dan Tujuan

Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui Pengaruh Keaktifan Berorganisasi terhadap Akhlakul Karimah dan Kemampuan Berpikir Kritis pada Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan keguruan UIN Alauddin Makassar.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi bagi dosen di UIN Alauddin Makassar tentang pentingnya berorganisasi dan keterkaitannya dengan pembentukan akhlakul karimah dan kemampuan berpikir kritis mahasiswa, serta sebagai bahan referensi bagi peneliti berikutnya yang relevan.

II. Kajian Pustaka

Organisasi adalah system peran, aliran aktivitas dan proses (pola hubungan kerja) dan melibatkan beberapa orang sebagai pelaksana tugas yang didesain untuk mencapai tujuan bersama [4].

Menurut Imam al-Ghazali, akhlak adalah daya kekuatan (sifat) yang tertanam dalam jiwa dan mendorong perbuatan-perbuatan spontan tanpa memerlukan pertimbangan pikiran. Jadi, akhlak merupakan sikap yang melekat pada diri seseorang dan secara spontan diwujudkan dalam tingkah laku dan perbuatan [1].

Berpikir kritis adalah mode berpikir mengenai hal, substansi atau masalah apa saja, di mana si pemikir meningkatkan kualitas pemikirannya dengan menangani secara terampil struktur-struktur yang melekat dalam pemikiran dan menerapkan standar-standar intelektual padanya [2].

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan jenis penelitian deskriptif kualitatif, dimana penelitian ini merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan dan menginterpretasikan pengaruh keaktifan berorganisasi terhadap akhlakul karimah dan kemampuan berpikir kritis pada Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Alauddin Makassar sesuai dengan apa adanya dengan jumlah Populasi 33 orang. Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya [3]. Penelitian ini merupakan penelitian populasi, karena populasi pada penelitian ini hanya berjumlah 33 orang dan peneliti menganggap bahwa pada penelitian tidak membutuhkan sampel untuk mewakili dari populasi dan mengambil secara keseluruhan dari populasi tersebut untuk dijadikan objek penelitian. Instrumen yang digunakan adalah angket dan dokumentasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan statistik deskriptif untuk keaktifan berorganisasi mahasiswa jurusan Pendidikan Fisika diperoleh nilai rata-rata 54.55% dengan kategori dari nilai ideal 100 diperoleh nilai terendah 63 dan nilai tertinggi 96 dengan kategori *tinggi*. Akhlakul Karimah mahasiswa jurusan Pendidikan Fisika diperoleh nilai rata-rata 51.52% dengan kategori dari nilai ideal 120 diperoleh nilai terendah 84 dan nilai tertinggi 119 dengan kategori *tinggi*. Untuk kemampuan berpikir kritis mahasiswa jurusan Pendidikan Fisika diperoleh nilai rata-rata 63.64% dengan kategori dari nilai ideal 100 diperoleh nilai terendah 67 dan nilai tertinggi 99 dengan kategori *tinggi*. Dengan menggunakan analisis inferensial didapatkan pengaruh keaktifan berorganisasi terhadap akhlakul karimah sebesar 26.56%. Dan pengaruh keaktifan berorganisasi terhadap kemampuan berpikir kritis sebesar 63.09%.

Statistik inferensial menyatakan inferensial kaidah pengujian signifikan jika $t_{hitung} \geq t_{tabel}$, Dengan taraf signifikan $\alpha = 5\%$ dk pembilang = 2 kemudian didapatkanlah hasil perhitungan t_{hitung} untuk variabel X dan $Y_1 = 3,4426$ melalui perhitungan dengan menggunakan tabel t diperoleh nilai $t_{tabel} = 1,697$. Ternyata $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ 3,4426 lebih besar dari pada 1,697. Maka H_0 ditolak H_a diterima artinya terdapat *Pengaruh yang Signifikan antara Keaktifan Berorganisasi terhadap Akhlakul Karimah Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika*. Didapatkan pula hasil perhitungan t_{hitung} untuk variabel X dan $Y_2 = 7,887$ melalui perhitungan dengan menggunakan tabel t diperoleh nilai $t_{tabel} = 1,697$. Ternyata $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ 7,887 lebih besar dari pada 1,697. Maka H_0 ditolak H_a diterima artinya terdapat *Pengaruh yang signifikan antara Keaktifan Berorganisasi terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan sebelumnya, maka diperoleh beberapa kesimpulan bahwa, keaktifan berorganisasi mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika berada pada kategori tinggi hal ini terlihat dari nilai skor rata-rata sebesar 54.55%. Akhlakul Karimah mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika berada pada kategori tinggi hal ini terlihat dari nilai skor rata-rata sebesar 51.52%. Kemampuan berpikir kritis mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika berada pada kategori tinggi hal ini terlihat dari nilai skor rata-rata sebesar 63.64%. Terdapat pengaruh yang signifikan antara keaktifan berorganisasi terhadap akhlakul karimah pada mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika. Hal ini dapat dilihat dari persen kontribusi pengaruhnya sebesar 26,56 %.

Terdapat pengaruh yang signifikan antara keaktifan berorganisasi terhadap kemampuan berpikir kritis pada mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika. Hal ini dapat dilihat dari persen kontribusi pengaruhnya sebesar 63,09 %.

Kepustakaan

- [1] Anwar, Rosihin. 2008. Akidah Akhlak. Bandung: Pustaka Setia.
- [2] Fisher, Alec. 2009. Berpikir Kritis. Sebuah Pengantar. Jakarta: Erlangga.
- [3] Sugiyono. 2011. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. Bandung: Alfabeta.
- [4] Torang, Syamsir. 2013. Organisasi dan Manajemen (Perilaku, struktur, budaya, dan perubahan organisasi). Bandung: ALFABETA

Pengembangan Laboratorium Virtual untuk Eksperimen Radiasi Benda Hitam Berbasis LabVIEW

Hepriyanto, Ishafit

Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan

Jl. Prof. Dr. Soepomo, S. H., Warungboto, Umbulharjo, Yogyakarta

Surat-e: pri.fkip08@gmail.com¹, ishafit@pfis.uad.ac.id²

Mengajar fisika adalah membelajarkan berbagai fenomena alam, yang artinya guru harus mampu menghadirkan objek dan fenomena alam yang dipelajari oleh siswa. Laboratorium memiliki peran penting dalam menunjang pembelajaran, khususnya dalam menjelaskan kajian materi yang abstrak. Namun tidak semua sekolah memiliki laboratorium. Perkembangan TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi) di dunia pendidikan membawa perubahan dalam penyampaian materi pembelajaran. LabVIEW merupakan software yang dikenal luas dalam perindustrian. LabVIEW efektif dalam membantu penyelesaian teknis, namun fitur yang ditawarkan memungkinkan digunakan untuk kepentingan pendidikan. Selain penggunaan teknologi, pengemasan pembelajaran juga penting terutama dalam pemilihan model pembelajaran. Inquiry merupakan model pembelajaran dengan pendekatan ilmiah, sehingga cocok untuk dikombinasikan dengan Lab-Vir. Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan laboratorium virtual berbasis LabVIEW dengan panduan inquiry untuk pembelajaran radiasi benda hitam. Berdasar hasil validasi diperoleh nilai kelayakan sebesar 87,92% dan 89,41% termasuk dalam kategori baik.

Kata kunci: radiasi benda hitam, eksperimen, inquiry, Lab-Vir, LabVIEW

I. PENDAHULUAN

Mengajar fisika ialah mengajarkan berbagai fenomena alam, yang artinya seorang guru harus mampu menghadirkan objek dan fenomena alam yang dipelajari oleh siswa. Namun untuk melaksanakan demonstrasi atau eksperimen fisika di kelas sering terkendala oleh beberapa situasi dan kondisi. [1]

Permasalahan penting dalam pembelajaran fisika adalah proses dan hasil belajar fisika yang ditentukan oleh banyak faktor, salah satunya ketersediaan sarana laboratorium. Kegiatan laboratorium penting dilaksanakan dalam pembelajaran fisika karena melalui kegiatan laboratorium aspek produk, proses, dan sikap peserta didik dapat lebih dikembangkan. [2]

Salah satu bahasan dalam fisika di sekolah menengah adalah tentang radiasi benda hitam. Dalam pembelajaran ini sejatinya dapat dilakukan percobaan sederhana dengan sub topik pergeseran Wien. Sub topik ini membahas perubahan panjang gelombang yang dipancarkan oleh benda apabila suhunya dinaikan. Namun selama ini sangat sulit untuk menentukan panjang gelombang yang terpancar dari benda tersebut. Kalaupun ada alat yang dapat digunakan untuk mengukur panjang gelombang, harga alat tersebut relatif mahal. Selain itu, pemahaman tentang radiasi benda hitam sering dimaknai oleh siswa

berupa radiasi yang terjadi pada benda yang berwarna hitam. Sehingga diperlukan pengganti kegiatan laboaratorim untuk pembelajaran radiasi benda hitam.

Martinez-Jimenez dalam [1] menyatakan bahwa untuk mengatasi keterbatasan tersebut, saat ini telah banyak dikembangkan media peraga berbasis simulasi komputer, salah satunya adalah media simulasi virtual (laboratoruun virtual/Lab-Vir). Lab-Vir dikembangkan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan banyak kebebasan pada siswa. Siswa dapat memanipulasi variabel-variabel yang berkaitan dengan eksperimen yang sedang dilakukan dan sekaligus dapat melihat bagaimana pengaruh perubahan suatu variabel terhadap variabel lainnya. Pembelajaran fisika dikelas adalah memperkenalkan fenomena dan prinsip-prinsip yang kompleks dan secara ekstrim sulit dihubungkan dengan pengalaman siswa sehari hari. Prinsip-prinsip fisika seringnya dinyatakan oleh sederetan persamaan-persamaan matematis yang dapat dimanipulasi dan dicari pemecahannya, selanjutnya dijelaskan dan diprediksikan perilaku dari sistem fisis. Fenomena yang secara alami sulit diamati dapat divisualisasikan melalui Lab-Vir.

Pengemasan pembelajaran merupakan hal yang penting, maka diperlukan pemilihan model pembelajaran yang tepat untuk mencapai tujuan pembelajaran. Dalam Permendiknas no 42 tahun 2007 tentang standar isi

disarankan agar pembelajaran IPA sebaiknya dilaksanakan secara inquiry ilmiah (scientific inquiry) untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja sama, dan bersikap ilmiah, sehingga siswa dapat mengembangkan rasa ingin tahu, sikap positif, dan adanya kesadaran terhadap adanya hubungan yang saling mempengaruhi antara IPA, lingkungan, teknologi, dan masyarakat. “ menurut [3], sangat tepat jika dalam pembelajaran IPA menggunakan teknologi.” Sehingga Lab-Vir cocok digunakan dalam pembelajaran dengan pendekatan ilmiah/inquiry.

Perkembangan teknologi telah banyak menghasilkan produk, salah satunya adalah software LabVIEW. LabVIEW dikenal luas di industry. LabVIEW efektif dalam membantu penyelesaian masalah teknis, meningkatkan produktifitas, dan mendorong inovasi. Namun penggunaan di dunia pendidikan LabVIEW masih belum optimal. Padahal fitur-fitur yang ditawarkan memungkinkan untuk pembuatan rekayasa instrumen dan pembuatan Lab-Vir yang mampu menunjang proses pembelajaran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan laboratorium virtual berbasis LabVIEW pada pokok bahasan radiasi benda hitam dengan kemas model pembelajaran inquiry.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Media Pembelajaran

Pengertian media secara terminologi cukup beragam, sesuai sudut pandang para pakar media pendidikan. Kata media pembelajaran berasal dari bahasa latin medius yang berarti tengah, perantara atau pengantar. Sadiman dalam [5] mengatakan media adalah perantara atau pengantar pesan pengirim ke penerima pesan. Dalam bahasa Arab, media juga berarti perantara (wasail) atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan.

B. Laboratorium Virtual

Laboratorium biasanya didefinisikan sebagai tempat yang dilengkapi untuk eksperimental studi dalam ilmu pengetahuan atau untuk pengujian dan analisa; tempat memberikan kesempatan untuk bereksperimen, pengamatan, atau praktek dalam bidang studi. Laboratorium virtual merupakan sistem yang dapat digunakan untuk mendukung sistem praktikum yang berjalan secara konvensional. Diharapkan dengan laboratorium virtual ini dapat memberikan kesempatan kepada siswa khususnya untuk melakukan praktikum. Pembelajaran menjadi efektif karena siswa dapat belajar sendiri secara aktif tanpa bantuan instruktur ataupun asisten seperti sistem yang berjalan.

Laboratorium virtual dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu laboratorium berdasarkan simulator dan

laboratorium yang berbasis pada peralatan hardware yang nyata baik 2-D maupun 3-D. Tipe pertama didasarkan pada setting model perangkat lunak yang merupakan objek atau sistem dalam tingkat abstraksi tertentu. Satu-satunya masalah di sini adalah keakuratan perilaku simulator. Sangat sering benda nyata berbeda dari model abstrak mereka. Hal ini karena model abstrak yang dikembangkan menjadi sederhana untuk membantu siswa memahami dasar-dasar. Kebanyakan dari mereka tidak dapat mewakili semua fitur dari objek simulasi. Jenis kedua laboratorium virtual yang mencakup sebagian besar kualitas jenis pertama dan memungkinkan pendekatan ini untuk yang klasik. Di setiap kelas terdapat rak-rak dengan peralatan yang tidak dapat digunakan untuk pembelajaran jarak jauh dan tidak dapat diakses bagi para siswa sepanjang waktu. Jadi menggabungkan klasik dengan belajar yang modern memungkinkan akses remote ke peralatan nyata dapat meningkatkan fleksibilitas proses pengajaran dan penggunaan laboratorium nyata. Menggunakan teknologi perangkat lunak dan jaringan menyediakan akses yang terhubung ke peralatan. [4]

III. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

A. Model Pengembangan

Penelitian yang dilakukan merupakan Penelitian dan Pengembangan (Research and Development/R&D). Penelitian dan Pengembangan ini dilakukan dengan sepuluh tahapan, yaitu: 1) potensi dan masalah, 2) pengumpulan informasi, 3) desain produk, 4) validasi desain, 5) revisi desain, 6) uji coba produk, 7) revisi tahap I, 8) uji pengguna, 9) revisi tahap II, dan 10) produk final. [6]

B. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu: 1) studi pustaka, 2) wawancara, dan 3) kuisioner/angket.

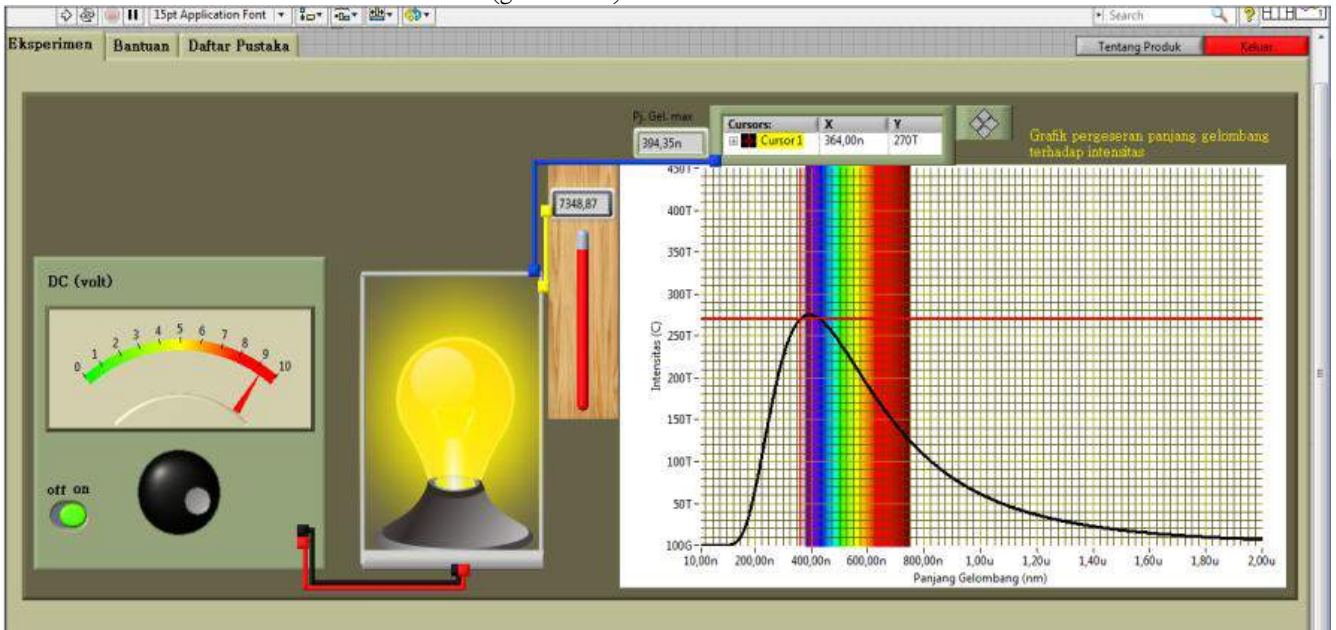
C. Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan lima kegiatan untuk menganalisis hasil uji dengan menggunakan angket, yaitu: 1) memeriksa kelengkapan jawaban, 2) mengkuantitatifkan jawaban, 3) membuat tabulasi data, 4) menghitung jumlah skor tiap butir pernyataan, dan 5) mentransformasikan presentase hasil ke dalam kalimat yang bersifat kualitatif. [7]

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Produk penelitian dan pengembangan ini berupa laboratorium virtual berbasis LabVIEW (gambar 1)

dilengkapi dengan panduan inquiry untuk eksperimen radiasi benda hitam.

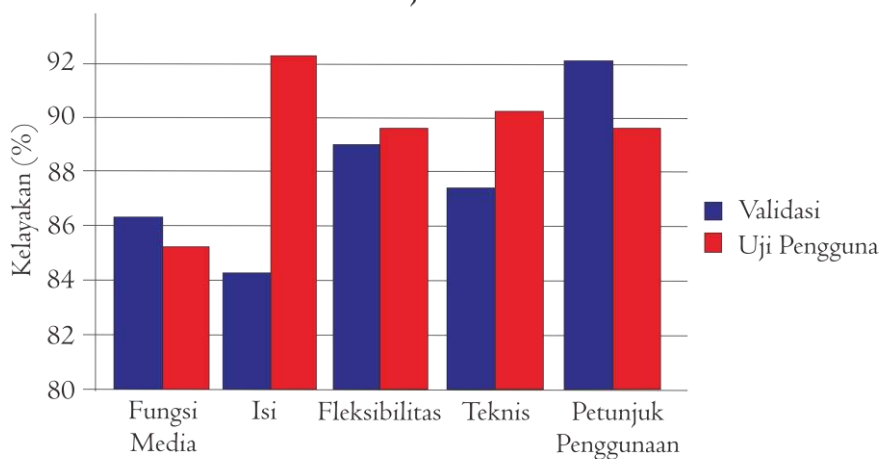


Gambar 1. Tampilan laboratorium virtual eksperimen radiasi benda hitam

Sebelum diperoleh hasil akhir dilakukan validasi dan uji pengguna. Validasi dilakukan untuk mengukur kelayakan media dari ahli. Ahli (ahli materi sekaligus ahli media) terdiri dari empat dosen dan empat guru fisika kelas XII, kemudian dilakukan revisi I atas masukan dari validator. Setelah dilakukan revisi, media diujikan kepada pengguna yang terdiri dari dua belas siswa kelas XII dan dilakukan revisi II.

Dari hasil validasi diperoleh nilai kelayakan 87,92% dengan kategori baik. Sedangkan untuk uji pengguna diperoleh nilai 89,41% dengan kategori baik. Dengan nilai pada tiap-tiap aspek seperti pada gambar 2. Hal tersebut menunjukkan bahwa laboratorium virtual dan panduan inquiry eksperimen radiasi benda hitam yang dihasilkan layak untuk digunakan dalam menunjang pembelajaran.

Hasil Uji Media



Gambar 2. Histogram hasil validasi dan uji pengguna

V. KESIMPULAN

1. Telah dihasilkan laboratorium virtual berbasis LabVIEW dengan panduan inquiry untuk pembelajaran radiasi benda hitam.
2. Berdasar hasil validasi diperoleh hasil bahwa laboratorium virtual dan panduan inquiry layak digunakan untuk menunjang pembelajaran radiasi benda hitam, dengan nilai kelayakan berturut-turut 87,92% dan 89,41% yang termasuk kategori baik.

Kepustakaan

- [1] Sinaga, P. 2011. Penerapan Simulasi dan Interactive Virtual Laboratory pada Pembelajaran Fisika Modern untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Radioaktifitas Inti, Reaksi Inti, dan Aplikasinya. Bandung: BATAN, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir.
- [2] Gunawan dan Liliyasi. 2012. Model Virtual Laboratory Fisika Modern untuk Meningkatkan Disposisi Berpikir Kritis Calon Guru. <http://journal.uny.ac.id/index.php/cp/article/download/1556/pdf>, diunduh 15 September 2014.
- [3] Kristianti, A. A., dkk. 2012. Pembelajaran IPA dengan Inkuiri Bebas Termodifikasi Menggunakan Lab Rill dan Lab Virtual Ditinjau dari Kemampuan Berpikir dan Gaya Belajar Siswa. <http://jurnal.pasca.uns.ac.id>, diunduh 3 Januari 2015.
- [4] Jaya, H. 2012. Pengembangan Laboratorium Virtual untuk Kegiatan Praktikum dan Memfasilitasi Pendidikan Karakter di SMK. <http://journal.uny.ac.id/index.php/jpv/article/download/1019/822>, diunduh 15 September 2014.
- [5] Musfiqon. 2012. Pengembangan Media & Sumber Pembelajaran. Jakarta: PT: Prestasi Pustakaraya.
- [6] Sugiyono. 2011. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D. Bandung: Alfabeta.
- [7] Musfiqon. 2012. Pengembangan Media & Sumber Pembelajaran. Jakarta: PT: Prestasi Pustakaraya.

Pengembangan Media Pembelajaran Fisika dengan Permainan Zathura pada Pokok Bahasan Tata Surya di SMP Kelas IX

Adhani Prima Syarafina, Dwi Sulisworo

Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan

Jl. Pramuka 42, Sidikan, Umbulharjo, Yogyakarta 55161

Surat-e: adhaniprimasy@gmail.com

Penelitian ini berjudul pengembangan media pembelajaran fisika dengan permainan zathura pada pokok bahasan tata surya di SMP kelas IX. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan dan menghasilkan media pembelajaran dengan permainan zathura yang dapat digunakan sebagai alat bantu guru dalam menyampaikan materi tata surya secara menarik dan tidak menjenuhkan. Pengembangan media pembelajaran menggunakan model ADDIE yang terdiri dari tahap Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation. Pengujian terhadap materi dan soal fisika tentang tata surya diberikan kepada ahli bidang fisika yaitu guru. Untuk mengetahui tanggapan pengguna terhadap media diuji cobakan kepada siswa-siswi kelas IX. Analisis data untuk mengetahui kualitas dari media digunakan analisis deskriptif persentase. Hasil pengujian oleh ahli bidang fisika diperoleh persentase sebesar 95%, pengujian oleh pengguna diperoleh persentase sebesar 87,6 %. Sedangkan kesan ahli bidang fisika dan pengguna terhadap media permainan zathura didapatkan tanggapan yang positif. Dengan demikian kualitas media pembelajaran yang telah dikembangkan layak dengan kategori baik.

Kata kunci: permainan, zathura, tata surya, media pembelajaran

I. Pendahuluan

Dunia pendidikan adalah dunia yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Adanya perkembangan kehidupan pendidikan pun mengalami dinamika yang semakin lama semakin berkembang. Dunia pendidikan juga memerlukan berbagai inovasi, hal ini penting dilakukan untuk kemajuan kualitas pendidikan yang tidak hanya menekankan pada teori tetapi juga harus bisa diarahkan pada hal yang bersifat praktis. Inovasi pembelajaran bertujuan untuk menjadikan siswa bersemangat, mempunyai motivasi untuk belajar dan antusias menyambut pelajaran di sekolah.

Hasil wawancara yang dilakukan dengan guru fisika di SMP Muhammadiyah I Berbah menunjukkan bahwa keinginan dan kesungguhan siswa untuk belajar masih kurang, keterampilan *problem solving* masih kurang dimiliki oleh siswa karena kemampuan rata-rata yang rendah, masih ada kesulitan siswa untuk membayangkan benda-benda langit sedangkan media pembelajaran fisika yang menampilkan secara visual materi tata surya belum ada. Pembelajaran fisika belum dapat mengajak siswa untuk aktif dalam proses belajar mengajar. Oleh karena itu, perlu dilakukan inovasi pembelajaran untuk mengoptimalkan hasil pembelajaran dengan menggunakan media permainan yg dapat digunakan sebagai alat bantu

guru dalam penyampaian materi pelajaran fisika khususnya materi tata surya.

Media pembelajaran dalam bentuk permainan merupakan salah satu inovasi pembelajaran yang dapat dikembangkan dalam mata pelajaran fisika. Salah satu model pembelajaran yang tepat digunakan oleh guru untuk mengajak siswa agar memahami materi pelajaran fisika dengan menarik dan tidak menjenuhkan yaitu melalui permainan zathura. Media permainan dapat membuat siswa seolah-olah mereka sedang bermain, sehingga rasa tegang dan jenuh dalam diri siswa dapat dikurangi dan dengan demikian minat dan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran fisika dapat ditingkatkan.

Berdasarkan kerangka berpikir permasalahan yang ada, maka dapat dilakukan penelitian untuk mengetahui permainan zathura dapat dijadikan media pembelajaran yang layak sebagai alat bantu guru dalam menyampaikan pokok bahasan tata surya secara menarik dan tidak menjenuhkan.

II. Kajian Pustaka

Hasil Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian tentang pengembangan media permainan model jumanji pada pembelajaran fisika untuk meningkatkan hasil belajar siswa dalam materi usaha dan

energi, secara kualitas media pembelajaran yang telah dikembangkan adalah layak dengan kategori baik. Hasil pre-test dan post-test pada masing-masing kelompok siswa menunjukkan bahwa penggunaan media permainan model jumanji dapat meningkatkan kemampuan kognitif siswa dalam materi usaha dan energi. Nilai gain untuk pengujian terbatas adalah 0,57 dan pengujian operasional adalah 0,88. Dari analisis gain menunjukkan peningkatan penguasaan materi yang terjadi pada siswa tergolong tinggi. Kelebihan media permainan selain menyenangkan juga telah menjadi daya tarik tersendiri bagi siswa[1].

Kajian Teori

Media bentuk jamak dari perantara (medium), merupakan sarana komunikasi. Berasal dari bahasa latin medium ("antara"), istilah ini merujuk pada apa saja yang membawa informasi antara sebuah sumber dan sebuah penerima. Enam kategori dasar media adalah teks, audio, visual, video, perekayasa (manipulative) benda-benda, dan orang-orang. Apabila media itu membawa informasi yang mengandung maksud-maksud pengajaran maka media itu disebut media pembelajaran[2]. Media pembelajaran selain merupakan sarana fisik untuk menyampaikan materi pelajaran juga sebagai sarana komunikasi dalam bentuk cetak maupun audio-visual[3].

Beberapa manfaat praktis dari penggunaan media pembelajaran di dalam proses belajar mengajar sebagai berikut [4]:

1. Media pembelajaran dapat memperjelas penyajian pesan dan informasi sehingga dapat memperlancar dan meningkatkan proses dan hasil belajar.
2. Media pembelajaran dapat meningkatkan dan mengarahkan perhatian anak sehingga dapat menimbulkan motivasi belajar, interaksi yang lebih langsung antara siswa dan lingkungannya, dan kemungkinan siswa untuk belajar sendiri-sendiri sesuai dengan kemampuan dan minatnya.
3. Media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang dan waktu.
4. Media pembelajaran dapat memberikan kesamaan pengalaman kepada siswa tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka, serta memungkinkan terjadinya interaksi langsung dengan guru, masyarakat dan lingkungannya.

Permainan adalah suatu aktivitas yang dilakukan karena seseorang ingin mencapai kesenangan, atau kegembiraan itu sendiri. Sebagai salah satu bentuk media pembelajaran, permainan dapat membuat siswa seolah-olah sedang bermain, sehingga rasa tegang dan jenuh dalam diri siswa dapat dikurangi, dengan demikian prestasi belajar siswa benar-benar optimal. Contoh permainan yang digunakan dalam pembelajaran fisika adalah zathura.

Permainan zathura merupakan salah satu jenis permainan yang diadaptasi dari sebuah film petualangan. Zathura merupakan permainan bertemakan ruang angkasa dengan menggunakan papan dari kertas yang bergambar benda-benda antariksa. Pada penelitian ini permainan zathura dirancang untuk metode pembelajaran mengenai tata surya dimana pada permainan ini siswa akan diajak untuk berimajinasi tentang perjalanan di luar angkasa.

Permainan ini diawali dari garis start, kemudian pemain akan berjalan dengan langkah sesuai dengan aturan dari kartu soal fisika dengan materi tata surya. Dengan sistem ini siswa akan termotivasi bekerja secara cooperative antara anggota kelompok untuk menjawab pertanyaan dengan benar agar akan cepat mencapai garis finish dan secara tidak sengaja siswa telah mendapatkan informasi dan pemahaman materi seputar tata surya sehingga belajar fisika akan terasa lebih mudah dan menyenangkan. Dalam permainan ini, siswa akan dibentuk menjadi 2 kelompok setiap kelompok beranggotakan 4-5 orang, terdiri dari kelompok pengawas dan kelompok kerja. Kelompok yang sampai terlebih dahulu di finish merupakan pemenangnya.

III. Metode Penelitian

Model Pengembangan

Model yang sesuai untuk digunakan dalam pengembangan media pembelajaran ini adalah model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) yaitu [5]:

I. Tahap analisis

Pada tahap ini peneliti melakukan observasi dan wawancara terlebih dahulu dengan guru fisika. Untuk menyesuaikan antara tujuan dan hasil agar relevan, diperlukan dua tahap analisis, yaitu:

- a. Analisis kebutuhan terhadap media pembelajaran dengan permainan *zathura*. Analisis ini digunakan untuk mengetahui perlu tidaknya penggunaan media pembelajaran dengan permainan *zathura* dalam proses pembelajaran. Analisis kebutuhan dalam penelitian ini adalah materi fisika SMP kelas IX pada pokok bahasan tata surya.
- b. Analisis Silabus dan Kisi Soal pada pokok bahasan tata surya.

Analisis silabus dan kisi soal digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan informasi materi dan soal-soal dalam media pembelajaran fisika dengan permainan *zathura*.

2. Tahap desain

Untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan perlu adanya klarifikasi program pembelajaran yang didesain. Pada tahap desain, objek media yang digunakan adalah aplikasi *software* Adobe Photoshop CS 6 untuk

mendesain permainan *zathura* pada pokok bahasan tata surya.

3. Tahap pengembangan

Tahap *development* merupakan proses pengembangan media pembelajaran fisika dengan permainan *zathura* pada pokok bahasan tata surya. Dalam pembuatan media pembelajaran ini harus memperhatikan kesesuaian antara materi dan soal-soal yang ditampilkan untuk mempermudah siswa dalam menggunakan permainan. Agar media pembelajaran menjadi lebih menarik, harus diperhatikan juga tampilan tata letak dan kesesuaian tema pada media pembelajaran tersebut.

4. Tahap implementasi

Media pembelajaran yang telah selesai dibuat kemudian diujicobakan pada ahli materi (guru fisika) dan pengguna (siswa). Pengujian media pembelajaran ini dilakukan dengan memberikan angket kepada para ahli untuk melakukan penilaian terhadap tingkat kesesuaian informasi materi dan soal-soal yang ditampilkan dengan silabus dan kisi soal serta kelayakan media pembelajaran tersebut sebagai alat bantu guru untuk mendukung proses pembelajaran fisika.

5. Tahap evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk memberikan nilai terhadap media pembelajaran. Proses evaluasi bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari media permainan *zathura* yang telah dibuat untuk digunakan sebagai media pembelajaran fisika.

Uji Coba Produk

1. Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh siswa-siswi kelas IX SMP Muhammadiyah I Berbah dengan sampelnya merupakan kombinasi siswa-siswi di salah satu kelas IX SMP Muhammadiyah I Berbah.

2. Validasi Instrumen

Validasi instrumen didasarkan pada validasi isi, yaitu semua instrumen pengumpul data dikoreksi oleh pembimbing, setelah disetujui kemudian instrumen digunakan untuk pengambilan data. Instrumen penelitian yang digunakan antara lain adalah papan permainan *zathura*, kartu soal fisika dan bidak. Adapun instrumen pengambilan data berupa angket yang telah divalidasi kemudian diujikan kepada responden siswa dan guru untuk mengetahui tingkat kelayakan serta memperoleh kritik dan saran terhadap media pembelajaran yang dikembangkan.

3. Statistik yang Digunakan

Data pada penelitian ini diambil menggunakan instrumen angket yang telah divalidasi untuk diujikan kepada ahli bidang fisika dan ahli pengguna untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran. Setelah data diperoleh langkah selanjutnya adalah menganalisis data

dengan menghitung presentase dari tiap-tiap sub variabel dengan rumus [6]:

$$P(s) = \frac{s}{N} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

$P(s)$ = presentase sub variabel

S = jumlah skor tiap sub variabel

N = jumlah skor maksimum

Untuk *range* presentase dan kriteria kualitatif dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel I. Interval kriteria penilaian

No	Interval	Keterangan
1	0 % - 25 %	Sangat Kurang
2	25 % - 50 %	Kurang
3	50 % - 75%	Cukup
4	75 % - 100 %	Baik

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pembuatan media pembelajaran fisika dengan permainan *zathura* ini didesain dengan menggunakan *software* Adobe Photoshop CS 6. Instrumen penelitian ini terdiri dari papan kertas permainan *zathura*, kartu soal dengan materi tata surya, dan bidak untuk masing-masing kelompok.



Gambar 1. Papan media permainan *zathura*



Gambar 2. Aturan permainan *zathura* yang dicetak dibelakang papan permainan

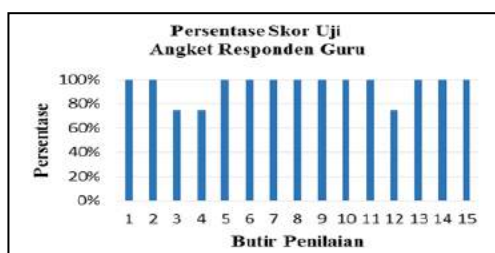


Gambar 3. Kartu soal

Setelah pembuatan media permainan *zathura* selesai, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap media pembelajaran. Pengujian media permainan *zathura* dengan menggunakan angket, yang kemudian dilakukan analisis data berdasarkan angket yang telah dibuat. Tujuan dari analisis data yaitu untuk menguji kelayakan media permainan *zathura* sebagai media pembelajaran fisika pada pokok bahasan tata surya untuk SMP kelas IX.

Analisis Skor Angket Ahli Bidang Fisika (Responden Guru)

Pengujian terhadap informasi materi dan soal fisika tentang tata surya ini diberikan kepada pakar bidang fisika yaitu guru fisika SMP. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kesesuaian materi yang diinformasikan pada instrument kartu soal dengan silabus serta kesesuaian soal terhadap kisi-kisi soal tentang materi tata surya di SMP.



Gambar 4. Grafik persentase skor uji angket responden Guru

Berdasarkan hasil analisis angket ahli bidang fisika mengenai pengembangan media pembelajaran fisika dengan permainan *zathura* ini menghasilkan rata-rata skor dengan persentase sebesar 95 % termasuk dalam kategori "baik" ditinjau dari segi informasi materi dan soal-soalnya.

Analisis Skor Angket Responden Pengguna

Pengujian terhadap media pembelajaran ini diberikan kepada para pengguna yaitu sampel siswa-siswi di kelas IX untuk mengetahui tanggapan responden mengenai media permainan *zathura*. Pengujian media pembelajaran dilakukan oleh 10 orang responden yang terdiri dari siswa-siswi SMP Muhammadiyah I Berbah.

Berdasarkan hasil analisis angket responden pengguna mengenai pengembangan media pembelajaran fisika dengan permainan *zathura* ini menghasilkan rata-rata skor dengan persentase sebesar 87,6 % termasuk dalam kategori "baik" ditinjau dari segi penggunaannya.



Gambar 5. Grafik persentase skor uji angket responden Siswa

Sedangkan kesan responden guru dan pengguna terhadap media permainan *zathura* didapatkan tanggapan yang positif. Kesan dan pesan yang didapatkan antara lain yaitu media permainan *zathura* dapat menjadikan siswa lebih aktif dalam diskusi kelompok, siswa menjadi lebih paham terhadap materi pokok bahasan tata surya dan proses belajar fisika menjadi tidak membosankan. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa permainan *zathura* merupakan media permainan yang layak dan dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu guru dalam pembelajaran fisika pada pokok bahasan tata surya di SMP kelas IX sehingga siswa-siswi lebih termotivasi dan merasa senang ketika belajar fisika.

V. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dihasilkan media pembelajaran fisika dengan permainan *zathura* pada pokok bahasan tata surya di SMP kelas IX sebagai alat bantu guru dalam memahami materi pelajaran kepada siswa. Media ini terdiri atas papan kertas permainan *zathura*, kartu soal dan bidak.
2. Hasil pengujian yang dilakukan oleh ahli bidang fisika dengan persentase sebesar 95 % dan responden pengguna dengan persentase sebesar 87,6 % secara konseptual dan operasional media pembelajaran ini termasuk dalam kategori baik, sehingga media pembelajaran fisika dengan permainan *zathura* pada pokok bahasan tata surya di SMP kelas IX layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran fisika.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini, baik dosen pembimbing, kepala sekolah dan guru pengampu mata pelajaran IPA (Fisika) di SMP Muhammadiyah I Berbah.

Kepustakaan

- [1] Nisa, C. dan Suyoso. 2014. *Pengembangan Media Permainan Model Jumanji pada Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa dalam Materi Usaha dan Energi*. Journal Student UNY Edisi 3. Volume 3. No. 3 Maret 2014 (<http://journal.student.uny.ac.id/jurnal/artikel/6534/46/697>, diakses 1 November 2014).
- [2] Smaldino, S., Sharon, E., Lowther, Deborah, L., Russal, dan James D. 2011. *Instructional Technology and Media for Learning: Teknologi Pembelajaran dan Media untuk Belajar*. Jakarta: Kencana.
- [3] Nasution. 2010. *Berbagai Pendekatan Dalam Proses Belajar dan Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [4] Arsyad, A. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- [5] Pribadi, B. 2011. *Model Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Dian Rakyat.
- [6] Ali, M. 2009. *Penelitian Kependidikan Prosedur & Strategi*. Bandung: Angkasa.

Pengaruh Penggunaan Media Peta Konsep pada Pokok Bahasan Alat Optik Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas VIII MTs Nurul Huda Sukaraja Tahun Pembelajaran 2012 / 2013

Muhammad Suprianto

Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Pramuka 42, Sidikan, Umbulharjo, Yogyakarta, 55161

Erwin

STKIP Nurul Huda
Jl. Kota Baru, Sukaraja, Buay Madang, Oku Timur, Sumsel 32161
Surat-e: muchammad.ryant@gmail.com

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar fisika antara siswa yang menggunakan media peta konsep dengan yang tidak menggunakan media. Populasi kelas VIII terdiri dari lima kelas dan 2 Sampel diambil secara acak melalui pengundian. Kelas eksperimen menggunakan media peta konsep, sedangkan kelas kontrol tidak menggunakan media. Analisis pengumpulan data menggunakan tes dan pengujian hipotesisnya menggunakan uji t. Hasil dan analisis data diperoleh nilai rata-rata kelas eksperimen adalah 83,82 dan nilai rata-rata kelas kontrol adalah 76,14. Dari pengujian hipotesis nilai $t_{tabel} = 1,99$ atau $-t_{tabel} = -1,99$. Nilai $t_{hit} = 2,51$ dengan taraf signifikansi 5 %. Tidak terletak antara $-1,99$ dan $1,99$. Dengan kriteria H_0 di tolak dan H_a diterima. Jadi, terdapat perbedaan hasil belajar fisika yang signifikan antara siswa yang menggunakan media peta konsep dengan siswa yang tidak menggunakan media.

Kata kunci: media peta konsep, metode ceramah, hasil belajar siswa

I. Pendahuluan

Penerapan media pembelajaran merupakan faktor penting yang dapat menentukan prestasi belajar yang akan dicapai oleh peserta didik. Penggunaan media dalam proses pembelajaran yang dilakukan di MTs Nurul Huda Sukaraja masih banyak mengalami kendala, hal ini dikarenakan tenaga pendidik atau guru kurang memahami tentang media pembelajaran tersebut. Dalam pembelajarannya, guru masih banyak yang tidak menggunakan media pembelajaran pada paradigma lama yaitu metode konvensional yang inti kegiatannya yaitu ceramah, latihan soal dan penugasan.

Peta konsep merupakan suatu gambar yang dibentuk dalam serangkaian konsep tunggal dihubungkan dengan konsep yang lain dalam bentuk dan kategori yang sama [1].

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian tentang Pengaruh Penggunaan Media Peta Konsep Pada Pokok Bahasan Alat Optik Terhadap Hasil Belajar Fisika Kelas VIII MTs Nurul Huda Sukaraja Tahun Pembelajaran 2012/2013. Permasalahan dalam penelitian ini adalah "Bagaimanakah Pengaruh Penggunaan Media Peta Konsep Pada Pokok Bahasan Alat Optik Terhadap Hasil Belajar Fisika Di Kelas VIII MTs Nurul Huda Sukaraja

Tahun Pembelajaran 2012/2013. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan hasil belajar fisika antara siswa yang pembelajarannya menggunakan media peta konsep dengan siswa yang pembelajarannya tidak menggunakan media pada Pokok Bahasan Tekanan di Kelas VIII MTs Nurul Huda Sukaraja Tahun Pembelajaran 2012 / 2013.

II. Kajian Pustaka

Menurut R. Gagne yang dikutip [2] belajar dapat didefinisikan sebagai suatu proses dimana suatu organisasi berubah perilakunya sebagai akibat pengalaman. Jerome Bruner [1] berpendapat bahwa belajar adalah suatu proses aktif dimana siswa membangun pengetahuan baru berdasarkan pada pengalaman/pengetahuan yang sudah dimilikinya.

Tyson dan Caroll [3] menyatakan bahwa pembelajaran adalah sebuah cara dan sebuah proses hubungan timbal balik antara siswa dan guru yang sama-sama aktif melakukan kegiatan.

Peta konsep adalah suatu gambar yang dibentuk pada serangkaian konsep tunggal dihubungkan dengan konsep yang lain dalam bentuk dan kategori yang sama [1] Nasution [4] mendefinisikan hasil belajar adalah sebuah perubahan individu yang belajar, perubahan tidak hanya

mengenai pengetahuan yang membentuk kecakapan, tetapi

III. Metode Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di MTs Nurul Huda Sukaraja yang ada di Kecamatan Buay Madang Kabupaten OKU Timur Tahun Pembelajaran 2012/2013. Waktu pelaksanaan dalam penelitian ini dimulai pada bulan Mei 2013 sampai dengan selesai.

Variabel dalam penelitian ini menggunakan dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Yang menjadi variabel bebas dalam penelitian ini adalah media peta konsep. Sedangkan yang menjadi variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil belajar fisika siswa.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kelas VIII MTs Nurul Huda Sukaraja yang terdiri dari lima kelas. Pengambilan sampel dalam penelitian ini secara acak melalui pengundian. Kelas eksperimen pembelajarannya menggunakan media peta konsep, sedangkan kelas kontrol pembelajarannya tidak menggunakan media.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode tes. Dalam pengumpulan data, siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol diberikan soal berbentuk pilihan ganda yang terdiri dari 20 butir tes (item) sesuai dengan indikator materi mengenai alat optik. Untuk mengetahui tes yang baik, maka perlu diadakannya uji validitas, reliabilitas, taraf kesukaran dan daya pembeda.

Uji validitas soal dalam penelitian ini menggunakan rumus koefisien product moment dari Karl Pearson, yaitu:

$$R_{xy} = \frac{N \sum Y - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (1)$$

Keterangan:

r_{xy} = angka indeks korelasi product moment

N = jumlah peserta tes

x = skor pada item soal

y = skor total seluruh butir soal

Dengan kriteria suatu instrumen dikatakan valid apabila koefisien korelasi product moment (r_{hit}) > (r_{tabel}). Adapun r_{tabel} dapat ditentukan dengan $r_{(\alpha; n-2)}$ [5]. Taraf signifikansi sebesar 5% ($\alpha = 5\%$).

Uji reliabilitas tes menggunakan rumus *Kuder-Richardson* (KR) -20 yaitu:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{S^2 - \sum pq}{S^2} \right) \quad (2)$$

keterangan :

r_{11} = reliabilitas instrumen

n = banyaknya butir pertanyaan

p = proporsi subyek yang menjawab soal dengan benar

juga penghayatan pada individu yang belajar.

q = proporsi subyek yang menjawab soal dengan salah ($q=1-p$)

S^2 = varians total

(dengan kriteria instrumen dikatakan reliabel jika memenuhi syarat $r_{11} > 0,6$ [5]).

Rumus untuk mencari indeks kesukaran adalah:

Setelah data yang diperlukan dalam penelitian terkumpul, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis data penelitian dengan cara menghitung nilai rata-rata (mean), standar deviasi, dan menentukan tingkat kesukaran soal dengan kategori tinggi, sedang, dan rendah, rumus tersebut adalah sebagai berikut :

Pada penelitian ini untuk mengetahui nilai rata-rata dari hasil belajar siswa menggunakan nilai rata-rata hitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i} \quad (3)$$

Dengan:

\bar{x} = rata-rata

f_i = Frekuensi Data

x_i = Nilai Tengah Interval

Untuk mencari standar deviasi menggunakan rumus sebagai berikut :

$$s = \sqrt{\frac{n \cdot (\sum f_i x_i^2) - (\sum f_i x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

Keterangan :

s = Standar Deviasi.

f_i = Frekuensi data

x_i = Nilai tengah data

n = Banyaknya siswa

Untuk menentukan kategori tinggi, sedang, rendah [6], dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Kategori tinggi jika siswa memperoleh nilai di atas $M+SD$.
2. Kategori sedang jika siswa memperoleh nilai antara $M-SD$ dengan $M+SD$.
3. Kategori rendah jika siswa memperoleh yang nilainya di bawah $M-SD$.

Untuk pengujian hipotesis data harus terdistribusi normal dan homogen. Uji normalitas dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rumus Karl Person atau biasa disebut kurva kemiringan sebagai berikut:

$$Km = \frac{\bar{x} - m_0}{s} \quad (5)$$

Dengan :

- K_m = Kemiringan Kurva
- \bar{x} = rata-rata
- M_o = Modus Data
- s = Standar Deviasi

Dikatakan distribusi normal apabila harga k_m terletak antara -1 dan $+1$. [7]

Uji homogenitas dimaksudkan untuk mengetahui variansi-variansi penelitian apakah sama atau tidak. Uji homogenitas menggunakan rumus:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (6)$$

keterangan :

Sh^2 = varain terbesar

Sk^2 = varians terkecil

Dengan kriteria uji tolak H_0 jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ dengan $F_{tabel} = F_{1/2\alpha(V_1, V_2)}$. Dan terima H_0 jika $F_{hitung} < F_{tabel}$. Serta besarnya α diambil 5% $V_1 = n_1 - 1$ dan $V_2 = n_2 - 1$ [7].

Dalam penelitian ini, pengujian hipotesis menggunakan uji t. Rumus hipotesis yaitu:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ = tidak ada perbedaan

$H_0: \mu_1 \neq \mu_2$ = terdapat perbedaan

Jadi, untuk uji t menggunakan rumus:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}} \quad (7)$$

Keterangan :

\bar{X}_1 = nilai rata-rata siswa kelompok eksperimen

\bar{X}_2 = nilai rata-rata siswa kelompok kontrol

$S1^2$ = varaian siswa kelompok eksperimen

$S2^2$ = varaian siswa kelompok kontrol

n_1 = sampel kelompok eksperimen

n_2 = sampel kelompok kontrol

Dengan demikian, kriteria pengujian diterima H_0 jika $t_{1/2} < t < t_{1-1/2} t_{\alpha}$ dimana $t_{1-1/2} t_{\alpha}$ didapat dari daftar distribusi t dengan $dk = (n_1 + n_2 - 2)$ dan peluang $(1 - 1/2\alpha)$. untuk hasil harga t lainnya H_0 ditolak [7].

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil belajar fisika siswa yang pembelajarannya menggunakan media peta konsep dan kelas kontrol diperoleh skor kategori tinggi, sedang dan rendah yang disajikan dalam tabel I berikut:

Tabel I. Persentase hasil belajar siswa ditinjau dari persentase nilai kategori tinggi, sedang dan rendah

No	Kategori	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
		Jumlah Siswa	Persentase (%)	Jumlah Siswa	Persentase (%)
1	Tinggi	6	16,67	0	0
2	Sedang	28	77,78	24	70,58
3	Rendah	3	8,33	10	29,41

Dari tabel di atas dapat dijelaskan bahwa 6 siswa yang mendapat nilai tinggi, 28 siswa mendapat nilai sedang dan 3 siswa mendapat nilai rendah. Dengan nilai rata-rata diperoleh 83,82.

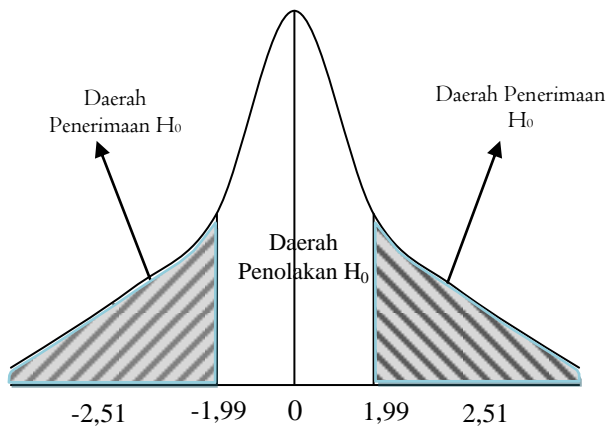
Hasil belajar fisika siswa yang pembelajarannya tidak menggunakan media tidak terdapat siswa yang mendapat nilai tinggi, 24 siswa mendapat nilai sedang dan 10 siswa mendapat nilai rendah. Dengan nilai rata-rata diperoleh 76,14.

Hasil pengujian normalitas data tes diperoleh nilai kurva kemiringan $-0,60$. Dikatakan distribusi normal apabila harga k_m terletak antara -1 dan $+1$. Dari pernyataan tersebut maka sampel dapat dikatakan normal karena nilai k_m adalah $-0,60$ berada diantara -1 dan $+1$.

Hasil perhitungan homogenitas diperoleh nilai $F_{hit} = 1,71$. Dengan taraf signifikansi 5% diperoleh nilai F_{tabel} dari perhitungan interpolasi didapat $F_{tabel} = 1,63$. Berdasarkan nilai F yang diperoleh dapat dilihat bahwa $F_{hit} > F_{tabel} = 1,71 > 1,63$. Karena harga F hitung lebih besar dari harga F tabel maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa varian data dalam penelitian ini adalah homogen [8].

Hasil perhitungan uji t diperoleh nilai $t_{hit} = 2,51$. kriteria pengujian diterima H_0 jika $t_{1/2} < t < t_{1-1/2} t_{\alpha}$ dimana $t_{1-1/2} t_{\alpha}$ didapat dari daftar distribusi t dengan $dk = (n_1 + n_2 - 2)$ dan peluang $(1 - 1/2\alpha)$. untuk hasil harga t lainnya H_0 ditolak [7].

Nilai t dari daftar normal baku dengan taraf signifikansi 5% yang memberikan $t_{0,05}$ adalah 1,96. Jadi kriteria pengujian yang dipakai adalah terima H_0 jika t_{hit} terletak antara $-1,99$ dan $1,99$. Hasil perhitungan diperoleh nilai $t_{hit} = 2,51$ tidak terletak antara $-1,96$ dan $1,96$, sehingga H_0 di tolak dan H_a diterima. Daerah penerimaan dan penolakan H_0



Gambar I. Kurva daerah penerimaan dan penolakan hipotesis nol

V. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian tentang pengaruh penggunaan media peta konsep pada pokok bahasan alat optik terhadap hasil belajar fisika siswa di kelas VIII MTs Nurul Huda Sukaraja Tahun Pembelajaran 2012/2013 dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar fisika yang signifikan antara siswa yang pembelajarannya menggunakan media peta konsep dengan siswa yang pembelajarannya tidak menggunakan media di kelas VIII MTs Nurul Huda Sukaraja Tahun Pembelajaran 2012/2013.

Kepustakaan

- [1] Trianto, *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*, Jakarta, kencana, 2010.
- [2] Dahar. Wilis, *Teori-Teori Belajar Dan Pembelajaran*, Jakarta, PT Gelora Aksara Pratama, 2011.
- [3] Prabowo. Pandu, *Perbedaan Hasil Belajar Biologi Menggunakan Media Peta Konsep Dan Media Audio Visual Pada Materi Pokok Sistem Peredaran Darah Manusia Di Kelas XI Sma N 2 Medan T.P 2009/2010*, FKIP UNM, 2009.
- [4] Yulinda, *Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA Srijaya Negara Palembang Pada Pokok Bahasan Kalor*, FKIP UNSRI, 2011.
- [5] Siregar. Sofiyan, *Statistika Deskriptik Untuk Penelitian*, Jakarta, Rajawali Pers, 2010.
- [6] Sudijono. Anas, *Pengantar Evaluasi Pendidikan*, Jakarta, PT Raja Grafindo Persada, 2010.
- [7] Sudjana, *Metode Statistika*, Bandung, Tarsito, 2005.
- [8] Sugiyono, *Statistika Untuk Penelitian*, Bandung, Alfabeta, 2012.

Pengembangan Buku Saku Fisika Berbasis Belajar Mandiri untuk SMP

Fitria Melliagrina Margaretivera Aisyah, Widodo

Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan

Jl. Pramuka 42 Sidikan, Umbulharjo, Yogyakarta 55161

Surat-e: amelliagrina@gmail.com

Sarana belajar yang paling sering digunakan oleh siswa dan guru adalah buku pelajaran. Pada umumnya, buku pelajaran memiliki ukuran yang relatif besar sehingga sulit dibawa dan materi yang disajikan pada setiap halamannya relatif panjang. Hal tersebut dapat menyebabkan rendahnya minat baca siswa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan buku saku fisika berbasis belajar mandiri serta mengetahui kelayakan buku saku yang telah dibuat. Penelitian pengembangan ini mengacu pada model pengembangan ADDIE yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Buku saku fisika dirancang menggunakan *Microsoft Word 2007*. Buku saku divalidasi oleh ahli materi dan ahli media sehingga kemudian siap di implementasikan kepada pengguna. Instrumen yang digunakan berupa angket dengan kriteria kelayakan yang telah ditentukan. Hasil penelitian pengembangan ini berupa buku saku fisika berbasis belajar mandiri untuk SMP dengan tingkat kelayakan 89% dari uji materi, 92,5% dari uji media, dan 88,8% dari uji pengguna. Dengan demikian, buku yang dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran fisika SMP.

Kata kunci: Buku saku fisika, Belajar mandiri maksimal

I. Pendahuluan

Sarana belajar yang paling sering digunakan oleh siswa dan guru adalah buku pelajaran. Pendidikan makin banyak bergantung pada barang cetakan, seperti buku-buku, majalah, diktat, dan lain-lain. Walaupun media bahasa tertulis terbatas, namun manfaatnya sangat besar. Melalui media tertulis, pengajaran akan lebih efektif karena verbalisme dapat dicegah dengan adanya gambar dan diagram. Belajar melalui media bahasa tertulis dapat tiga bahkan empat kali lebih cepat daripada belajar melalui media lisan. Pada umumnya, buku pelajaran yang beredar di pasaran memiliki ukuran yang relatif besar sehingga sulit dibawa dan materi yang disajikan pada setiap halamannya relatif panjang. Hal tersebut dapat menyebabkan rendahnya minat baca siswa terhadap mata pelajaran fisika[1].

Berdasarkan pengalaman peneliti mengajar pada pelaksanaan PPL di SMP Muhammadiyah I Berbah, peserta didik masih kesulitan dalam mengerjakan soal-soal hitungan. Peserta didik cenderung malas membaca dan malas mencari rumus dalam buku pelajaran yang memiliki uraian panjang dan memiliki ukuran yang relatif besar. Selain itu, dalam pembelajaran siswa masih sangat bergantung pada guru. Banyak peserta didik hanya mengandalkan penjelasan guru di sekolah tanpa mencari sumber informasi diluar jam pelajaran. Padahal, waktu pembelajaran di sekolah sangat terbatas dan materi fisika

cukup kompleks. Keterbatasan waktu di sekolah menuntut adanya inisiatif kegiatan mandiri dari peserta didik untuk belajar.

Dengan dilakukannya penelitian ini, peneliti berharap bahwa siswa mampu belajar mandiri dan memberi kemudahan bagi siswa dalam belajar. Dengan pemanfaatan buku saku fisika yang berukuran relatif kecil, mudah untuk dibawa kemana saja. Selain itu, dengan buku saku fisika yang memiliki uraian pendek diharapkan siswa lebih tertarik untuk membaca dibandingkan jika menggunakan buku dengan uraian yang panjang. Dalam pengembangan buku saku ini, penulis memakai penyajian materi yang mengacu pada permendikbud No. 54 tahun 2013 dan kisi-kisi ujian nasional SMP 2014 oleh BNSP.

II. Kajian Pustaka

I. Belajar Mandiri

Belajar mandiri adalah kegiatan belajar aktif yang didorong oleh niat atau motif untuk menguasai sesuatu kompetensi guna mengatasi suatu masalah, dan dibangun dengan bekal pengetahuan atau kompetensi yang telah dimiliki. Penetapan kompetensi sebagai tujuan belajar dan cara penyampaianya, baik penetapan waktu, tempat belajar, irama belajar, tempo belajar, cara belajar, sumber belajar, maupun evaluasi hasil belajar dilakukan oleh pembelajaran mandiridengan belajar mandiri siswa dapat melakukan kegiatan belajar secara aktif berdasarkan keinginannya sendiri untuk menguasai sesuatu kompetensi

yang dibangun dengan bekal pengetahuan atau kompetensi yang telah dimiliki[2].

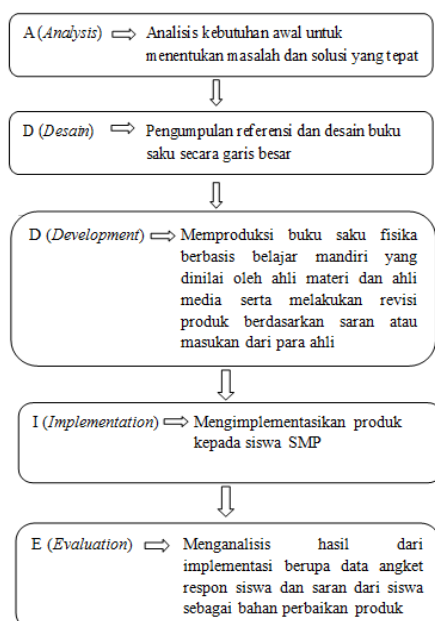
2. Buku Saku Fisika

Buku saku (*pocket book*) adalah buku berukuran kecil yang dapat disimpan kedalam saku dan mudah dibawa kemana-mana. Definisi lain menyebutkan *pocket book* adalah buku kecil yang mudah dibawa. Sehingga disimpulkan *pocket book* merupakan buku dengan ukuran yang kecil, baik itu yang dapat disimpan di saku ataupun tidak dan memiliki kepraktisan untuk dibawa serta dibaca[3].

Pocket book digunakan sebagai alat bantu yang menyampaikan informasi tentang materi pelajaran dan lainnya yang bersifat satu arah, sehingga bisa mengembangkan potensi peserta didik menjadi pembelajar mandiri. *Pocket book* fisika dapat disajikan dengan materi yang singkat tetapi jelas, perumusan dan contoh soal untuk mempermudah siswa dalam memahami materi yang disampaikan[4]. Selain itu soal evaluasi digunakan untuk melatih kemampuan siswa dalam mata pelajaran fisika.

III. Metode Penelitian/Eksperimen

Dalam penelitian ini penulis menggunakan desain pengembangan model ADDIE. Model ini sesuai dengan namanya, terdiri dari lima tahap utama, yaitu analisis (*analysis*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*) [5]. Alur desain pengembangan ADDIE dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Desain Pengembangan ADDIE

Uji coba produk dilakukan oleh para ahli yaitu, ahli materi (dosen fisika dan guru fisika), ahli media (dosen fisika dan guru TIK) dan kepada pengguna yaitu siswa SMP Muhammadiyah 1 Berbah. Angket respon siswa yang digunakan menggunakan model skala likert. Skala ini disusun dalam bentuk pernyataan dan diikuti oleh empat respon yang menunjukkan tingkatan, dimana alternatif responnya adalah Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), Sangat Tidak Setuju (STS). Skor 4 bagi Sangat Setuju (SS), skor 3 bagi Setuju (S), skor 2 bagi Tidak Setuju (TS), skor 1 bagi Sangat Tidak Setuju (STS).

Jenis data berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar penilaian produk oleh ahli materi, ahli media, dan angket respon siswa.

Data kualitatif

Data kualitatif diperoleh dari hasil penilaian ahli materi, ahli media, dan pengguna yang berupa masukan, tanggapan, kritik, saran dan perbaikan yang berkaitan dengan buku saku fisika berbasis belajar yang dikembangkan..

Data kuantitatif

Hasil penilaian oleh ahli materi, ahli media, dan angket respon siswa berupa data kuantitatif.

Data penelitian kemudian dianalisis menggunakan presentasi keberhasilan sebagai berikut[6].

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan NP adalah nilai persentase skor tiap aspek penilaian buku saku fisika yang diharapkan (dicari), R adalah jumlah skor dari tiap aspek penilaian SM adalah maksimal tiap aspek penilaian.

Dari persentase yang diperoleh kemudian ditransfer ke dalam bentuk nilai, dan dikonversi ke dalam bentuk tabel pedoman penilaian. Kualitas pengembangan buku saku fisika berbasis belajar dapat dikatakan layak apabila berada pada nilai konversi A atau B.

Tabel 1. Kriteria Nilai Konversi Lembar Penilaian Ahli Materi, Ahli Media, dan Angket Respon Siswa

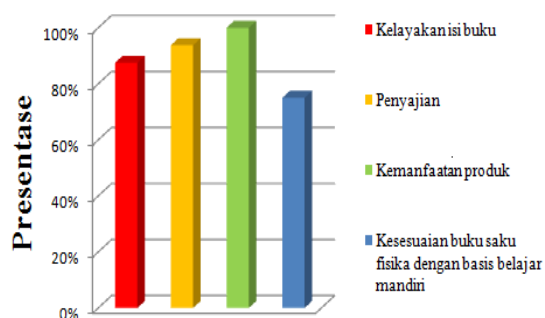
Presentase Skor (%)	Nilai Konversi	Kriteria Kuantitatif
$76\% \leq x \leq 100\%$	A	Sangat layak
$51\% \leq x \leq 75\%$	B	Layak
$26\% \leq x \leq 50\%$	C	Cukup layak
$0\% \leq x \leq 25\%$	D	Tidak layak

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil analisis angket dari para ahli dan pengguna tersebut adalah sebagai berikut.

Analisis Angket Ahli Materi

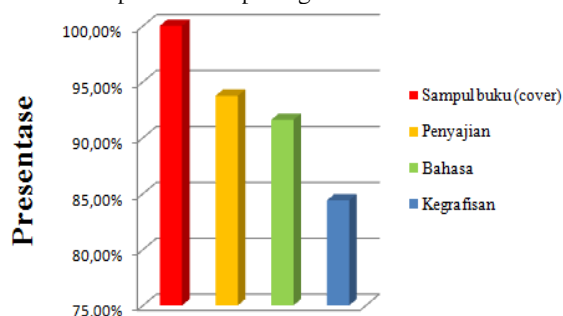
Berdasarkan analisis penilaian oleh ahli materi, diperoleh aspek kelayakan isi buku saku sebesar 87,5%, aspek kelayakan penyajian sebesar 93,75%, aspek kemanfaatan produk sebesar 100%, dan aspek kesesuaian buku saku fisika dengan basis belajar mandiri sebesar 75%. Rata-rata penilaian oleh ahli materi diperoleh hasil 89% berada pada kategori sangat layak menjadi media pembelajaran fisika untuk SMP. Diagram penilaian ahli materi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Penilaian Ahli Materi

Analisis Angket Ahli Media

Berdasarkan analisis penilaian oleh ahli media, diperoleh aspek aspek sampul buku (*cover*) sebesar 100%, aspek kelayakan penyajian sebesar 93,75%, aspek bahasa sebesar 91,6%, dan aspek kegrafisan sebesar 84,4%. Jika di rata-rata penilaian oleh ahli media diperoleh hasil 92,5% berada pada kategori sangat layak media pembelajaran fisika untuk SMP. Diagram penilaian ahli materi dapat dilihat pada gambar 3.



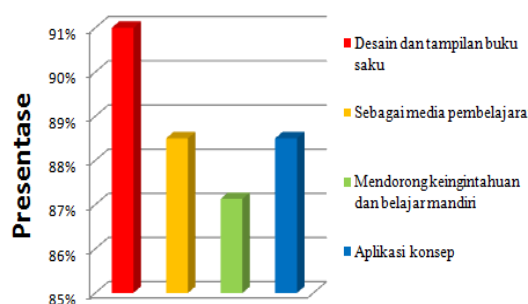
Gambar 3. Diagram Penilaian Ahli Media

Analisis Angket Pengguna

Setelah buku saku fisika dinyatakan layak oleh ahli materi dan ahli media, maka buku saku rumus fisika

berbasis belajar mandiri diujicobakan kepada siswa di SMP Muhammadiyah I Berbah. Uji coba dilaksanakan di kelas IX dengan melibatkan 27 siswa.

Berdasarkan analisis penilaian oleh pengguna didapatkan hasil persentase tiap aspek yaitu aspek desain dan tampilan buku saku sebesar 91%, aspek sebagai media pembelajaran sebesar 88,5%, aspek mendorong keingintahuan dan belajar mandiri sebesar 87,13%, dan aspek aplikasi konsep sebesar 88,5%. Dengan demikian, rata-rata diperoleh presentase penilaian angket respon siswa secara keseluruhan sebesar 88,8% berada pada kategori sangat layak. Diagram hasil angket respon siswa dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Hasil Angket Respon Siswa

Berdasarkan hasil penilaian angket oleh ahli materi, media, dan respon siswa maka buku saku fisika berbasis belajar mandiri dapat digunakan dalam pembelajaran.

V. Kesimpulan

1. Telah dikembangkan media pembelajaran berupa buku saku fisika berbasis belajar mandiri untuk SMP yang dapat digunakan dalam pembelajaran.
2. Buku saku fisika berbasis belajar mandiri untuk SMP layak digunakan oleh siswa SMP dengan persentase penilaian ahli materi sebesar 89%, penilaian ahli media sebesar 92,5% dan respon siswa sebesar 88,8%.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Universitas Ahmad Dahlan dan SMP Muhammadiyah I Berbah yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

Kepustakaan

- [1] Nasution, *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar & Mengajar*, Bandung PT. Bumi Aksara, 1982.
- [2] Mujiman, Haris, *Manajemen Pelatihan Berbasis Belajar Mandiri*, Yogyakarta, Pustaka Pelajar, 2011.
- [3] Yulian A.S, Sukarmin, Daru Wahyuningsih, Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berupa Buletin Dalam Bentuk Buku Saku Untuk Pembelajaran Fisika Kelas VIII Materi Gaya

- Ditinjau Dari Minat Baca Siswa, *Jurnal Pendidikan Fisika Vol.1 No.1*, 2013.
- [4] Nurul Hidayati D.S, Jamzuri, Dwi Teguh R, Perbedaan Hasil Belajar Siswa Antara Menggunakan Media *Pocket Book* dan Tanpa *Pocket Book* Pada Materi Kinematika Gerak Melingkar Kelas X, *Jurnal Pendidikan Fisika Vol.1 No.1*, 2013.
- [5] Benny A Pribadi, *Model Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta, Dian Rakyat, 2009.
- [6] M Purwanto, *Prinsip-Prinsip Dan Teknik Evaluasi Pengajaran*, Bandung, PT Remaja Rosdakarya, 2006.
- [7] BSNP, *Kisi-Kisi Ujian Nasional Tahun Pelajaran 2012/2013*, 2013. Website: <http://Bsnp-indonesia.org>, diakses tanggal 3 April 2014.
- [8] Permendikbud, *Permendikbud No. 54 Tahun 2013*, 2013. Website: <http://www.puskurbuk.net>, diakses tanggal 3 April 2014.

Penerapan Model Pembelajaran Generatif untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Fisika MTs Hidayatullah Mataram

Fakhrunisyah

Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Jl. Prakuma 42 Sidikan, Umbulharjo, Yogyakarta 55161

Saiful Prayogi, M. Fuaddunnazmi

IKIP Mataram
Jl. Pemuda No. 59A Mataram 83125

Surat-e: Fakhrunisyah2014@yahoo.co.id

Hasil observasi yang dilakukan di MTs Hidayatullah Mataram ditemukan bahwa ketuntasan klasikal yang diperoleh masih rendah. Hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti bahwa di sekolah tersebut penggunaan model pembelajaran generatif belum dilaksanakan secara optimal, karena masih didominasi dengan metode ceramah. Model pembelajaran generatif mengajak siswa agar mampu mengintegrasikan pengetahuan yang dimiliki sebelumnya dengan pengetahuan barunya sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas yang dilakukan dalam 2 siklus yang terdiri dari tahap perencanaan, pelaksanaan, observasi, evaluasi dan refleksi yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Subjek dari penelitian ini adalah siswa kelas VIII.B MTs Hidayatullah Mataram. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan berpikir kritis siswa pada siklus I sebesar 58,33% dengan kategori kurang kritis, sedangkan siklus II sebesar 74,50% yang masuk dalam kategori kritis. Berdasarkan hasil data kemampuan berpikir kritis siswa sehingga disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran generatif dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Kata kunci: Model Pembelajaran Generatif, Berpikir Kritis

I. Pendahuluan

Undang-Undang Nomor 81A Tahun 2013 tentang implementasi kurikulum pembelajaran yang mencakup kerangka konseptual dan operasional tentang strategi pembelajaran, sistem kredit semester, penilaian hasil belajar, dan layanan bimbingan dan konseling. Cakupan pedoman ini dikembangkan dalam kerangka implementasi kurikulum 2013. Strategi pembelajaran sangat diperlukan dalam menunjang terwujudnya seluruh kompetensi yang dimuat dalam kurikulum 2013.

Pembelajaran IPA khususnya fisika sangat ditentukan oleh kegiatan-kegiatan nyata yang timbul dari pemikiran siswa sendiri. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti di MTs Hidayatullah Mataram, khususnya pada kelas VIII terlihat bahwa ketuntasan belajar siswa pada bidang studi fisika khususnya pada nilai akhir belum mencapai ketuntasan belajar yang maksimal dalam arti ketuntasan klasikalnya masih kurang dari 85%. Hal tersebut disebabkan karena penerapan model

pembelajaran yang kurang optimal sehingga menyebabkan motivasi dan aktivitas belajar siswa dalam proses belajar mengajar fisika masih kurang. Hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti bahwa di sekolah tersebut penggunaan model pembelajaran generatif belum dilaksanakan secara optimal, karena masih didominasi dengan metode ceramah. Hal ini tampak dari kurang antusiasnya siswa dalam bertanya, menyampaikan pendapat, menjawab pertanyaan dan mengerjakan soal-soal latihan. Suatu kelas dikatakan tuntas belajarnya jika di kelas tersebut telah tercapai ketuntasan klasikal dengan persentase $\geq 85\%$ dan nilai rata-rata atau KKM 70. Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa belum ada kelas yang tuntas. Salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan di sini untuk dapat membantu siswa dalam kegiatan belajar mengajar adalah model pembelajaran generatif. Model pembelajaran ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti mencoba melakukan penelitian tentang "Penerapan

Model Pembelajaran Generatif untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Fisika siswa MTs Hidayatullah Mataram”.

II. Kajian Pustaka

Pembelajaran Generatif (PG) merupakan terjemahan dari Generative Learning (GL). Menurut Osborne dan Wittrock[1], pembelajaran generatif merupakan suatu model pembelajaran yang menekankan pada pengintegrasian secara aktif pengetahuan baru dengan menggunakan pengetahuan yang sudah dimiliki siswa sebelumnya. Pengetahuan baru itu akan diuji dengan cara menggunakannya dalam menjawab persoalan atau gejala yang terkait.

Adapun langkah-langkah dalam model pembelajaran generatif adalah sebagai berikut:

1. Pendahuluan atau tahap eksplorasi

Tahap pertama yaitu tahap eksplorasi yang disebut juga tahap pendahuluan. Pada tahap eksplorasi guru membimbing siswa untuk melakukan eksplorasi terhadap pengetahuan, ide, atau konsepsi awal yang diperoleh dari pengalaman sehari-harinya atau diperoleh dari pembelajaran pada tingkat kelas sebelumnya.

2. Pemfokusan

Tahap kedua yaitu tahap pemfokusan. Pada tahap ini guru bertugas sebagai fasilitator yang menyangkut kebutuhan sumber, memberi bimbingan dan arahan, dengan demikian para siswa dapat melakukan proses sains.

3. Tantangan

Tahap ketiga yaitu tahap tantangan atau disebut juga tahap pengenalan konsep. Setelah siswa memperoleh data, selanjutnya menyimpulkan dan menulis dalam lembar kerja. Siswa diminta mempresentasikan temuannya melalui diskusi kelas.

4. Penerapan konsep

Pada tahap ini, siswa diajak untuk dapat memecahkan masalah dengan menggunakan konsep barunya atau konsep benar dalam situasi baru yang berkaitan dengan hal-hal praktis dalam kehidupan sehari-hari[2].

III. Metode Penelitian/Eksperimen

Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas dengan subjek penelitian adalah siswa VIII.B MTs Hidayatullah Mataram tahun pelajaran 2013/2014 yang terdiri dari dua siklus, dimana setiap siklus terdiri dari tahapan-tahapan sebagai berikut: perencanaan, pelaksanaan, observasi, evaluasi dan refleksi[3].

Kemampuan berpikir kritis yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah kemampuan siswa dalam mengidentifikasi masalah, membuat hipotesis dan kemampuan membuat inferensi.

Dengan kriteria kemampuan berpikir kritis sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria kemampuan berpikir kritis

Skala perolehan	Kategori
81,25-100	Sangat kritis
62,50-81,25	Kritis
43,75-62,50	Kurang kritis
25,00-43,75	Sangat kurang kritis

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Secara umum kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII.B setelah menggunakan model pembelajaran generatif mengalami peningkatan dari siklus I ke siklus II. Hal ini dapat dilihat dari nilai kemampuan berpikir kritis siswa yang disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Data Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Siklus	Jumlah Siswa yang Ikut Tes	Nilai Rata-rata	Kriteria	Ket
I	15	58,33	Kurang Kritis	Sangat Kritis, jika 81,25-100 Kritis, jika 62,50-81,25
II	16	74,50	Kritis	Kurang Kritis, jika 43,75-62,50 Tidak Kritis, jika 25,00-43,75

V. Pembahasan

Penelitian tindakan kelas ini dilakukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII MTs Hidayatullah Mataram tahun pelajaran 2013/2014 pada pokok bahasan getaran dangelombang melalui penerapan model pembelajaran generatif. Berdasarkan hasil analisis data kemampuan berpikir kritis siswa pada siklus I masih kurang kritisnya itu sebesar 58,33% sehingga penelitian harus dilanjutkan ke siklus II. Untuk mengatasi kekurangan pada siklus I, guru melakukan perbaikan-perbaikan tindakan dalam pembelajaran pada siklus II. Berdasarkan hasil analisis data kemampuan berpikir kritis meningkat yaitu 74,50% yang berada pada kategori kritis. Berdasarkan hasil analisis kemampuan berpikir kritis siswa pada siklus I dan siklus II yang dianalisis dari soal evaluasi kemampuan berpikir kritis, pada indikator 1, indikator 2, dan indikator 3 mengalami peningkatan nilai kemampuan berpikir kritis, dimana indikator 1 meningkat dari 70 pada siklus I menjadi 79,68 pada siklus II, indikator 2 juga meningkat dari 58,30 menjadi 68,75, sedangkan indikator 3 dari 46,67 pada siklus I menjadi 75 pada siklus II. Keberhasilan model pembelajaran generatif adalah adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dari siklus I ke siklus II.

VI. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dapat disimpulkan yaitu penerapan model pembelajaran generatif dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini terbukti dari nilai kemampuan berpikir kritis siswa 58,33 menjadi 74,50 pada siklus II yang termasuk dalam kategori kritis.

Kepustakaan

- [1] Agina. 2010. *Model pembelajaran generatif* (online). <http://aginaku.wordpress.com/2010/12/04/model-pembelajaran-generatif/>, diakses tanggal 25 desember 2013.
- [2] Wena, M. 2009. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [3] Arikunto, S. 2010. *Prosedur penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [4] Yulianti, dkk. 2011. *Pembelajaran Fisika Berbasis Hands On Activities Untuk Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMP*. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 7 (2011) 23-27. ISSN: 1693-1246. <http://journal.unnes.ac.id>

Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Fisika Berbasis Pendekatan Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Siswa SMA/MA pada Pokok Bahasan Optika

Kurnia Pratiwi, Widodo

Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Kampus II, Jl. Pramuka No. 42 Lt 3 Telp (0274)563515 fax. 564604, Yogyakarta 55161
Surat-e: kurniapratiwie.pfis@gmail.com

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan buku petunjuk praktikum fisika berbasis pendekatan inkuiri terbimbing, mengetahui tingkat kelayakan produk, dan mengetahui efektivitas produk terhadap keterampilan proses siswa.

Jenis penelitian adalah penelitian *Research & Development* yang dikembangkan Sugiyono, langkah penelitian hanya sampai langkah ke-tujuh meliputi potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, dan revisi produk. Subjek uji coba terbatas adalah kelas X. E MAN I Tempel. Teknik pengumpulan data berupa angket dan observasi. Analisis data yang digunakan adalah *t-test* berkorelasi.

Hasil penelitian menunjukkan produk hasil pengembangan memperoleh nilai 86,36% artinya produk layak digunakan oleh siswa. Hasil uji coba produk diperoleh nilai rata-rata keterampilan proses secara klasikal meningkat dari 56,74% menjadi 75,49%. Besar signifikansi $t_{hitung} -27,61 < t_{tabel} 1,943$ yang artinya efektivitas buku petunjuk praktikum fisika berbasis pendekatan inkuiri terbimbing terhadap keterampilan proses siswa lebih besar dari buku petunjuk praktikum yang ada di sekolah.

Kata kunci: buku petunjuk praktikum, inkuiri terbimbing, keterampilan proses

I. Pendahuluan

Fisika merupakan ilmu yang lahir dan berkembang lewat langkah-langkah observasi, perumusan masalah, penyusunan hipotesis, pengujian hipotesis melalui eksperimen, penarikan kesimpulan serta penemuan teori dan konsep. Hakikat fisika adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari gejala-gejala melalui serangkaian proses yang dikenal dengan proses ilmiah yang dibangun atas dasar sikap ilmiah dan hasilnya terwujud sebagai produk ilmiah yang tersusun atas tiga komponen terpenting berupa konsep, prinsip, dan teori yang berlaku secara universal [1].

Proses belajar mengajar yang baik adalah pembelajaran yang memberikan pengalaman langsung kepada siswa. Dalam kegiatan pembelajaran siswa secara aktif melakukan proses pembelajaran sehingga keterampilan proses siswa dapat berkembang. Keterampilan proses perlu dilatihkan/dikembangkan dalam pengajaran IPA karena keterampilan proses mempunyai peran-peran yaitu membantu siswa belajar mengembangkan pikirannya, memberi kesempatan kepada siswa untuk melakukan

penemuan, meningkatkan daya ingat, memberikan kepuasan instrinsik bila anak telah berhasil melakukan sesuatu, dan membantu siswa mempelajari konsep-konsep sains [II].

Kegiatan praktikum merupakan salah satu bentuk interaksi siswa dengan lingkungannya. Kegiatan praktikum ini banyak mengembangkan keterampilan proses siswa diantaranya melakukan pengamatan, interpretasi hasil pengamatan, mengukur, meramalkan, menerapkan konsep, merencanakan dan melakukan percobaan, serta komunikasi. Dalam kegiatan praktikum diperlukan adanya sarana dan prasarana yang dapat mendukung berjalannya praktikum salah satunya petunjuk praktikum. Siswa akan dengan mudah dan lancar dalam menjalankan praktikum jika petunjuk praktikum tersebut jelas dan komunikatif.

Petunjuk praktikum tersebut harus mengarahkan siswa pada proses penemuan sehingga siswa memperoleh suatu konsep atau teori berdasarkan hasil dari pengamatannya, proses penemuan (inkuiri) ini dapat dimulai dengan langkah orientasi, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, merencanakan dan melakukan pengamatan,

menganalisis data untuk menguji hipotesis, dan merumuskan kesimpulan.

Hasil observasi yang dilakukan di MA Negeri 1 Tempel memberikan informasi bahwa petunjuk praktikum yang digunakan oleh guru selama ini belum mengembangkan proses penemuan bagi siswa sehingga keterampilan proses siswa pun tidak berkembang secara maksimal. Jumlah percobaan khususnya pada pokok bahasan optika masih minim, belum mencakup semua kompetensi. Agar siswa memperoleh pengetahuan berdasarkan pengalamannya sendiri melalui proses penemuan dan dapat mengembangkan keterampilan proses, maka diperlukan pengembangan petunjuk praktikum berbasis pendekatan inkuiri terbimbing yang diharapkan dapat meningkatkan keterampilan proses siswa dalam belajar.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah (1) merancang buku petunjuk praktikum fisika berbasis inkuiri terbimbing untuk siswa SMA/MA kelas X pada pokok bahasan optika, (2) mengetahui tingkat kelayakan buku petunjuk praktikum fisika berbasis inkuiri terbimbing pada pokok bahasan optika untuk digunakan sebagai bahan ajar bagi siswa pada saat kegiatan praktikum, dan (3) mengetahui efektivitas buku petunjuk praktikum fisika berbasis pendekatan inkuiri terbimbing terhadap peningkatan keterampilan proses siswa

II. Kajian Pustaka

Penelitian pengembangan buku petunjuk praktikum fisika untuk SMA telah dilakukan sebelumnya oleh [2], hasilnya diperoleh penilaian kualitas buku petunjuk praktikum fisika sebesar 107,67 dengan kategori tinggi. Hasil penilaian aspek psikomotorik siswa kelompok eksperimen sebesar 64,3% dan berpredikat cukup. Hasil penilaian aspek psikomotorik siswa kelompok kontrol sebesar 82,86% dan berpredikat baik. Penelitian pengembangan perangkat pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing yang telah dilakukan [3] diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran RPP masuk kategori sangat baik, LKS yang berkarakter inkuiri terbimbing mendapatkan kategori baik, dan lembar observasi psikomotor masuk kategori baik. Hasil psikomotor siswa pada kegiatan 1 mendapat skor rata-rata 3,27 dengan kategori baik dan pada kegiatan 2 mendapatkan skor rata-rata 3,55 dengan kategori baik sekali. Pustaka [4] melalui penelitian pengembangannya memperoleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa tingkat keterbacaan model lembar kerja siswa adalah 93,5%, tingkat penerapan model lembar kerja siswa adalah 92,6%, dan tingkat evaluability dari worksheet siswa adalah 96,0%. Hasil ini menunjukkan bahwa kualitas model lembar kerja siswa sangat tinggi.

Pembelajaran fisika merupakan suatu usaha yang disusun secara sistematis untuk menghasilkan proses belajar ilmu alam yang meliputi fenomena-fenomena fisis sehingga dalam proses belajar fisika siswa harus terlibat secara aktif dalam proses penemuan pengetahuan. Salah satunya adalah melalui kegiatan eksperimen. Pustaka [5] menyatakan bahwa pekerjaan eksperimen mengandung makna belajar untuk berbuat. Melalui kegiatan eksperimen siswa terlatih untuk menemukan konsep berdasarkan pengalamannya langsung.

Model pembelajaran inkuiri terbimbing merupakan salah satu model pembelajaran yang melibatkan siswa aktif belajar untuk mencapai tujuan belajar. Pustaka [6] menyatakan bahwa inkuiri merupakan proses pendefinisian dan penyelidikan masalah, merumuskan hipotesis, merancang percobaan, mengumpulkan data, dan menarik kesimpulan dari masalah. Proses inkuiri meliputi masalah semula, merumuskan hipotesis, merancang pendekatan penyelidikan, menguji gagasan (misalnya melakukan eksperimen), mensintesis pengetahuan, mengembangkan sikap tertentu (misalnya objektif, rasa ingin tahu, terbuka, keinginan dan menghormati model teori, bertanggung jawab, menunda penilaian sampai data diperoleh, dan mengecek hasilnya).

Langkah-langkah pembelajaran inkuiri adalah orientasi, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, menguji hipotesis, dan merumuskan kesimpulan [7]. Dalam proses pembelajaran inkuiri terbimbing siswa didorong untuk dapat menyelesaikan masalah yang sama dengan sebelumnya, baik secara sendiri maupun kelompok. Peran guru dalam pembelajaran hanya memberikan bantuan seperlunya untuk memastikan bahwa siswa tidak gagal dan terlalu frustrasi dalam memperoleh pengalaman. Guru dapat memberikan bantuan dalam bentuk pertanyaan, meminta siswa berpikir tentang bagaimana proses investigasi, mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa, memberi mereka arahan apa yang harus dilakukan. Pertanyaan yang baik, diberikan pada waktu yang tepat, dapat hanya berupa stimulus yang dibutuhkan untuk mendorong siswa menjadi lebih terlibat dalam penyelidikan.

Dalam pembelajaran aktif, keterampilan proses siswa dapat turut berkembang. Keterampilan proses dapat mendorong siswa untuk mengembangkan kemampuannya dalam memperoleh pengetahuan. Depdikbud dalam [8] menyatakan bahwa keterampilan proses dapat diartikan sebagai wawasan atau anutan pengembangan keterampilan-keterampilan intelektual, sosial dan fisik yang bersumber dari kemampuan-kemampuan mendasar yang pada prinsipnya telah ada dalam diri siswa. Dalam pedoman proses belajar-mengajar keterampilan proses dikelompokkan menjadi tujuh, yaitu: mengamati, menggolongkan, menafsirkan, meramalkan, menerapkan, merencanakan penelitian, dan mengkomunikasikan [8].

Dalam melaksanakan model pembelajaran inkuiri terbimbing juga diperlukan bahan ajar, sarana dan prasarana yang tepat. Salah satu bahan ajar yang mendukung proses inkuiri adalah buku petunjuk praktikum. Buku ini sebagai bahan ajar pendukung yang memberikan petunjuk kepada siswa dalam melaksanakan praktikum.

Diknas dalam [9] menyatakan bahwa buku sebagai bahan ajar merupakan buku yang berisi ilmu pengetahuan hasil analisis terhadap kurikulum dalam bentuk tertulis. Buku petunjuk praktikum berisi petunjuk-petunjuk praktis dalam kegiatan praktikum bagi siswa sebagai pengguna. Buku petunjuk praktikum yang dikembangkan terdiri dari beberapa komponen, yaitu cover, judul, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, petunjuk bagi siswa, petunjuk bagi guru, bab I pengukuran, bab II optika, bab III petunjuk praktikum, dan daftar pustaka.

Optika merupakan salah satu materi fisika SMA yang proses pembelajarannya dapat menggunakan pendekatan inkuiri terbimbing dengan strategi belajar eksperimen. Optika merupakan cabang ilmu fisika yang mempelajari mengenai cahaya. Optika geometri merupakan salah satu cabang optika yang mempelajari cahaya dengan menggunakan alat-alat relatif lebih besar (makroskopis) dibandingkan dengan panjang gelombang cahaya. studi tentang fenomena-fenomena dimana pendekatan sinar adalah sah [10]. Untuk memahami bayangan dan pembentukan bayangan, diperlukan model sinar dari cahaya, hukum refleksi, hukum refraksi dan ilmu geometri dan trigonometri sederhana [11]. Fenomena pembentukan bayangan oleh alat optik merupakan salah satu kajian optika.

III. Metode Penelitian/Eksperimen

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian pengembangan atau *Research and Development (R&D)* yaitu pengembangan bahan ajar berupa buku petunjuk praktikum fisika berbasis pendekatan inkuiri terbimbing untuk SMA kelas X semester II pada pokok bahasan optika. Prosedur pengembangan yang digunakan adalah prosedur *R&D* yang dikembangkan oleh Sugiyono. Pada penelitian ini dilakukan sampai pada langkah ketujuh. Ketujuh tahapan tersebut yaitu potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi produk, revisi desain, uji coba produk, revisi produk, dan hasil dari revisi diperoleh produk akhir.

Jenis data dalam penelitian pengembangan ini yaitu data hasil penilaian oleh ahli dan guru fisika SMA/ MA terhadap produk pengembangan, penilaian keterampilan proses siswa kelas X MA pada saat praktikum fisika pada pokok bahasan optika, dan penilaian keterlaksanaan RPP pada saat kegiatan pembelajaran.

Pengujian produk dilakukan dengan teknik *before-after*. Pada tahap pertama siswa melakukan praktikum dengan menggunakan panduan yang ada di sekolah. Kemudian pada tahap kedua, siswa diberi perlakuan yaitu praktikum dengan menggunakan produk hasil pengembangan. Perbedaan signifikansi diuji dengan *t-test* sampel berkorelasi, dengan rumus:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n} + \frac{s_2^2}{n} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}} \right)}} \quad (1)$$

Keterangan:

- \bar{x}_1 = Rata-rata sampel I (sistem kerja lama)
- \bar{x}_2 = Rata-rata sampel 2 (sistem kerja baru)
- s_1^2 = Simpangan baku sampel I (sistem kerja lama)
- s_2^2 = Simpangan baku sampel 2 (sistem kerja baru)
- s_1 = Varian sampel I
- s_2 = Varian sampel 2
- r = Korelasi antara data dua kelompok [12].

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu angket untuk uji validitas produk, observasi untuk menilai keterampilan proses siswa dan keterlaksanaan RPP, dan wawancara untuk memperoleh informasi pada saat observasi. Sementara untuk menguji validitas instrumen dilakukan uji validitas isi, konstruk dan empiris.

Teknik analisis data pada hasil validitas produk oleh ahli yaitu dilakukan dengan cara menghitung tingkat kelayakan produk secara keseluruhan dengan rumus sebagai berikut:

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana *NP* adalah nilai persentase, *R* adalah jumlah skor yang diperoleh, dan *SM* adalah skor maksimum ideal. Nilai persentase kemudian dikategorikan sesuai pada tabel I [13].

Tabel I. Kategori Penilaian

Nilai Persentase	Nilai	Kategori
86 - 100%	A	Sangat baik
76 - 85%	B	Baik
60 - 75%	C	Cukup
55 - 59%	D	Kurang
≤ 54%	E	Kurang sekali

Penilaian keterampilan proses siswa masing-masing kelompok dicari dengan menggunakan persamaan (2). Hasilnya kemudian dikategorikan sesuai dengan tabel I.

Analisis penilaian keterlaksanaan RPP dilakukan dengan menjumlahkan skor dari observer untuk kemudian dicari nilai persentasenya dengan menggunakan persamaan (2) dan hasilnya dikategorikan sesuai dengan tabel 1.

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Produk yang dihasilkan berupa buku petunjuk praktikum fisika berbasis pendekatan inkuiri terbimbing. Komponen produk terdiri dari kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, petunjuk bagi siswa, petunjuk bagi guru, bab I pengukuran, bab II optika, bab III petunjuk praktikum, dan daftar pustaka. Materi yang dipilih adalah optika dan terbagi pada sembilan petunjuk praktikum. Dari masing-masing petunjuk terdiri dari judul, standar kompetensi, kompetensi dasar, materi pokok, tujuan praktikum, problem, alat dan bahan, langkah percobaan, hasil pengamatan, analisis data, dan kesimpulan. Produk yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli.

Hasil analisis persentase terhadap validitas dari masing-masing validator diperoleh nilai persentase sebesar 86,36% dengan predikat sangat baik. Ini artinya produk layak digunakan dalam kegiatan praktikum.

Setelah dilakukan uji coba produk dengan teknik *before-after*, secara klasikal nilai keterampilan proses siswa meningkat dari tahap I sebelum menggunakan produk ke tahap II setelah menggunakan produk pengembangan, adapun nilai persentase keterampilan proses siswa secara klasikal terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Peningkatan Keterampilan Proses Siswa secara Klasikal

Kelompok	Nilai		Peningkatan (%)
	Tahap I(%)	Tahap II(%)	
I	53,29	70,39	19,10
II	58,55	78,95	20,40
III	63,16	82,89	19,73
IV	51,97	69,74	17,77
Jumlah	226,97	301,97	77
Nilai rata-rata	56,74	75,49	18,75

Berdasarkan data pada tabel 2, secara klasikal nilai rata-rata sebelum menggunakan produk (tahap I) yaitu 56,74% dengan predikat kurang, setelah menggunakan produk pengembangan (tahap II) diperoleh nilai rata-rata 75,49% dengan predikat cukup. Terdapat peningkatan nilai dari tahap I ke tahap II sebesar 18,75%. Signifikansi peningkatan keterampilan proses siswa terlihat dengan pembuktian *test-t* sampel berkorelasi yang diperoleh $t_{hitung} -27,61 < t_{tabel} 1,943$ yang artinya buku petunjuk praktikum hasil pengembangan lebih efektif dibandingkan dengan buku petunjuk praktikum yang ada di sekolah.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diperoleh kesimpulan bahwa dari penelitian produk berupa buku petunjuk praktikum fisika berbasis pendekatan inkuiri terbimbing pada pokok bahasan optika. Produk yang dikembangkan layak digunakan sebagai bahan ajar bagi siswa pada saat kegiatan praktikum. Hal ini ditunjukkan dengan nilai yang diperoleh dari validator sebesar 86,36% predikat sangat baik.

Buku petunjuk praktikum fisika berbasis pendekatan inkuiri terbimbing efektif terhadap peningkatan keterampilan proses siswa. nilai rata-rata keterampilan proses siswa secara klasikal meningkat sebesar 18,75%. Dari *test-t* sampel berkorelasi diperoleh $t_{hitung} -27,61 < t_{tabel} 1,943$ yang menunjukkan buku petunjuk praktikum hasil pengembangan lebih efektif dari buku petunjuk praktikum fisika yang ada di sekolah dalam meningkatkan keterampilan proses siswa.

Kepustakaan

- [1] Trianto, *Model Pembelajaran Terpadu Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*, Jakarta: Bumi Aksara, 2010.
- [2] Sukirman, *Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Fisika SMA Kelas X Semester II, Skripsi*. Universitas Ahmad Dahlan, 2010.
- [3] Darmadi, *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Psikomotor pada Hukum Kirchhoff, Skripsi*, Universitas Negeri Yogyakarta, 2012.
- [4] Sunyono, *Development of Student Worksheet Base on Environment to Sains Material of Yuniior High School in Class VII on Semester I, Proceeding of the 2nd International Seminar of Science Education-UPI*, Bandung, 2008, pp 1-12. Website: http://sunyonoms.file.wordpress.com/2012/12/makalah_seminar_bandung_08_pdf. Diunduh pada tanggal 29 Mei 2013.
- [5] Sagala, Saiful, *Konsep dan Makna Pembelajaran*, Bandung: Alfabeta, 2010.
- [6] Trowbridge, Leslie. W, *Becoming a Secondary School Science Teacher. Fifth Edition*, Melbourne: Merrill Publishing Company, 1990.
- [7] Sanjaya, Wina, *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*, Jakarta: Rineka Cipta, 2009.
- [8] Dimiyati & Mudjiono, *Belajar dan Pembelajaran*, Jakarta: Rineka Cipta, 2009.
- [9] Prastowo, Andi, *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*, Yogyakarta: Diva Press, 2012.
- [10] Tipler, *Fisika untuk Sains dan Teknik edisi ketiga jilid 2*, jakarta: Erlangga, 2001.
- [11] Young & Freedman, *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 2*, Jakarta: Erlangga, 2002.
- [12] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2009.
- [13] Purwanto, Ngalim, *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*, Bandung: Remaja Rosdakarya, 2006.

Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek pada Siswa SMA untuk Meningkatkan Mutu Pembelajaran Fisika pada Pokok Bahasan Gerak Parabola

Sutilah

Pasca Sarjana Pendidikan Fisika UAD Yogyakarta
Jalan Pramuka No.42 Sidikan Yogyakarta
Surat-e: lilawardana@yahoo.co.id

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas pelaksanaan model pembelajaran berbasis proyek dalam meningkatkan mutu pembelajaran Fisika di kelas XI MIA UI pada semester ganjil tahun pelajaran 2014/2015 di SMA Negeri I Cawas. Metode penelitian yang diterapkan sesuai prosedur penelitian tindakan kelas (PTK) yaitu menggunakan sistem siklus dengan empat tahapan pada masing-masing siklusnya. Peningkatan mutu pembelajaran diketahui dari adanya peningkatan partisipasi aktif siswa dalam proses kegiatan belajar mengajar, peningkatan nilai ulangan siswa, dan peningkatan aktivitas guru.

Kata kunci: mutu pembelajaran, penugasan proyek, partisipasi siswa

I. Pendahuluan

Beberapa guru di MGMP kabupaten Klaten menyatakan bahwa pembelajaran Fisika umumnya menggunakan metode ceramah. Ada kelemahan dari penggunaan metode ceramah walaupun diakui ada juga beberapa kelebihan. Salah satu kelemahan metode ceramah adalah pembelajaran cenderung menjadi monoton, kurang menarik perhatian, kurang memotivasi, siswa menjadi jenuh karena kurang diberdayakan. Metode ceramah juga kurang merangsang kreatifitas siswa sehingga pengalaman belajar yang ingin didapatkan kadang tidak tercapai.

Keadaan yang demikian menjadi kontradiktif, di satu sisi tuntutan kurikulum 2013 tentang kompetensi yang patut dimiliki siswa harus dipenuhi (sikap, pengetahuan, dan ketrampilan) namun di sisi lain kegiatan belajar mengajar kurang menarik. Untuk memecahkan masalah tersebut maka model pembelajaran yang lain diperlukan untuk mengganti/melengkapi metode ceramah. Tujuannya adalah agar pembelajaran menjadi lebih menarik, menyenangkan, dan prosesnya menjadi lebih aktif. Salah satu kemungkinan model pembelajaran itu adalah model pembelajaran berbasis proyek.

Dengan model pembelajaran berbasis proyek diharapkan siswa menjadi lebih berpartisipasi aktif yang akhirnya mereka memiliki pengalaman belajar yang bermakna dan menyenangkan, sedangkan guru berperan sebagai fasilitator dan motivator. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini dilaksanakan. Dengan model pembelajaran berbasis proyek diharapkan dapat

memotivasi, menggugah aktivitas dan kreatifitas siswa sehingga berdampak pada peningkatan mutu pembelajaran.

II. Kajian Pustaka

Mutu Pembelajaran

Pembelajaran menurut Corey (dalam[1]) adalah suatu proses dimana lingkungan seseorang secara sengaja dikelola untuk memungkinkan turut serta dalam tingkah laku tertentu dalam kondisi-kondisi khusus atau menghasilkan respon terhadap situasi tertentu. Pembelajaran juga dapat berarti proses interaksi siswa dengan guru dan sumber belajar. Pembelajaran dapat juga diartikan sebagai proses untuk membantu siswa agar dapat belajar menjadi lebih baik.

Kegiatan belajar dapat dialami oleh seorang siswa yang sedang belajar. Belajar yang dihayati siswa erat hubungannya dengan usaha pembelajaran yang dilakukan oleh guru. Pada seorang siswa, belajar yang dialami erat kaitannya dengan pertumbuhan jasmani dan perkembangan mental, akan menghasilkan hasil belajar sebagai dampak pengiring, dan selanjutnya dampak pengiring tersebut akan menghasilkan program belajar sendiri sebagai wujud emansipasi siswa menuju kemandirian. Pada guru, kegiatan belajar siswa merupakan akibat dari tindakan pendidikan atau pembelajaran. Menurut Gagne dalam Whandi[2] belajarn didefinisikan sebagai suatu proses dimana suatu organisme berubah perilakunya akibat suatu pengalaman. Sedangkan menurut

Abdillah[3] dalam Ainurrahman[4] menyimpulkan bahwa belajar adalah suatu usaha sadar yang dilakukan oleh individu dalam perubahan tingkah laku baik melalui latihan dan pengalaman yang menyangkut aspek-aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik untuk memperoleh tujuan tertentu.

Arikunto[5] mengemukakan pembelajaran adalah suatu kegiatan yang mengandung terjadinya proses penguasaan pengetahuan, ketrampilan, dan sikap oleh subjek yang sedang belajar. Kemudian Arikunto[5] mengemukakan juga bahwa pembelajaran adalah bantuan pendidikan kepada anak didik agar mencapai kedewasaan di bidang pengetahuan, ketrampilan, dan sikap. Menurut Tim Redaksi[6] dalam I Ketut Rupawan[7], mutu adalah ukuran baik-buruknya suatu benda, atau kualitas.

Pembelajaran Berbasis Proyek

Pembelajaran berbasis proyek (Project Based Learning=PjBl) adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek/kegiatan sebagai inti pembelajaran. Siswa melakukan eksplorasi, penilaian, interpretasi, sintesis, dan informasi untuk menghasilkan berbagai bentuk hasil belajar[8]. Menurut Aiedah & Audrey[9] pembelajaran berbasis proyek merupakan penugasan kompleks dengan memberikan pertanyaan berupa tantangan atau permasalahan yang melibatkan peserta didik untuk mendesain, memecahkan masalah, dan melakukan kegiatan penyelidikan.

Metode Proyek berasal dari gagasan John Dewey tentang konsep "learning by doing" yaitu proses perolehan hasil belajar dengan mengerjakan tindakan-tindakan tertentu sesuai dengan tujuannya, terutama tentang proses penguasaan anak tentang bagaimana melakukan sesuatu tujuan. Pada John Dewey menggambarkan suatu pandangan tentang pendidikan dimana suatu sekolah seharusnya mencerminkan suatu masyarakat yang lebih besar dan kelas merupakan laboratorium untuk memecahkan masalah kehidupan nyata. John Dewey menganjurkan guru untuk mendorong siswa terlibat dalam proyek atau tugas berorientasi masalah dan membantu mereka menyelidiki masalah-masalah intelektual dan sosial. John Dewey dan Kill Patrick mengemukakan bahwa pembelajaran di sekolah seharusnya lebih memiliki manfaat daripada dilakukan oleh siswa dalam kelompok-kelompok kecil untuk menyelesaikan proyek yang menarik dan pilihan mereka sendiri.

Proyek merupakan pusat atau sentral dalam metode pembelajaran ini, oleh karena itu pengerjaan proyek harus terlebih dahulu direncanakan dengan matang. Menurut The Buck Institut yang diikuti dalam Project Based-Learning for Health Career Pathway, Pembelajaran berbasis proyek memiliki beberapa karakteristik, antara lain:

1. Siswa membuat keputusan dan membuat kerangka kerja.
2. Terdapat masalah yang pemecahan tidak ditentukan sebelumnya.
3. Siswa merancang proses untuk mencapai hasil.
4. Siswa bertanggung jawab untuk mendapatkan dan mengelola informasi yang dikumpulkan.
5. Siswa melakukan evaluasi secara kontinyu.
6. Siswa secara teratur melihat kembali apa yang mereka kerjakan.
7. Hasil akhir berupa produk dan dievaluasi kualitasnya.

III. Metode Penelitian/Eksperimen

Objek Penelitian Tindakan Kelas

Menurut Suharsimi Arikunto[4], yang dapat menjadi objek penelitian tindakan kelas terdiri dari beberapa unsur, antara lain.

1. Siswa: yang diamati adalah respon dan partisipasi terhadap penerapan model pembelajaran berbasis proyek.
2. Guru: yang diamati adalah ketrampilan guru dalam menggunakan model pembelajaran berbasis proyek.
3. Materi: yang diamati adalah kesesuaian penyusunan bahan ajar dengan kurikulum.

Setting Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di tempat tugas penulis yaitu di SMAN I Cawas, jalan Tugu Cawas, Klaten. Penelitian ini dilaksanakan untuk mata pelajaran Fisika selama jangka waktu dua bulan. Sedangkan subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI MIA UI di SMAN I Cawas. Pemilihan kelas ini bertujuan untuk memperbaiki dan meningkatkan partisipasi pada pembelajaran Fisika di kelas XI MIA UI ketika kegiatan belajar mengajar pada salah satu pokok bahasan yang pada akhirnya dapat meningkatkan mutu pembelajaran Fisika.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian tindakan kelas model Kurt Lewin dan terdiri dari tiga siklus yang setiap siklusnya ada empat tahap[4] yaitu: perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi.

Metode dan Alat Pengumpul Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian tindakan kelas ini adalah dengan pengamatan (observasi), yang hasilnya digunakan untuk memperoleh data tentang aktivitas belajar siswa. Sedangkan alat pengumpul data adalah lembar observasi (pengamatan) dalam format yang telah ditentukan yang digunakan untuk mengukur partisipasi siswa dalam pembelajaran. Selain itu hasil

ulangan Fisika sesudah proses berlangsung akan dilihat perkembangannya.

Rencana Tindakan

Rencana tindakan yang akan dilaksanakan berupa prosedur penelitian yang dilakukan secara siklikal. Satu siklus dimulai dari (1) perencanaan awal, (2) pelaksanaan, (3) observasi dan (4) refleksi.

Hasil dari siklus pertama ini menjadi masukan bagi pelaksanaan siklus kedua yang terdiri dari perulangan keempat langkah yang ada pada siklus pertama. Hal ini terjadi karena dimungkinkan setelah melalui siklus pertama, peneliti menemukan masalah baru atau masalah lama yang belum tuntas, sehingga perlu dipecahkan melalui siklus selanjutnya. Dengan demikian, berdasarkan hasil tindakan atau pengalaman pada siklus pertama peneliti akan kembali melakukan langkah perencanaan, pelaksanaan, observasi dan refleksi pada siklus kedua, dan seterusnya, dan berhenti apabila telah berdampak positif terhadap proses dan hasil yang diperoleh dari tindakan tersebut berhasil [10].

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian



Gambar I. Gambar grafik skor pengamatan aktivitas siswa

Berdasarkan gambar grafik di atas dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan skor pada siklus II dan III, hasil pengamatan menunjukkan terjadi kemajuan pada partisipasi dan aktivitas siswa. Dari grafik diketahui pengamatan aktivitas siswa pada siklus I mencapai skor 2,4 yang berarti baik menjadi 3,4 yang berarti sangat baik pada siklus II dan meningkat lagi menjadi 3,6 pada siklus III. Siklus dilanjutkan sampai dengan siklus III karena skor yang diperoleh belum mencapai batas indikator keberhasilan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu sebesar minimal 3,5.



Gambar 2. Gambar grafik skor pengamatan aktivitas guru

Grafik di atas menunjukkan bahwa terjadi peningkatan skor pada siklus II dan III, hasil pengamatan menunjukkan terjadi kemajuan aktivitas guru. Dari grafik diketahui pengamatan aktivitas guru pada siklus I mencapai skor 2,6 yang berarti baik menjadi 3,4 yang berarti sangat baik pada siklus II dan meningkat lagi menjadi 3,75 pada siklus III. Siklus dilanjutkan sampai dengan siklus III karena skor yang diperoleh belum mencapai batas indikator keberhasilan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu sebesar minimal 3,5.

Gambar di bawah adalah gambar diagram perolehan nilai pengetahuan pada saat *pratest* dan *posttest*.



Gambar 3. Gambar diagram perolehan nilai *pratest* dan *posttest* siswa

Berdasarkan diagram di atas diketahui bahwa terjadi kenaikan perolehan nilai dari aspek pengetahuan siswa. Pada saat *pratest* didapatkan rata-rata sebesar 72,94 dengan rincian nilai pengetahuan siswa sebagai berikut:

Tabel I. Tabel perolehan nilai *pratest* siswa

Nilai	siswa
67-69	8
70-72	7
73-74	1
75-77	12
78-80	3
jumlah siswa 31	

Dan pada saat *posttest* diperoleh rata-rata sebesar 80,77 dengan rincian nilai pengetahuan siswa sesuai dengan tabel berikut:

Tabel 2. Tabel perolehan nilai *posttest* siswa

Nilai	siswa
78-80	15
81-83	14
84-86	3
Jumlah siswa 31	

Pada siklus I peneliti masih mencari upaya yang paling baik untuk melancarkan model pembelajaran yang dilaksanakan. Hal ini terjadi karena peneliti dan siswa baru pertama kali melaksanakan model pembelajaran berbasis proyek. Setelah melakukan refleksi maka ditemukan berbagai kemungkinan-kemungkinan cara pemecahan masalah dan diterapkan pada siklus II. Demikian juga yang terjadi pada siklus III.

Pada siklus III hasil pengamatan menunjukkan terjadi kemajuan pada partisipasi dan aktivitas siswa, nilai postes, dan aktivitas guru. Pada pengamatan aktivitas siswa pada siklus I mencapai skor 2,4 yang berarti baik namun masih belum sesuai dengan indikator minimal yang telah penulis tetapkan sebelumnya, setelah ada tindakan menjadi 3,4 yang berarti sangat baik pada siklus II dan meningkat lagi menjadi 3,6 pada siklus III. Dan nilai pengetahuan yang pada saat *pretest* memiliki rata-rata sebesar 72,94 naik menjadi 80,77 pada saat *posttest*. Berdasarkan ketiga hasil pengamatan yang diuraikan di atas, yaitu mengenai aktivitas siswa, nilai *pretest* dan *posttest*, dan aktivitas guru maka dapat dinyatakan bahwa hasil-hasil tersebut menunjukkan keberhasilan penelitian. Hal ini menunjukkan bahwa dengan model pembelajaran berbasis proyek berhasil meningkatkan mutu pembelajaran Fisika semester ganjil tahun pelajaran 2014/2015 di kelas XI MIA UI pada SMA Negeri I Cawas.

V. Kesimpulan

Berdasarkan analisis terhadap data hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa.

1. Model pembelajaran berbasis proyek dapat dilaksanakan dengan baik dan lancar di kelas XI MIA UI SMAN I Cawas.
2. Peningkatan mutu pembelajaran Fisika di kelas XI MIA UI pada semester ganjil tahun pelajaran 2014/2015 di SMAN I Cawas dapat tercapai dengan melaksanakan model pembelajaran berbasis proyek sebagai upayanya. Hal ini dibuktikan dengan adanya peningkatan skor pada pengamatan aktivitas siswa, nilai postes, dan pengamatan aktivitas guru.

3. Peningkatan aktivitas siswa pada siklus I rata-rata 2,4 menjadi 3,4 pada siklus II dan menjadi 3,6 pada siklus III. Nilai postes pada siklus I rata-rata 72,94 menjadi 80,77 pada siklus II. Dan hasil pengamatan aktivitas guru rata-rata sebesar 2,6 pada siklus I menjadi 3,4 pada siklus II dan menjadi 3,75 pada siklus III.

Kepustakaan

- [1] Aidah, A.K. & Audrey, L.K.C., *Application of Project-Based Learning in Student's Angagement in Malaysian Studies and English Language, Journal of Interdisciplinary Research in Education*, Volume 2, Issue 1.P.37-46
- [2] A. Widiatmoko, S.D. Pamelasari, Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Mengembangkan Alat Peraga IPA dengan Memanfaatkan Bahan Bekas Pakai, *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, JPPI (1) 51-56
- [3] Arikunto, Suharsimi, Belajar dan Pembelajaran, Alfabeta, 1993
- [4] Arikunto, Suharsimi & Suhardjono & Supardi, Penelitian Tindakan Kelas, Bumi Aksara, 2006.
- [5] I Ketut Rupawan, Karya Tulis Ilmiah bagi Pengembangan Profesi Guru, Seraya, 2011.
- [6] Arsyad, A, Media Pembelajaran, Rajawali, 2011
- [7] Wijaya Kusumah & Dedi Dwitagama, Mengenal Penelitian Tindakan Kelas, Indeks, 2012.
- [8] Kemdiknas, Materi Pelatihan Kurikulum 2013 Tahun 2014 Mata Pelajaran Fisika SMA/SMK, Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pendidikan dan Kebudayaan dan Penjaminan Mutu Pendidikan, 2014.
- [9] V. Lianawati, B. Subali, S. Linuwih, Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah pada Siswa SMP untuk Meningkatkan Minat Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa, Dalam: Seminar Nasional Fisika, Universitas Negeri Semarang, 2012, FP109.1-7
- [10] Dini Rahmawati, Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Hasil Belajar Siswa (Studi Quasi Eksperimen di SMPN 48 Jakarta), *Skripsi*, UIN Syarif Hidayatullah, 2011.

Pengembangan Media Pembelajaran Komik Fisika Berbasis Pembelajaran Kontekstual Untuk Peserta Didik SMP/MTs Kelas VII Pokok Bahasan Kalor

Umi Sulfiah, Dwi Sulisworo

Progam Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan

Kampus II, Jl. Pramuka 42, Sidikan, Yogyakarta 55161 Telp. (0274) 371120, Fax. 564604

Surat-e: Umisulfiah1992@gmail.com

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika yang menarik dan bermakna, serta mengetahui kelayakan media pembelajaran tersebut dalam pembelajaran fisika pada pokok bahasan kalor untuk peserta didik SMP/MTs kelas VII. Penelitian ini termasuk jenis penelitian pengembangan dan menggunakan desain pengembangan model ADDIE. Subjek penelitian ini adalah peserta didik di kelas VII SMP Muhammadiyah I Berbah yang berjumlah 25 anak. Teknik pengumpulan data menggunakan angket, kemudian dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual dapat dinyatakan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran yang menarik dan bermakna.

Kata kunci: komik fisika, pembelajaran kontekstual, kalor

I. Pendahuluan

Pembelajaran IPA (fisika) merupakan salah satu pelajaran yang sangat dekat dengan kehidupan masyarakat karena banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga sedikit banyak siswa sudah mengenal dan mengalami. Tapi pada kenyataan di lapangan, di SMP Muhammadiyah I Berbah sebagian besar siswa belum menyadari bahwa hal tersebut merupakan aplikasi dari ilmu fisika. Selain itu, fisika juga dianggap sebagai pelajaran yang sulit dipahami dan hanya berisi sekumpulan rumus saja. Hal ini diperparah dengan kurangnya minat baca, karena siswa cenderung bosan dengan buku yang ada.

Hasil observasi peneliti di SMP Muhammadiyah I Berbah, dalam proses pembelajaran guru sudah menggunakan berbagai metode akan tetapi siswa kurang berpartisipasi aktif dalam pembelajaran. Ketika guru memberikan kesempatan untuk bertanya, siswa tidak memanfaatkan kesempatan tersebut. Dan ketika guru bertanya, siswa cenderung tidak memberikan respon. Siswa hanya menjawab pertanyaan jika ditunjuk, bahkan saat guru menerangkan siswa tidak mendengarkan dan juga tidak mencatat. Selain itu, ketika siswa diberikan tugas rumah kebanyakan dari mereka tidak mengerjakan sendiri dan hanya menyalin dari pekerjaan teman yang dianggap pintar di kelas.

Materi kalor merupakan materi-materi yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Dan terdapat dalam IPA (fisika) kelas VII. Berdasarkan hasil wawancara dengan Ibu Yuliani salah satu guru IPA di SMP Muhammadiyah I Berbah, pada materi ini sering terjadi salah persepsi antara suhu dan kalor, pemahaman tentang skala suhu, serta perubahan wujud benda. Dan menurut Dinas Pendidikan Sleman materi ini merupakan salah satu materi yang dianggap sulit oleh siswa ketika ujian nasional.

Solusi mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya dengan mengembangkan media pembelajaran yang memungkinkan peserta didik tidak hanya pada pengetahuan teoritik tetapi lebih pada pengalaman yang kontekstual.

Salah satu media pembelajaran alternatif yang dapat dikembangkan adalah komik pembelajaran. Komik ini disusun sesuai dengan konsep Kurikulum 2013, yaitu mengacu pada pembelajaran IPA secara terpadu dan utuh, sehingga setiap pengetahuan yang diajarkan, pembelajarannya harus dilanjutkan sampai membuat peserta didik terampil dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasainya secara konkrit dan abstrak, serta bersikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab. Sedangkan, pengembangan komik ini mengacu pada buku yang berjudul Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam[1].

Berdasarkan uraian diatas dapat dijelaskan bahwa komik fisika dapat digunakan sebagai alternatif media belajar kontekstual yang menarik dan bermakna. Sehingga peneliti tertarik untuk mengkaji permasalahan tersebut dengan judul: "Pengembangan Media Pembelajaran Komik Fisika Berbasis Pembelajaran Kontekstual untuk Siswa SMP/MTs Kelas VII Pokok Bahasan Kalor".

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk : (1) mengembangkan komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika yang menarik dan bermakna pada pokok bahasan kalor untuk siswa SMP/MTs kelas VII (2) mengetahui kelayakan media pembelajaran komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika yang menarik dan bermakna pada pokok bahasan kalor untuk siswa SMP/MTs kelas VII.

II. Kajian Pustaka

Pembelajaran kontekstual merupakan konsep belajar yang dapat membantu guru mengaitkan antara materi yang diajarkannya dengan situasi dunia nyata siswa dan mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat[2].

Dalam konteks pendidikan atau pembelajaran Gagne dan Brings mengungkapkkan bahwa media pembelajaran meliputi alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan isi materi pembelajaran, yang terdiri dari antara lain buku, *tape-recorder*, kaset, video *camera*, video *recorder*, film *slide* (gambar bingkai), foto, gambar, grafik, televisi dan komputer sehingga dengan kata lain, media dapat diartikan sebagai komponen sumber belajar yang mengandung materi intruksional di lingkungan siswa yang dapat merangsang siswa untuk belajar[3].

Komik dapat didefinisikan sebagai bentuk kartun yang mengungkapkan karakter dan menerapkan cerita dalam urutan yang erat hubungannya dengan gambar dan dirancang untuk memberikan hiburan kepada para pembaca[4].

III. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk dalam penelitian pengembangan yang menggunakan desain pengembangan model ADDIE yaitu analisis (*analysis*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*)[5].

Uji coba produk dilakukan terhadap para ahli, yaitu: ahli materi (dosen fisika dan guru fisika), ahli media (dosen fisika dan guru TIK) dan kepada pengguna yaitu siswa SMP Muhammadiyah I Berbah. Angket respon siswa yang digunakan menggunakan model skala likert. Skala ini disusun dalam bentuk suatu pernyataan dan

diikuti oleh empat respon yang menunjukkan tingkatan, dimana alternatif responnya adalah Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), Sangat Tidak Setuju (STS). Skor 4 bagi Sangat Setuju (SS), skor 3 bagi Setuju (S), skor 2 bagi Tidak Setuju (TS), skor 1 bagi Sangat Tidak Setuju (STS).

Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah adalah siswa SMP Muhammadiyah I Berbah kelas VII. Dalam hal ini, siswa memberikan penilaian dengan mengisi angket respon siswa.

Jenis data yang didapatkan berupa data kualitatif dan data kuantitatif.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Lembar penilaian produk oleh ahli materi, ahli media, dan angket respon siswa

Teknik analisis data

Data kualitatif

Data kualitatif diperoleh dari hasil penilaian ahli materi, ahli media, dan pengguna. Tanggapan atau saran yang dianggap tepat untuk pengembangan komik ini maka akan digunakan sebagai bahan perbaikan pada tahap revisi komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual.

Data kuantitatif

Data penelitian kemudian dianalisis menggunakan presentasi keberhasilan sebagai berikut[6]:

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

NP = Nilai persen skor tiap aspek penilaian komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual yang diharapkan (dicari)

R = Jumlah skor dari tiap aspek penilaian komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual

SM = Skor maksimal tiap aspek penilaian komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual

Dari persentase yang diperoleh kemudian ditransfer kedalam bentuk nilai, dan dikonversikan dalam bentuk tabel pedoman penilaian. Kualitas pengembangan komik fisika berbasis kontekstual dapat dikatakan layak apabila berada pada nilai konversi A, B atau C.

Tabel I. Kriteria Nilai Konversi Lembar Penilaian Ahli Materi, Ahli Media, dan Angket Respon Siswa

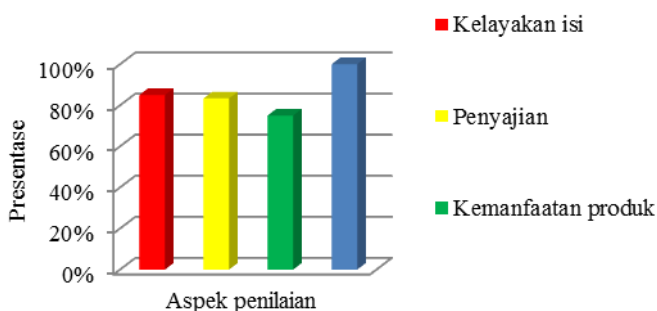
No	Presentase Skor (%)	Nilai Konversi	Kriteria Kuantitatif
1.	$76\% \leq x \leq 100\%$	A	Sangat layak
2.	$51\% \leq x \leq 75\%$	B	Layak
3.	$26\% \leq x \leq 50\%$	C	Cukup layak
4.	$0\% \leq x \leq 25\%$	D	Tidak layak

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Setelah komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual dinyatakan layak oleh dosen pembimbing, selanjutnya dilakukan proses penilaian oleh dua ahli materi (dosen dan guru fisika), dan dua ahli media (dosen dan guru TIK). Hasil analisis angket dari para ahli dan pengguna tersebut adalah sebagai berikut.

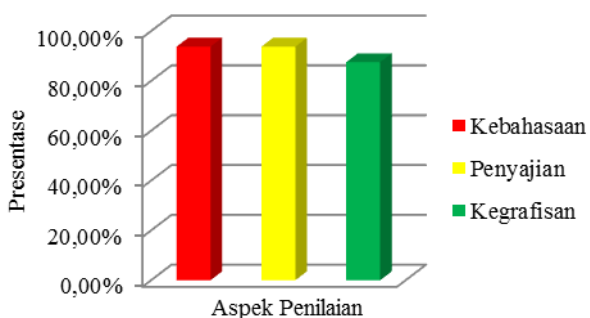
Analisis Angket Ahli Materi

Berdasarkan analisis penilaian oleh ahli materi, komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual, dari aspek kelayakan isi komik diperoleh hasil 85%, aspek kelayakan penyajian diperoleh hasil 83,33%, aspek kemanfaatan produk diperoleh hasil 75%, dan aspek kesesuaian komik fisika dengan basis pembelajaran kontekstul diperoleh hasil 100%. Jika di rata-rata penilaian oleh ahli materi diperoleh hasil 85,83% berada pada kategori sangat layak menjadi media pembelajaran fisika untuk SMP kelas VII pada materi suhu, pemuain, dan kalor. Secara visual terlihat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Penilaian Ahli Materi
Analisis Angket Ahli Media

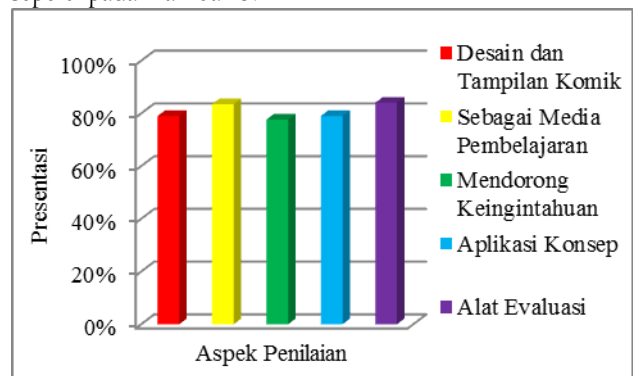
Berdasarkan analisis penilaian oleh ahli media, komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual dari aspek kebahasaan diperoleh hasil 93,75%, aspek penyajian diperoleh hasil 93,75%, dan aspek kegrafisan diperoleh hasil 83%. Jika di rata-rata penilaian oleh ahli media diperoleh hasil 87,5% berada pada kategori sangat layak menjadi media pembelajaran fisika untuk SMP kelas VII pada materi suhu, pemuain, dan kalor. Secara visual terlihat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Penilaian Ahli Media
Analisis Angket Pengguna

Setelah komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual dinyatakan layak oleh ahli materi dan ahli media, maka komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual dapat diujicobakan kepada siswa di SMP Muhammadiyah I Berbah. Uji 25 siswa. Proses uji coba dilaksanakan pada tanggal 1 September 2014.

Berdasarkan analisis penilaian oleh pengguna didapatkan aspek desain dan tampilan komik diperoleh 79%, aspek komik sebagai media pembelajaran diperoleh 83,5%, aspek untuk mendorong keingintahuan diperoleh 77,62%, aspek dalam aplikasi konsep diperoleh 79%, dan aspek sebagai alat evaluasi juga diperoleh 84%. Jika di rata-rata angket respon siswa diperoleh hasil 79,57% yang termasuk dalam katagori sangat layak. Berdasarkan hasil angket respon siswa, secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual yang dikembangkan sudah sangat layak digunakan dalam pembelajaran. Secara visual terlihat seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Angket Respon Siswa

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- (1) Komik fisika berbasis pembelajaran kontekstual dapat dijadikan sebagai media pembelajaran fisika yang menarik dan bermakna pada pokok bahasan suhu, pemuain, dan kalor untuk siswa SMP/MTs kelas VII
- (2) Komik fisika dinyatakan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran yang menarik dan bermakna pada pokok bahasan suhu, pemuain, dan kalor untuk siswa SMP/MTs kelas VII. Berdasarkan angket siswa, respon dilihat pada aspek desain dan tampilan komik diperoleh 79% (dalam kategori sangat layak), aspek komik sebagai media pembelajaran diperoleh 83,5% (dalam kategori sangat layak), aspek untuk mendorong keingintahuan diperoleh 77,62% (dalam kategori sangat layak).

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Universitas Ahmad dahlan dan SMP Muhammadiyah I Berbah yang telah mendukung dan mengizinkan penelitian ini.

Kepustakaan

- [1] Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. 2013. Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- [2] Rusman. 2012. Model-Model Pembelajaran Mengembangkan Profesionalisme Guru. Jakarta: PT Raja Grafindo.
- [3] Arsyad Azhar. 2002. Media Pembelajaran. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- [4] Daryanto. 2010. Media Pembelajaran: Peranannya Sangat Penting dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran. Yogyakarta: PT Gava media.
- [5] Pribadi, Benny A. 2009. Model Desain Sistem Pembelajaran. Jakarta: Dian Rakyat.
- [6] Purwanto, M. Ngalim. 2006. Prinsip-prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Rancang Bangun Alat Penentuan Koefisien Difusi Air Dalam Minyak Pada Peristiwa Konveksi Berbantuan *Software* LoggerPro

Dwi Sulistyarningsih, Moh. Toifur

Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Pramuka 42 Sidikan, Umbulharjo, Yogyakarta 55161
Surat-e: catra_ningtyas@yahoo.com

Telah dilakukan penelitian untuk merancang alat dan menentukan nilai koefisien difusi air dalam minyak pada peristiwa konveksi berbantuan software Logger Pro. Untuk mengamati difusi air digunakan cahaya laser. Dengan bertambahnya waktu, intensitas cahaya laser berubah karena air berdifusi ke minyak akibat dari pemanasan. Sebagai sensor cahaya digunakan LDR yang disambungkan ke sensor tegangan agar nilai tegangan dapat terbaca pada Logger Pro. Analisis data dilakukan dengan mengeksekusi persamaan matematis hukum Fick kedua dengan mengkonversi konsentrasi ke tegangan. Nilai koefisien difusi yang dihasilkan pada $t = 0,8167$ jam untuk posisi laser 1,5; 2,7; 3,9; 5,1; 6,3; 7,5 cm masing-masing sebesar 0,0026; 0,1476; 0,0952; 0,8509; 1,6148; - 0,0104 cm^2/jam . Hasil penelitian menunjukkan bahwa difusi sangat dipengaruhi suhu, sehingga besarnya koefisien difusi pada peristiwa konveksi tidak tetap untuk setiap posisi laser. Adanya beragam nilai koefisien difusi menunjukkan bahwa jenis aliran airnya tidak dalam keadaan tunak.

Kata kunci: Koefisien difusi, Konveksi, Logger Pro

I. Pendahuluan

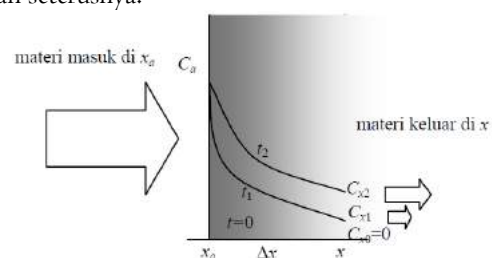
Difusi adalah penyebaran molekul zat dari gas atau cairan yang konsentrasinya tinggi ke gas atau cairan yang konsentrasinya lebih rendah[1]. Dalam difusi, dikenal adanya istilah koefisien difusi. Koefisien difusi merupakan suatu parameter yang menyatakan besarnya gradien konsentrasi pembawa muatan[4]. Koefisien ini nilainya tidak tetap seperti konstanta pada umumnya. Hal ini karena besarnya koefisien difusi dipengaruhi oleh ukuran partikel, ketebalan membran, luas suatu area, jarak dan suhu. Semakin besar koefisien difusi, maka proses difusi akan terjadi lebih cepat. Model dasar yang digunakan dalam penelitian difusi biasanya adalah hukum Fick, namun bentuknya akan bervariasi sesuai dengan asumsi-asumsi peneliti[3].

Penelitian tentang penentuan nilai koefisien difusi sudah beberapa kali dilakukan dengan metode lain dan jenis sampel yang lain. Penelitian bertujuan untuk mengukur nilai difusivitas larutan gula dalam air tenang menggunakan sinar laser dilakukan oleh Trihandaru. Dalam penelitian ini digunakan hubungan antara bertambahnya waktu terhadap perubahan konsentrasi karena adanya difusi gula. Perubahan konsentrasi diketahui dengan perubahan lintasan cahaya laser yang ditembakkan ke air selama 7 hari. Difusi larutan gula dalam air tenang sangat lambat karena ukuran molekulnya yang besar[3].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka perlu dilakukan penelitian terkait peristiwa yang dapat mempercepat terjadinya difusi. Oleh karena itu peneliti bermaksud meneliti dan menerapkan konsep difusi pada peristiwa konveksi sebagai salah satu alternatif media pembelajaran percobaan atau eksperimen yang dapat digunakan dalam kegiatan praktikum.

II. Kajian Pustaka

Peristiwa yang lebih umum terjadi adalah peristiwa transien, dimana konsentrasi berubah terhadap waktu; C_x merupakan fungsi waktu yang juga berarti bahwa fluksi materi juga merupakan fungsi waktu. Keadaan transien ini digambarkan pada gambar 1. Pada $t = 0$ konsentrasi di x adalah $C_{x0} = 0$; pada $t = t_1$ difusi telah terjadi dan konsentrasi di x meningkat menjadi C_{x1} ; pada $t = t_2$ konsentrasi di x meningkat lagi menjadi C_{x2} , dan seterusnya.



Gambar 1. Difusi dalam keadaan transien

Perubahan konsentrasi adalah selisih antara fluksi yang masuk di x_a dan fluksi yang keluar di x_b , $J_{x_a} - J_{x_b}$. Selisih yang terjadi setiap saat ini merupakan laju perubahan konsentrasi, C_x . Sementara itu fluksi yang keluar di x adalah $J_x = J_{x_a} + \frac{\partial J}{\partial x} \Delta x$. Oleh karena itu maka:

$$\frac{dC_x}{dt} = -\frac{\partial J}{\partial x} \Delta x = \frac{d}{dx} \left[k_D \frac{dC_x}{dx} \right] \quad (1)$$

Persamaan (1) disebut hukum Fick kedua. Jika k_D tidak tergantung pada konsentrasi maka persamaan (1) dapat ditulis sebagai:

$$\frac{dC_x}{dt} = k_D \frac{d^2 C_x}{dx^2} \quad (2)$$

Hukum Fick kedua menyatakan bahwa laju perubahan komposisi sebanding dengan turunan kedua (Laplacian) konsentrasi [2].

Dengan mengubah besaran konsentrasi (C) pada persamaan (2) dengan tegangan (V), serta karena arah difusi terhadap sumbu y bukan terhadap sumbu x maka persamaan (2) menjadi :

$$\frac{\partial V}{\partial t} = k_D \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} \quad (3)$$

dengan k_D adalah koefisien difusi, $\partial V / \partial t$ adalah diferensial pertama terhadap waktu dari persamaan polinomial orde 5 grafik waktu terhadap tegangan, $\partial^2 V / \partial y^2$ adalah diferensial kedua terhadap posisi laser dari persamaan polinomial orde 5 grafik posisi laser terhadap tegangan. Sehingga nilai k_D dapat dihitung dengan persamaan (4)

$$k_D = \frac{B + 2Ct + 3Dt^2 + 4Et^3 + 5Ft^4}{2C + 6Dy + 12Ey^2 + 20Fy^3} \quad (4)$$

dan ralatnya dapat diperoleh dengan persamaan (5) sebagai berikut

$$S_{k_D} = \sqrt{\left(\frac{\partial k_D}{\partial y} \right)^2 (S_y)^2} \quad (5)$$

III. Metode Penelitian/Eksperimen

Alat dan bahan yang digunakan adalah penggaris, laser dioda panjang gelombang 650 nm (warna merah), adaptor, LDR berdiameter 10mm, sensor tegangan, kabel

penghubung, interface, beaker glass Pyrex 1000 ml, kaki tiga dan kassa asbes, bunsen dan etanol, laptop, software Logger Pro 3.8.4. Langkah-langkah percobaannya sebagai berikut

Beaker glass diisi air 300 ml dan minyak goreng 700 ml. Posisi laser dan LDR diatur sedemikian rupa sehingga laser dapat diterima dengan tepat pada piringan LDR. Software Logger Pro disiapkan. Skala pada sumbu x, sumbu y dan jumlah data yang akan diambil berapa. Air dan minyak dipanaskan selama 1,5 jam atau sampai benar-benar mendidih. Pada saat yang bersamaan tombol collect pada Logger Pro diklik, sehingga grafik tegangan akan tampil di Logger Pro.

Dilakukan analisis data Fitting data menurut polinomial orde 5 grafik waktu terhadap tegangan serta grafik posisi laser terhadap tegangan. Koefisien difusi dihitung menggunakan persamaan (3) yang dijabarkan menjadi persamaan (4) dan ralatnya dihitung menggunakan persamaan (5).



Gambar 2. Alat penelitian

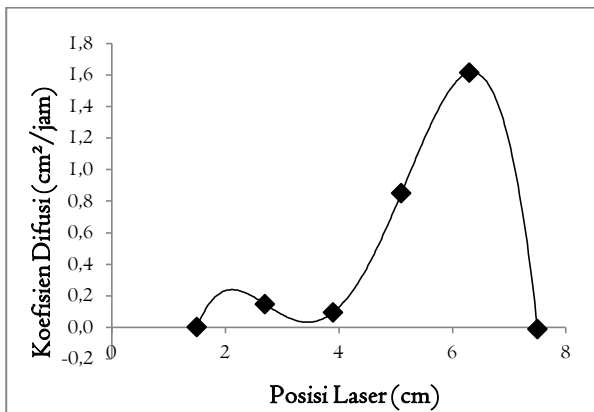
IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Besarnya koefisien difusi pada penelitian ini tidak tetap untuk setiap posisi. Adanya beragam nilai koefisien difusi menunjukkan bahwa jenis aliran airnya tidak dalam keadaan tunak. Tabel I menunjukkan tabel koefisien difusi pada saat $t = 0,8167$ jam. Gambar 3 menunjukkan hubungan antara posisi laser terhadap koefisien difusi untuk $t = 0,8167$ jam.

Tabel 1. Koefisien difusi pada $t = 0,8167$ jam

Laser	$(y \pm S_y)$ cm	$(k_D \pm S_k) cm^2 / jam$
1	$1,50 \pm 0,05$	$0,0026 \pm 0,0002$
2	$2,70 \pm 0,05$	$0,1476 \pm 0,0247$
3	$3,90 \pm 0,05$	$0,0952 \pm 0,0099$
4	$5,10 \pm 0,05$	$0,8509 \pm 0,0369$
5	$6,30 \pm 0,05$	$1,6148 \pm 1,5908$
6	$7,50 \pm 0,05$	$-0,0104 \pm 0,0007$

Pada posisi laser ke 6, k_D bernilai negatif, sehingga bukan air yang menembus minyak tetapi minyak yang menembus air.



Gambar 3. Grafik posisi laser terhadap koefisien difusi pada $t = 0,8167$ jam

Difusi sangat dipengaruhi suhu. Semakin tinggi suhu, partikel mendapatkan energi untuk bergerak lebih cepat maka semakin cepat pula kecepatan difusinya.

V. Kesimpulan

Nilai koefisien difusi air dalam minyak pada peristiwa konveksi untuk berbagai posisi dalam waktu yang sama tidak tetap. Adanya beragam nilai koefisien difusi menunjukkan bahwa jenis aliran airnya tidak dalam keadaan tunak.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih untuk Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, yang telah memfasilitasi penelitian ini.

Kepustakaan

- [1] Setyawan, Lilik Hidayat. 2004. Kamus Fisika Bergambar. Bandung : Pakar Raya.
- [2] Sudirham, Sudaryanto dan Ning utari.____."Difusi" (online). (<http://eefafedotnet.files.wordpress.com/2011/08/difusi.pdf> diunduh pada tanggal 16 Juli 2014 pukul 05:44).
- [3] Trihandaru, S., Ayuk W., Septriana R. dan Buce. 2012. Pemodelan dan Pengukuran Difusi Larutan Gula dengan Lintasan Cahaya Laser. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY. Purworejo, April 14.
- [4] Wasono, A. J. dan I. T. Sugiarto. 2010. Penentuan Koefisien Difusi Gas SF₆ pada Tanah Sawah dengan Metode Spektroskopi Fotoakustik Laser CO₂. Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi TELAAH. Vol. 27 : 8-14.

Pengembangan Hypermedia Berbasis *World Wide Web* (WWW) pada Konsep Getaran dan Gelombang untuk Tingkat SMP/MTs

Meidia Fithri, Ishafit

Magister Pendidikan Fisika, Program Pascasarjana, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta
Kampus 2, Jl. Pramuka 42, Sidikan, Umbulharjo, Yogyakarta 55161
Surat-e: mey23fithri@yahoo.co.id

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan *hypermedia* pada materi getaran dan gelombang untuk tingkat SMP/MTs dilihat dari aspek isi, aspek desain, dan aspek teknis. Model penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)*. Instrumen penelitian menggunakan lembar validasi dengan sumber data dosen fisika UAD dan guru mata pelajaran IPA (Fisika). Kelayakan *hypermedia* yang dikembangkan dinilai berdasarkan hasil validasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelayakan media ditinjau menurut validasi ahli materi, ahli media, dan guru mata pelajaran IPA (Fisika) SMP/MTs berturut-turut sebesar 75%, 75%, dan 85 % yang ketiganya termasuk pada kategori Sangat Baik (SB). Pemanfaatan *hypermedia* ini diharapkan dapat mengoptimalkan pemahaman materi pelajaran melalui media internet yang dapat diakses dimana-mana.

Kata kunci: *Hypermedia*, *World Wide Web* (WWW), Getaran dan Gelombang

I. Pendahuluan

Teknologi internet merupakan jenis media *e-Education* yang dapat menciptakan interaksi dua arah secara *online*. Kini media ini semakin populer digunakan untuk mengembangkan kegiatan pembelajaran, karena selain bersifat interaktif media ini terhubung dengan jaringan global dunia, sehingga jangkauan aksesnya sangat luas. Guru memandang model pembelajaran *e-learning* sebagai suatu model yang baik karena bukan hanya pengembangan pembelajaran untuk siswanya saja tetapi juga wahana untuk pengembangan kompetensi diri sebagai seorang guru yang professional [1]. Salah satu ilmu pengetahuan yang membutuhkan media pembelajaran adalah IPA (Fisika). Didalam mata pelajaran IPA (Fisika) banyak fenomena-fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar, salah satunya adalah fenomena getaran dan gelombang yang merupakan salah satu konsep Fisika pada tingkat SMP/MTs yang bisa dijadikan sebagai sumber belajar dan merupakan laboratorium dalam belajar mengenai IPA (Fisika).

Keberagaman gaya belajar yakni visual, *auditory*, dan kinestetik dapat diatasi dengan membuat sebuah media pembelajaran yang dapat menampilkan bentuk visual, bentuk audio, dan bentuk simulasi. Tiap-tiap gaya belajar memiliki keistimewaan masing-masing. Sangat menarik jika keunggulan masing-masing gaya belajar tersebut digabungkan ke dalam satu sistem media belajar dengan bentuk model yang dapat digunakan dalam pembelajaran sehingga proses belajar mengajar akan lebih berkesan dan

bermakna. Penggabungan berbagai media tersebut dapat dilakukan dengan teknologi yang disebut *hypermedia*. Salah satu wadah yang baik untuk *hypermedia* adalah *world wide web* (WWW), yang merupakan sistem *client/server* yang dirancang untuk menggunakan dokumen *hypertext* dan *hypermedia* via internet. Jadi akan menjadi sebuah inovasi baru apabila media pembelajaran *hypermedia* dikemas dengan *world wide web* melalui internet.

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan di SMP Negeri I Kajoran, bahwa kekurangan waktu dan target ketuntasan yang harus dicapai menjadi salah satu masalah yang sering kali dialami oleh guru. Selain itu siswa merasa kesulitan dalam belajar salah satu penyebabnya adalah kurangnya variasi guru dalam penggunaan sumber belajar. Berdasarkan analisis permasalahan tersebut, penelitian ini akan mengembangkan *hypermedia* dalam pembelajaran IPA (Fisika) sebagai media belajar untuk sekolah menengah pertama/madrasah tsanawiyah untuk kelas VIII. Diharapkan dengan adanya penelitian pengembangan ini dapat mempermudah proses belajar dan dapat meningkatkan kualitas pendidikan.

II. Kajian Pustaka

Hypermedia

Sistem *hypermedia* adalah sistem *hypertext* yang menggabungkan media tambahan, seperti halnya ilustrasi,

foto, video dan suara[2]. *Hypermedia* menawarkan sejumlah alternatif gagasan/ide serta informasi berupa materi pelajaran yang sesuai dengan minat atau tingkat berfikir dari seorang pengguna. *Hypermedia* sebagai teknologi multimedia yang baru dalam bidang komputer dengan segala kelebihan yang dimilikinya memungkinkan pengajar untuk menjadikannya sebagai media pembelajaran yang memudahkan pengajar dalam menyampaikan bahan ajar untuk meningkatkan mutu pendidikan dasar, menengah, maupun tinggi. Teknologi ini cocok dalam mengajarkan materi-materi yang bersifat abstrak seperti getaran dan gelombang.

Hypermedia berbeda dengan multimedia. Multimedia adalah penggabungan berbagai macam bentuk media atau gabungan dari tampilan dari berbagai unsur-unsur visual maupun audio. Sedangkan *hypermedia* yaitu integrasi audio, video, dan berbagai media lain yang terorganisir dalam satu sistem dengan penyajian secara acak. Jadi perbedaannya, *hypermedia* itu penyajiannya acak, sedangkan multimedia penyajiannya sistematis. Penggunaan multimedia yaitu misalnya belajar dengan menggunakan CD pembelajaran. Penggunaan *hypermedia* misalnya modul elektronik.

World Wide Web (WWW)

World wide web (WWW) adalah sistem *client/server* yang dirancang untuk menggunakan dokumen *hypertext* dan *hypermedia* via internet. *World wide web* menggunakan HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*) untuk bertukar informasi, *image*, dan data lain. Dokumen diformat dalam HTML (*Hyper Text Markup Language*) yang digunakan untuk menciptakan halaman dan dokumen yang disajikan dalam *web*[3]. *World wide web* merupakan layanan yang paling sering digunakan dan memiliki perkembangan yang sangat cepat, karena dengan layanan ini kita dapat menerima informasi dalam berbagai format (multimedia). Untuk mengakses layanan *world wide web* dari suatu penyedia informasi *web* (*web server*) digunakan suatu program yang dinamakan *web browser*. Salah satu contohnya adalah internet.

Getaran dan Gelombang

Getaran

Getaran adalah gerak bolak-balik benda secara teratur melalui titik keseimbangan. Setiap benda yang bergetar selalu memiliki frekuensi dan periode getar. Periode adalah waktu yang di perlukan benda untuk melakukan satu kali getaran. Periode dinyatakan dalam satuan sekon.

Hubungan antara frekuensi dan periode dinyatakan sebagai berikut:

$$f = \frac{1}{T} \quad (1)$$

Keterangan : f = Frekuensi
 T = Periode

Gelombang

I. Pengertian Gelombang

Gelombang adalah getaran yang merambat. Gelombang terjadi karna adanya sumber getaran. Pada perambatannya gelombang merambatkan energi gelombang, sedangkan perantaranya tidak ikut merambat.

2. Jenis-jenis Gelombang

Menurut zat perantaranya gelombang di bedakan menjadi dua macam yaitu:

- Gelombang mekanik: gelombang yang perambatannya memerlukan medium.
Contoh: gelombang air dan gelombang bunyi.
- Gelombang elektrik: gelombang yang dalam perambatannya tidak memerlukan medium.
Contoh: gelombang radio dan gelombang cahaya.

Berdasarkan arah rambat dan arah getarannya, gelombang dibedakan atas:

- Gelombang transversal: Gelombang yang arah rambatnya tegak lurus terhadap arah getarannya. Gelombang transversal berbentuk bukit gelombang dan lembah gelombang yang merambat.
Contoh: gelombang pada tali, permukaan air dan gelombang cahaya.
- Gelombang Longitudinal: Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarnya sejajar dengan arah rambatnya. Gelombang longitudinal berbentuk rapatan dan renggangan.
Contoh: gelombang bunyi.

Hubungan antara panjang gelombang, periode, frekuensi, dan cepat rambat gelombang.

Rumus dasar gelombang adalah:

$$\lambda = vT; v = \frac{\lambda}{T}; v = \lambda f \quad (2)$$

v = Cepat rambat gelombang (m/s)

λ = Panjang gelombang (m)

T = Periode (s)

f = Frekuensi (Hz) [4]

Hypermedia Berbasis World Wide Web (WWW)

World wide web merupakan sarana yang tepat guna memenuhi tingkat kebutuhan masyarakat saat ini. Terutama dalam bidang pendidikan, pemanfaatan *world wide web* sebagai media pembelajaran memiliki beberapa kelebihan, yaitu dimungkinkan terjadinya distribusi pendidikan ke semua penjuru tanah air dan kapasitas daya

tampung yang tidak terbatas karena tidak memerlukan ruang kelas, dengan integrasi komputer dan terutama *web* digunakan ke dalam sistem pendidikan, telah terjadi pergeseran dari pendidikan berbasis kelas terpusat menjadi pendidikan berbasis program *e-learning* yang dapat diambil kapan saja dan di mana saja[5], adanya keakuratan dan kekinian materi pembelajaran. Berdasarkan hal tersebut, *hypermedia* akan dapat dikemas lebih baik, berkualitas, dan mudah dalam pengaksesannya dengan menggunakan *world wide web*.

III. Metode Penelitian/Eksperimen

Jenis Penelitian ini merupakan pengembangan. Rancangan penelitian *hypermedia* adalah *Research and Development (R&D)*. Penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk meneliti sehingga menghasilkan produk baru, dan selanjutnya menguji kelayakan produk tersebut[6].

R&D terdiri atas tiga tahap yaitu tahap studi pendahuluan, studi pengembangan, dan evaluasi. Tahap studi pendahuluan meliputi studi pustaka, studi lapangan, dan deskripsi serta analisis temuan. Pada tahap studi pengembangan, diawali dengan penyusunan draft awal *hypermedia*, sehingga dihasilkan draf I. Kemudian dilakukan telaah dan revisi draf II, sehingga dihasilkan draf II yang akan di validasi. Prosedur dalam penelitian ini mengadaptasi pada pengembangan perangkat prosedural 4-D[7], yang terdiri dari 4 tahap pengembangan, yaitu *Define, Design, Develop, dan Desaminate*. Namun untuk penelitian ini hanya pada tahap *development*.

Sumber data diperoleh dari ahli materi, ahli media dari dosen UAD serta pengguna yaitu guru mata pelajaran IPA (Fisika). Instrumen yang digunakan terdiri atas lembar validasi untuk *hypermedia*. Pengubahan hasil penilaian validator yang masih dalam bentuk huruf diubah menjadi skor dengan ketentuan yang dapat dilihat pada Tabel I.

Tabel I. Aturan pemberian skor

Kategori	Skor
SB (Sangat Baik)	4
B (Baik)	3
K (Kurang)	2
SK (Sangat Kurang)	1

Nilai rata-rata dihitung dengan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3)$$

Nilai rata-rata penilaian media tersebut diubah menjadi nilai kualitatif dengan criteria disajikan pada tabel 2 sebagai berikut[8]:

Tabel 2. Kriteria kategori penilaian ideal

Rentang Skor (x) Kuantitatif	Kriteria Kualitatif
$\bar{X} \geq M_i + 1.SB_i$	Sangat Baik
$M_i + 1.SB_i > \bar{X} \geq M_i$	Baik
$M_i > \bar{X} \geq M_i - 1.SB_i$	Kurang
$\bar{X} < M_i - 1.SB_i$	Sangat Kurang

\bar{X}_i adalah rerata skor ideal

$\bar{X}_i = (1/2)$ (skor maksimal ideal + skor minimal ideal)

SB_i adalah simpangan baku skor ideal

$SB_i = (1/2) (I/3)$ (skor maksimal ideal – skor minimal ideal)

Skor maksimal ideal = \sum butir kriteria x skor tertinggi

Skor minimal ideal = \sum butir kriteria x skor terendah

$$\text{Presentase keidealan} = \frac{\text{Skor hasil penelitian}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hypermedia yang dikembangkan terdiri atas judul, pengantar, materi, kompetensi, dan soal-soal latihan. *Hypermedia* ini dilengkapi dengan gambar, video dan animasi. Alamat blognya adalah fisika58.blogspot.com.

Validasi produk *hypermedia* berbasis *world wide web* pada konsep getaran dan gelombang untuk tingkat SMP/MTs melibatkan 1 orang ahli materi, 1 orang ahli media, dan 1 orang guru mata pelajaran IPA (Fisika) SMP/MTs. Tujuan dari validasi adalah untuk mendapatkan penilaian dari ahli-ahli yang berkompeten dalam pengembangan *hypermedia*, selain itu untuk mendapatkan masukan-masukan yang membangun agar *hypermedia* berbasis *world wide web* yang dikembangkan menjadi lebih baik.

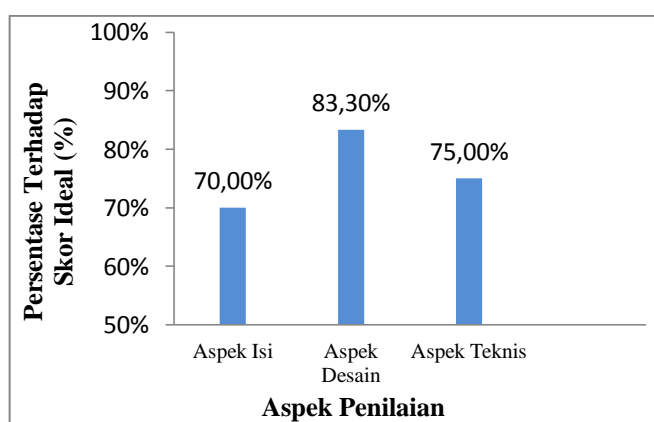
Penilaian secara keseluruhan oleh ahli materi, ahli media dan guru mata pelajaran IPA (Fisika) SMP/MTs dinyatakan sangat baik (SB) jika $\bar{X} \geq 60$, baik (B) jika $60 > \bar{X} \geq 50$, kurang (K) jika $50 > \bar{X} \geq 40$, sangat kurang (SK) jika $\bar{X} < 40$. Adapun data-data yang diperoleh pada tahap validasi adalah sebagai berikut:

Hasil yang diperoleh melalui penilaian dari ahli materi menunjukkan bahwa skor rata-rata *hypermedia* berbasis *world wide web* secara keseluruhan adalah 60 (75% dari skor ideal). Berdasarkan perhitungan ideal, maka *hypermedia* berbasis *world wide web* yang telah disusun

menurut ahli materi memiliki skor 60 dengan kriteria sangat baik (SB). Data hasil validasi ahli materi disajikan oleh tabel III dan gambar I berikut:

Tabel III. Data validasi *hypermedia* oleh ahli materi

No	Aspek Penilaian	\sum Per-Aspek	\sum Per-Aspek Ideal	Persentase penilaian (%)	Kategori kualitas
1	Aspek isi	41	48	85%	SB
2	Aspek desain	16	20	80%	SB
3	Aspek teknis	11	12	92%	SB
Jumlah		68	80	85%	SB

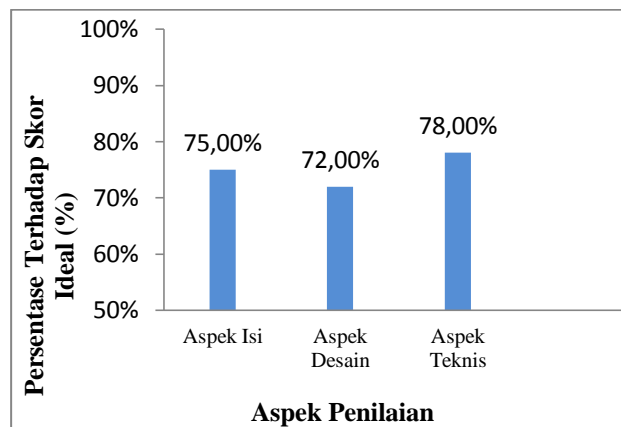


Gambar I. Penilaian *hypermedia* oleh ahli materi

Hasil yang diperoleh melalui penilaian dari ahli media menunjukkan bahwa skor rata-rata *hypermedia* berbasis *world wide web* secara keseluruhan adalah 60 (75% dari skor ideal). Berdasarkan perhitungan ideal, maka *hypermedia* berbasis *world wide web* yang telah disusun menurut ahli media memiliki skor 60 dengan kriteria sangat baik (SB). Data hasil validasi ahli media disajikan oleh tabel IV dan gambar II berikut:

Tabel IV. Data validasi *hypermedia* oleh ahli media

No	Aspek Penilaian	\sum Per-Aspek	\sum Per-Aspek Ideal	Persentase penilaian (%)	Kategori kualitas
1	Aspek isi	28	40	70%	SB
2	Aspek desain	20	24	83,33%	SB
3	Aspek teknis	12	16	75%	SB
Jumlah		60	80	75%	SB

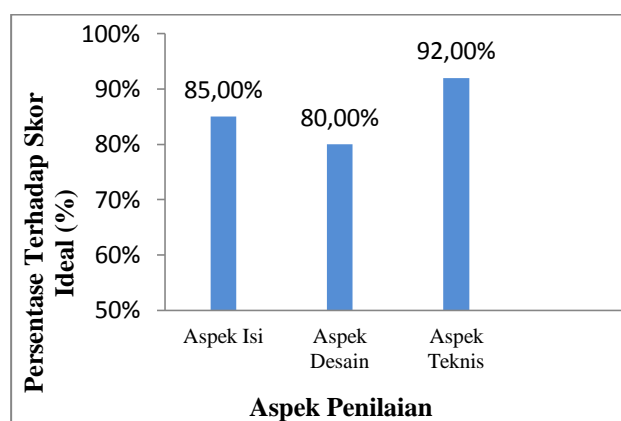


Gambar 2. Penilaian *hypermedia* oleh ahli media

Hasil yang diperoleh melalui penilaian dari guru mata pelajaran IPA (Fisika) SMP/MTs menunjukkan bahwa skor rata-rata *hypermedia* berbasis *world wide web* secara keseluruhan adalah 60 (85% dari skor ideal). Berdasarkan perhitungan ideal, maka *hypermedia* berbasis *world wide web* yang telah disusun menurut ahli media memiliki skor 60 dengan kriteria sangat baik (SB). Data hasil validasi guru mata pelajaran IPA (Fisika) SMP/MTs disajikan oleh tabel V dan gambar III berikut:

Tabel V. Data validasi *hypermedia* oleh guru mata pelajaran IPA (Fisika) SMP/MTs

No	Aspek Penilaian	\sum Per-Aspek	\sum Per-Aspek Ideal	Persentase penilaian (%)	Kategori kualitas
1	Aspek isi	9	12	75%	SB
2	Aspek desain	29	40	72%	SB
3	Aspek teknis	22	28	75%	SB
Jumlah		60	80	75%	SB



Gambar 3. Penilaian *hypermedia* oleh guru mata pelajaran IPA (Fisika) SMP/Mts

Dari ketiga aspek penilaian yaitu aspek isi, aspek desain, dan aspek teknis format *hypermedia* mendapatkan

beberapa masukan dari ahli media, ahli materi dan guru mata pelajaran IPA (Fisika). Namun, hasil penilaian kelayakan untuk produk *hypermedia* setelah *hypermedia* direvisi belum diberikan oleh ahli. Hal ini karena keterbatasan waktu. Akan tetapi, *hypermedia* ini sudah dapat digunakan karena telah direvisi atas masukan-masukan atau saran dari masing-masing ahli. Adapun hasil revisi *hypermedia* setelah di validasi, salah satu tampilannya terdapat pada gambar IV berikut:



Gambar 4. Tampilan beranda *hypermedia* revisi II

V. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh, *hypermedia* yang dikembangkan sebagai media pembelajaran IPA (Fisika) untuk SMP/MTs dengan materi getaran dan gelombang layak digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelayakan *hypermedia* yang ditinjau dari aspek isi, aspek desain dan aspek teknis menurut validasi ahli materi, ahli media, dan guru mata pelajaran IPA (Fisika) SMP/MTs masuk dalam kategori Sangat Baik (SB).

Kepustakaan

- [1] Wijaya, Muksin. 2012. *Pengembangan Model Pembelajaran e-Learning Berbasis Web dengan Prinsipe-Pedagogy dalam Meningkatkan Hasil Belajar*. Jurnal Pendidikan Penabur - No.19 hal 20-37.
- [2] Subakti, Irfan. 2006. *Interaksi Manusia dan Komputer Edisi Jurusan T. Informatika - ITS*. Surabaya: ITS.
- [3] Munir. 2009. *Pembelajaran Jarak Jauh Berbasis TIK*. Bandung: Alfabeta.
- [4] Tim Abdi Guru. 2009. *IPA terpadu untuk SMP kelas VIII*. Jakarta: Erlangga.
- [5] Alonso, F., López, G., Manrique, D., et al. 2005. *An instructional model for web-based e-learning education with a*

blended learning process approach. British Journal of Educational Technology Vol 36, No 2, 217–235.

- [6] Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- [7] Trianto, 2010. *Model Pembelajaran Terpadu*, Jakarta: Bumi Aksara.
- [8] Mardapi, Djemari. 2004. *Penyusunan Tes Hasil Belajar*. Yogyakarta: Program Pascasarjana – UNY.

Penerapan Model Pembelajaran Cooperative Tipe Team Assisted Individualization berbantu Edraw MindMap untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Materi Listrik Dinamis pada Siswa Kelas X D MAN Godean

Yeni Astuti, Ishafit

Program Pasca Sarjana Pendidikan Fisika
Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Kampus 2: Jl. Pramuka 42, Sidikan, Umbulharjo, Yogyakarta
Surat-e: Yeniastuti326@yahoo.co.id

Siswa kelas X SMA adalah masa peralihan antara masa remaja awal menjadi dewasa, kemandiriannya belum terasah dengan baik. Seperti belajar yang tidak mandiri, tidak aktif dalam proses pembelajaran. Hal ini berpengaruh terhadap hasil belajar siswa untuk itu siswa perlu meningkatkan hasil belajarnya. Metode analisis yang digunakan: (1). Statististik deskriptif untuk menggambarkan hasil penelitian berupa grafik gambaran pengukuran kognitif, afektif, psikomotrik, dan Angket.(2). Statistik Inferensial untuk menganalisis data sampel untuk mengetahui perbedaan peningkatan hasil belajar siswa kelas X D. Diperoleh yaitu rerata skor dari 38 menjadi 49, berdasarkan angket siswa ditanggapi dengan cukup positif 77,24 %, pada aktivitas siswa diketahui siswa yang sangat kreatif (SK) 48,3%. Harga t hitung lebih kecil dari t tabel, ($-3,01222 < -1,990$) sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak. Terdapat perbedaan signifikan, nilai pre dan post test siswa kelas X D. Disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran Cooperative tipe Team Assisted Individualization (TAI).

Kata kunci:kooperatif, TAI, Edraw MindMap

I. Pendahuluan

Siswa kelas X SMA adalah siswa peralihan antara masa remaja awal menjadi remaja dewasa, sehingga kemandirian masih belum terasah dengan baik. Antara lain: (1). Siswa tidak memiliki budaya belajar mandiri dan selalu bergantung pada guru, (2). Siswa cenderung kurang aktif dalam proses pembelajaran, (3). Sebagian besar siswa belum mampu menghubungkan materi yang dipelajari sebelumnya dengan pengetahuan baru yang akan dipelajari, Hal ini berpengaruh terhadap hasil belajar yang diperoleh siswa.

Cara yang dapat dilakukan agar siswa menjadi lebih mandiri dan tidak tergantung pada guru dan agar lebih mengaktifkan siswa dalam proses pembelajaran adalah dengan menerapkan model pembelajaran kooperatif tipe TAI dikelas. TAI ini dikembangkan oleh Slavin, yang memiliki beberapa kelebihan yang dapat diterapkan pada siswa diantaranya adalah model pembelajaran ini mengkombinasikan keunggulan pembelajaran kooperatif dan individual, serta dirancang untuk mengatasi kesulitan belajar siswa secara individual. Oleh karena itu model pembelajaran ini cocok untuk digunakan untuk materi pelajaran yang membutuhkan kemampuan berlogika/nalar untuk dapat memecahkan masalah [15].

Untuk mengatasi masalah bagi siswa yang belum mampu menghubungkan materi yang dipelajari sebelumnya dengan pengetahuan baru yang akan dipelajari dengan memanfaatkan peta konsep. Pemetaan konsep merupakan inovasi baru yang penting untuk membantu anak menghasilkan pembelajaran bermakna dalam kelas dan menyediakan bantuan visual konkret untuk membantu mengorganisasikan informasi sebelum informasi tersebut dipelajari, Hal ini juga dapat membuat pembelajaran menjadi efektif karena siswa dapat mengingat konsep bentuk dan struktur yang digambarkan pada peta konsep tersebut untuk mengundang kembali/mengingat kembali informasi lewat ingatan bentuk peta konsep yang ada di pikiran siswa [13].

Dalam penelitian ini peneliti memanfaatkan salah satu jenis aplikasi peta konsep untuk pembelajaran yaitu *Edraw MindMap*.

Para guru dapat memanfaatkan aplikasi *Edraw MindMap* untuk membuat simbol, grafik, atau gambar pada menu organiser grafiknya. Berbagai tipe organiser grafik, seperti peta konsep (*concept map*) dan peta pemikiran (*mind map*) dapat dengan mudah dibuat menggunakan aplikasi ini. *Edraw MindMap* ini dapat digunakan guru dan siswa untuk mendukung

integrasi TIK dalam pembelajaran. Selain gratis dan bebas digunakan untuk keperluan nonkomersial, aplikasi *Edraw MindMap* ini memiliki berbagai koleksi ikon dan gambar yang menarik sehingga cocok digunakan dalam lingkungan pembelajaran visual. [14].

Diharapkan setelah diterapkan perpaduan kelebihan yang dimiliki oleh model pembelajaran kooperatif *Team Assisted Individualization* (TAI) dan penggunaan aplikasi peta konsep jenis *Edraw MindMap* dapat berdampak pada peningkatan pencapaian hasil belajar fisika khususnya materi listrik dinamis pada siswa Kelas X MAN GODEAN.

II. Kajian Pustaka

A. Model Pembelajaran

Menurut Agus dan Trianto dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran adalah pola tertentu yang sistematis mengenai cara-cara penyampaian informasi, umpan balik dan pengelolaan siswa dalam kelas guna mencapai tujuan pembelajaran [9] dan [11].

B. Pembelajaran Kooperatif

Wina dan Trianto menyatakan bahwa *Cooperatif learning* adalah strategi pembelajaran yang menekankan kepada proses kerja sama dalam suatu kelompok yang bisa terdiri dari 3 sampai 5 orang siswa yang mempunyai latar belakang kemampuan akademik, jenis kelamin, ras, atau suku yang berbeda (heterogen) untuk mempelajari suatu materi akademik yang spesifik sampai tuntas [6 dan 11]. Setiap kelompok akan memperoleh penghargaan (*reward*), jika kelompok mampu menunjukkan prestasi yang dipersyaratkan dengan tujuan dibentuknya kelompok tersebut adalah untuk memberikan kesempatan kepada siswa untuk dapat terlibat secara aktif dalam proses berfikir dan kegiatan belajar [6] dan hal ini juga disepakati oleh Isjoni dalam bukunya [4].

Secara umum pembelajaran kooperatif dianggap lebih diarahkan oleh guru. Dimana guru menetapkan tugas dan pertanyaan-pertanyaan serta menyediakan bahan-bahan dan informasi yang dirancang untuk membantu peserta didik menyelesaikan masalah yang dimaksud [9] yang secara sadar dan sengaja mengembangkan interaksi yang saling asuh antar siswa untuk menghindari ketersinggungan dan kesalahpahaman yang dapat menimbulkan permusuhan [5].

C. *Team Assisted Individualization* (TAI)

Terjemahan bebas dari istilah *Team Assisted Individualization* (TAI) adalah bantuan individual dalam kelompok (BIDAK) dengan karakteristik bahwa

tanggung jawab belajar adalah pada siswa. Oleh karena itu, siswa harus membangun pengetahuan tidak menerima bentuk jadi dari guru. Pola komunikasi guru-siswa adalah negosiasi dan bukan imposisi-instruksi [10].

Model pembelajaran yang menuntut adanya heterogenitas dalam setiap kegiatan kelompok, yaitu TAI yang dikembangkan bersama-sama anatar Slavin, Leavy, dan Madden di Universitas John Hopkins. Selain memprioritaskan kegiatan kooperatif, TAI juga menyetengahkan belajar individu sebagai prioritas kegiatan pembelajaran, atau dengan kata lain model pembelajaran ini mencoba menggabungkan antara belajar kooperatif dengan belajar individual [7].

C. Peta Konsep

Peta konsep adalah suatu alat yang digunakan untuk menyatakan hubungan yang bermakna antara konsep-konsep dalam bentuk proposisi-proposisi. Dalam peta konsep dapat diamati bagaimana konsep yang satu berkaitan dengan konsep yang lain. Menurut Ausubel belajar bermakna lebih mudah berlangsung apabila konsep baru yang lebih khusus dikaitkan dengan konsep lama yang lebih umum yang sudah ada dalam struktur kognitif siswa [13].

D. Hasil Belajar

Hasil Belajar adalah pola-pola perbuatan, nilai-nilai, pengertian-pengertian, sikap-sikap, apresiasi dan keterampilan. Hasil pembelajaran menurut Lindgren meliputi kecakapan, informasi, pengertian dan sikap [9]. Dimiyati mengemukakan bahwa hasil belajar merupakan hasil dari suatu interaksi tindak belajar dan tidak mengajar [3].

III. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah statistik deskriptif untuk menggambarkan hasil penelitian berupa grafik gambaran pengukuran kognitif, afektif, psikomotorik, dan Angket dan Statistik Inferensial.

Untuk mengetahui bagaimana persentase penerapan model pembelajaran TAI berbantu *Edraw Mind Map* ini pada hasil belajar siswa maka rumus yang digunakan:

$$p = \frac{f}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Untuk mengetahui tingkat signifikan perbedaan nilai pre test dan post test maka digunakan rumus *t* test:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}} \quad (2)$$

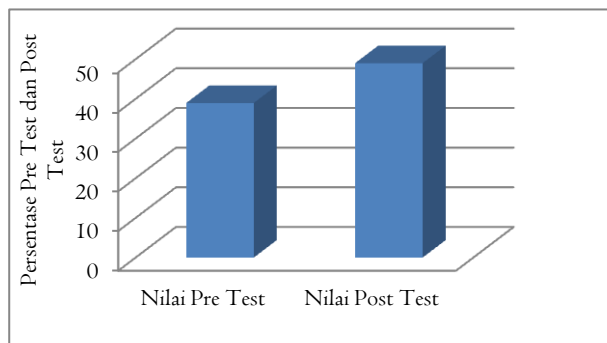
Untuk mengetahui tingkat korelasi nilai pre test dan post test maka digunakan rumus:

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{X^2 Y^2}} \quad (3)$$

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

A. Gambaran Data Hasil Penelitian

Berdasarkan tes awal yang diberikan Pre Test dan Post Test pada siswa kelas X D MAN Godean diperoleh data gambar grafik hasil belajar ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini



Gambar 1. Nilai Pre Test dan Post Test Siswa Kelas X D

Berdasarkan tes awal yang diberikan Pre Test dan Post Test pada siswa kelas X D MAN Godean diperoleh data tabel persentase hasil belajar ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini.

Tabel 1. Persentase Hasil Belajar Siswa (Pre Test) Kelas X D

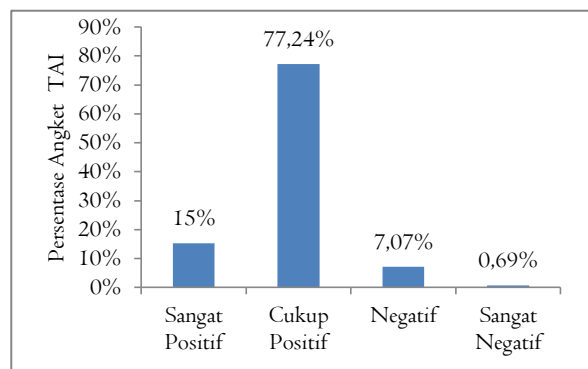
No.	Nilai	Keterangan	f	$p = \frac{f}{N} \times 100\%$
1.	80 -100	Baik Sekali	0	0%
2.	70 - 79	Baik	0	0%
3.	60 - 69	Cukup	2	6,9 %
4.	0 - 59	Kurang	27	93 %
Jumlah			29	

Berdasarkan lembar penilaian kelompok (yang didasarkan pada penilaian skor perkembangan tiap anggota dalam kelompok) pada pertemuan pertama ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Persentase Hasil Belajar (Post Test) Kelas X D

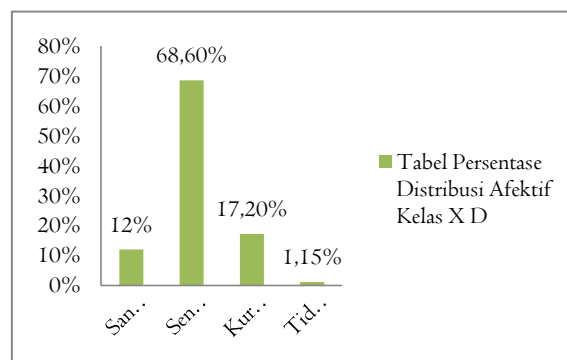
No.	Nama Kelompok	Skor Rata-Rata Tim	Predikat
1.	1	$5 \leq x \leq 15$	Kelompok Tim Baik
2.	2	$5 \leq x \leq 15$	Kelompok Tim Baik
3.	3	$5 \leq x \leq 15$	Kelompok Tim Baik
4.	4	$5 \leq x \leq 15$	Kelompok Tim Baik
5.	5	$5 \leq x \leq 15$	Kelompok Tim Baik

B. Hasil Angket Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Team Assisted Individualization (TAI) berbantu Edraw MindMap



Gambar 2. Grafik Persentase Angket Siswa Kelas X D

C. Hasil Pengukuran Aspek Afektif Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif TAI berbantu Edraw MindMap



Gambar 3. Grafik Persentase Distribusi Afektif Siswa Kelas X D

Penerapan Model Pembelajaran Langsung Materi Pokok Zat dan Wujudnya pada Peserta Didik Kelas VII B Semester Ganjil SMP Negeri 10 Kupang Tahun Ajaran 2013/2014

Anjelina Kristina Raja

Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Jln. Pramuka no.42 sidikan umbulharjo Jogjakarta

Petrus Ola Begu, Alfons Bunga Naen

UNWIRA Kupang
Jln. Ahmad yani No.50 Kupang - NTT

Surat-e: Christyn_radja@yahoo.com

Masalah utama penelitian adalah bagaimanakah hasil penerapan model pembelajaran langsung materi pokok zat dan wujudnya pada peserta didik kelas VII B SMPN 10 Kupang? Secara terperinci adalah bagaimana kemampuan guru, ketuntasan indikator hasil belajar, hasil belajar peserta didik, dan respon peserta didik dalam mengelola kegiatan pembelajaran. Tujuan penelitian: mendeskripsikan hasil penerapan model pembelajaran langsung materi pokok zat dan wujudnya pada peserta didik kelas VII B SMPN 10 Kupang tahun ajaran 2013/2014. Secara terperinci adalah mendeskripsikan kemampuan guru, ketuntasan indikator hasil belajar, hasil belajar peserta didik, respon peserta didik. Jenis penelitian deskriptif, subyek penelitian: guru (peneliti), peserta didik. Teknik pengumpulan data: observasi, tes, angket. Instrumen: lembar pengamatan pengelolaan pembelajaran, tes hasil belajar (produk, afektif dan psikomotor), lembar isian respon peserta didik. Teknik analisis deskriptif kuantitatif. Berdasarkan hasil analisis deskriptif dikatakan penerapan model pembelajaran langsung materi pokok zat dan wujudnya pada peserta didik kelas VII B SMPN 10 Kupang adalah optimal.

Kata kunci: model pembelajaran langsung, hasil belajar

I. Pendahuluan

Hasil wawancara dengan guru mata pelajaran Fisika di SMP Negeri 10 Kupang diketahui bahwa:

Metode pembelajaran yang sering digunakan guru dalam proses pembelajaran adalah metode ceramah dan Model pembelajaran yang digunakan guru adalah model pembelajaran langsung, namun dalam kegiatan pelaksanaan pembelajaran guru jarang melaksanakan program pembelajaran yang telah dibuat meliputi: kegiatan pendahuluan, kegiatan inti (eksplorasi, elaborasi, konfirmasi), dan kegiatan penutup, Guru kurang menggunakan media pembelajaran dalam pembelajaran, sehingga peserta didik masih sulit memahami materi yang diberikan, Pengelolaan pembelajaran yang dilakukan oleh guru belum sesuai, karena perangkat pembelajaran yang belum lengkap seperti RPP yang disiapkan oleh guru tidak sesuai dengan model pembelajaran yang digunakan dan juga guru belum menyiapkan bahan ajar tetapi langsung menggunakan buku paket dalam pembelajaran, Sarana dan prasarana seperti alat-alat laboratorium di sekolah tersebut cukup lengkap, namun guru belum

menggunakan peralatan tersebut secara maksimal dalam proses pembelajaran.

Ketercapaian indikator dan hasil belajar peserta didik belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimum yang ditetapkan sekolah sebesar 70.

Tahap evaluasi, guru hanya menggunakan penilaian kognitif untuk mengetahui kemampuan peserta didik, sedangkan penilaian afektif, dan psikomotor guru jarang melakukan. Respon peserta didik terhadap proses pembelajaran fisika masih kurang. Selama proses pembelajaran peserta didik kurang memperhatikan penjelasan dari guru, sering keluar masuk kelas dan juga tidak mengerjakan tugas rumah yang diberikan oleh guru. Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul, "Penerapan Model Pembelajaran Langsung Materi Pokok Zat dan Wujudnya pada Peserta Didik Kelas VII B Semester Ganjil SMPN 10 Kupang Tahun Ajaran 2013/2014."

II. Kajian Pustaka

Model Pembelajaran Langsung (*Direct Instruction*) merupakan suatu model pembelajaran yang dapat membantu peserta didik dalam mempelajari keterampilan dasar dan memperoleh informasi yang dapat diajarkan.

Tabel I. Fase-fase model pembelajar langsung

Fase	Perilaku Guru	Teori Belajar
Fase 1: Menyampaikan tujuan dan mempersiapkan peserta didik.	Guru menyampaikan TPK, informasi latar belakang pembelajaran, pentingnya pelajaran, mempersiapkan peserta didik.	Teori Perilaku (Skinner, pembentukan perilaku), Teori Belajar Sosial (Bandura, tahap retensi, motivasi dan penguatan).
Fase 2: Mendemonstrasikan pengetahuan atau keterampilan.	Guru mendemonstrasikan keterampilan dengan benar atau memberi informasi tahap demi tahap.	Teori Perilaku (Skinner, pembentukan perilaku), Analisis Sistem Teori Pemodelan Perilaku (Bandura, tahap atensi).
Fase 3 : Memberikan latihan terbimbing.	Guru merencanakan dan memberi bimbingan pelatihan awal.	Teori Belajar Sosial (Bandura, tahap atensi, retensi, motivasi dan penguatan).
Fase 4 : Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik.	Guru mengecek apakah peserta didik telah berhasil melakukan tugas dengan baik, memberi umpan balik.	Teori Perilaku (Skinner, konsekuensi perilaku), Teori Belajar Sosial (Bandura, tahap motivasi dan penguatan).
Fase 5 : Memberikan kesempatan untuk pelatihan dan penerapan.	Guru mempersiapkan kesempatan melakukan pelatihan lanjutan, khusus penerapannya pada situasi kompleks dan kehidupan sehari-hari.	Teori Belajar Sosial (Bandura, tahap produksi).

Sumber: Kardi dan Nur (Trianto, 2007:31)

Langkah-langkah model pengajaran langsung: menyampaikan tujuan dan menyiapkan peserta didik, presentasi dan demonstrasi, memberikan latihan terbimbing, mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik, memberi kesempatan latihan mandiri, pelaksanaan pembelajaran langsung dan tugas-tugas perencanaan.

Teori-teori yang melandasi pembelajaran langsung: teori perkembangan kognitif, teori belajar kognitivisme, teori belajar humanisme, teori belajar sibematik dan teori belajar behavioristik.

Tabel 2. Kriteria penilaian terhadap kemampuan guru

Rentang Skor	Kriteria	Keterangan
1,00-1,99	Tidak Baik	Jika guru dalam mengelola kegiatan pembelajaran (perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi) tidak sesuai model pembelajaran langsung.
2,00-2,99	Kurang Baik	Jika guru dalam mengelola kegiatan pembelajaran (perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi) kurang sesuai model pembelajaran langsung.
3,00-3,49	Cukup Baik	Jika guru dalam mengelola kegiatan pembelajaran (perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi) cukup sesuai model pembelajaran langsung .
3,50-4,00	Baik	Jika guru dalam mengelola kegiatan pembelajaran (perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi) sesuai model pembelajaran langsung.

Sumber: Dimodifikasi dari Arikunto (2012: 33-44)

III. Metode Penelitian/Eksperimen

Jenis penelitian ini adalah deskriptif, yakni mendeskripsikan kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran di kelas, ketuntasan indikator hasil belajar, ketuntasan hasil belajar, serta respon peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran. Subjek penelitian(peserta didik) kelas VII B SMPN 10 Kupang Tahun Ajaran 2013/2014 yang berjumlah 27 orang.

Tabel 3. Jadwal pengambilan data

No.	Hari/Tanggal	Jenis Kegiatan
1.	Sabtu, 31 Agustus 2013	Tes awal
2.	Selasa, 3 September 2013	Kegiatan Pembelajaran I
3.	Selasa, 10 september 2013	Kegiatan Pembelajaran II
4.	Selasa, 17 september 2013	Kegiatan Pembelajaran III
5.	Selasa, 24 September 2013	Tes akhir/Pengisian angket respon peserta didik

Desain penelitian: penelitian ini menggunakan desain One-Group Pretest-Posttest Design.



Keterangan:

O₁: Tes awal
O₂: Tes akhir
X : Perlakuan dengan menerapkan model pembelajaran langsung

Rumus teknik analisis data pengelolaan pembelajaran:

$$X = \frac{SP_1 + SP_2}{2} \quad (1)$$

Keterangan:

X: Nilai rata kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran,

SP₁: Skor pengamat 1

SP₂: Skor pengamat 2

Rumus yang digunakan dalam reabilitas:

$$\left(\frac{A - B}{A + B} \right) \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

A : frekuensi tertinggi pengamatan

B: frekuensi terendah pengamatan

Rumus ketuntasan indikator hasil belajar:

$$P_{THB} = \frac{B}{N} \quad (3)$$

Untuk sensitivitas butir soal digunakan rumus:

$$I_s = \frac{R_A - R_B}{T} \quad (4)$$

Respon peserta didik dapat dianalisis dengan menggunakan rumus:

$$CI = \frac{\sum I}{\text{standar}} \times 100\% \quad (5)$$

B : Skor yang diperoleh siswa.

N : Skor Maksimum.

P : Tingkat Pencapaian (*proportion correct*).

I_s : Indeks sensitivitas butir soal

RA: Jumlah peserta didik yang menjawab benar pada tes akhir.

RB: Jumlah peserta didik yang menjawab benar pada tes awal.

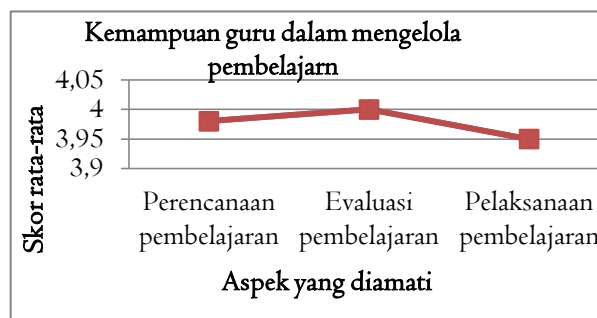
T : Jumlah peserta didik peserta tes.

CI: Capaian indikator/besarnya presentase

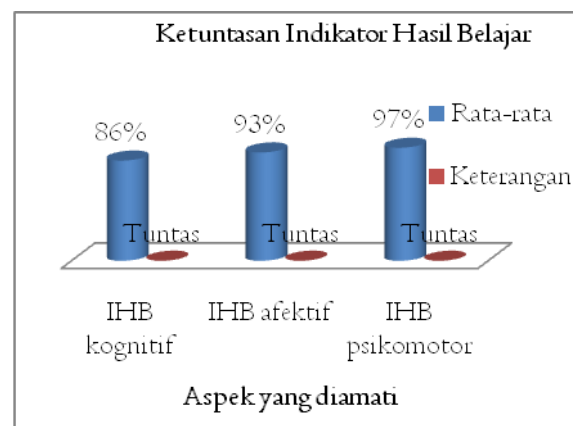
∑ : Total dari setiap skala jawaban

Standar: Bobot ideal, diperoleh dari jumlah peserta didik dikaliskor tertinggi disetiap pernyataan.

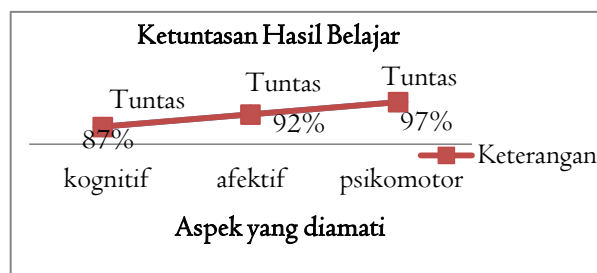
IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan



Gambar 1. Kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran



Gambar 2. Ketuntasan Indikator Hasil Belajar



Gambar 3. Ketuntasan Hasil Belajar

Tabel 4.I Respon peserata didik

No	Aspek yang diamati	Rata-rata
1	Kegiatan Pendahuluan	85%
2	Kegiatan inti	86%
3	Kegiatan penutup	87%
4	Pengelolaan Waktu	86%
5	Suasana Kelas	84%
Presentase rata-rata		85,6%

Kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran dengan menerapkan model pembelajaran langsung materi pokok zats dan wujudnya pada peserta didik kelas VII B SMPN 10 Kupang yang mencakup: perencanaan perangkat pembelajaran, perencanaan evaluasi pembelajaran dan pelaksanaan pembelajaran adalah

termasuk dalam kategori baik dengan skor rata-rata secara berturut-turut adalah: 3,98, 4,00 dan 3,95.

Indikator Hasil Belajar (IHB) dalam kegiatan pembelajaran fisika materi pokok zat dan wujudnya dengan menerapkan model pembelajaran langsung semuanya tuntas dengan rata-rata persentase ketuntasan indikator produk (kognitif) sebesar 86%, indikator afektif sebesar 93% dan indikator psikomotor 97%.

Hasil belajar produk peserta didik kelas VII B SMPN 10 Kupang pada materi pokok zat dan wujudnya secara keseluruhan 87%. Semua peserta didik, juga mencapai ketuntasan belajarnya pada aspek afektif dan aspek psikomotor dengan persentase masing-masing 92% dan 97%.

Respon peserta didik terhadap pelaksanaan pembelajaran dengan menerapkan Model Pembelajaran Langsung yang meliputi lima aspek dengan presentase rata-rata adalah 88,4% yang artinya peserta didik memberikan respon yang sangat baik terhadap pelaksanaan pembelajaran.

V. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasannya pada bab IV dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran langsung materi pokok zat dan wujudnya pada peserta didik kelas VII B semester ganjil SMPN 10 Kupang tahun ajaran 2013/2014 adalah optimal.

Ucapan Terimakasih

Pada kesempatan ini, disampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik secara moril maupun materi, teristimewa kepada:

Drs. Alfons Bunga Naen, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Katolik Widya Mandira Kupang, sekaligus Dosen pada Program Studi Pendidikan Fisika, Penasehat Akademik. Drs. Frans Keraf, M.Pd, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika, sekaligus Dosen pada Program Studi Pendidikan Fisika. Drs. Petrus Ola Begu, M.Pd, Si, selaku Dosen pada Program Studi Pendidikan Fisika. Ibu Vin, selaku pegawai tata usaha pada Program Studi Pendidikan Fisika. Johni Da Costa, S.Pd sebagai Kepala Sekolah SMPN 10 Kupang yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk melakukan penelitian. Rekan-rekan HIMAFIRA umumnya dan angkatan 2009 khususnya yang dengan caranya sendiri selalu memberikan dukungan.

Kepustakaan

- [1] Karr, Jamell, and Joglekar, Numerical approach to the Schrödinger equation in momentum space, Am. J. Phys. 78 _4_, April 2010.
- [2] Arikunto, Suharsimi. Dasar-Dasar Evaluasi Pembelajaran. Jakarta: PT Bumi Akasara, 2012.

- [3] Riduwan. Metode dan Teknik Menyusun Proposal Penelitian. Bandung: Alfabeta, 2009.
- [4] Trianto. Model-model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik, Surabaya: pustaka, 2007.
- [5] Trianto. Model-model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik. Prestasi. Jakarta: Pustaka, 2009.
- [6] Winarsi, Anni, dkk. Ipa Terpadu untuk SMP/MTS Kelas VII. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [7] Golek, Petrus Kanisius Payong. Penerapan Model Pembelajaran Langsung Materi Pokok Massa Jenis Pada Peserta didik Kelas VII^B Semester Ganjil SMPN Diakui Adhyaksa 2 Kupang Tahun Ajaran 2012/2013. Kupang: Unwira, 2013.
- [8] Anonim, <http://nucleus-smart.blogspot.com/2010/08/teori-yang-melandasi-pembelajaran-sains.html> di ambil tanggal 15 april 2013

Pemanfaatan Suling Bambu Pentatonik sebagai Media Pembelajaran Fisika

Eko Nursulistiyo

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UAD
Jl. Prof. Dr. Soepomo, SH. Janturan Yogyakarta
Surat-e: ekonur.uad@gmail.com

Telah dilakukan kajian dan eksperimen pemanfaatan suling bambu pentatonik sebagai media pembelajaran fisika pada materi pipa organa. Penelitian bertujuan untuk mengetahui langkah-langkah yang diperlukan untuk menggunakan suling bambu sebagai media pembelajaran fisika, menguji langkah-langkah tersebut untuk menentukan kecepatan bunyi di udara, dan menganalisis tahapan-tahapan yang dapat dilakukan untuk menggunakan suling bambu sebagai media pembelajaran fisika pada materi pipa organa terbuka.

Metode yang digunakan adalah studi pustaka dan studi kasus fenomena suling bambu sebagai pipa organa terbuka. Studi pustaka digunakan untuk mencari metode yang tepat untuk menggunakan suling bambu sebagai media pembelajaran fisika. Studi fenomena digunakan untuk membuktikan langkah-langkah penentuan kecepatan bunyi di udara menggunakan suling bambu dan menentukan mana yang lebih akurat.

Hasilnya adalah 1). Langkah-langkah penentuan kecepatan bunyi di udara menggunakan suling bambu dan software *Audacity* adalah a). Menghidupkan laptop dan buka software *Audacity*, b). Mengukur suhu ruangan, c). Mengukur jarak antara lubang penghasil suara ke lubang nada untuk semua lubang nada (lubang pertama adalah di ujung terbuka, 6 lubang lain tertutup), d). Membunyikan suling bambu nada demi nada dan merekam hasilnya pada software *Audacity*, e). Menentukan frekuensi nada dari data *Audacity*, f) Menghitung nilai kecepatan bunyi di udara dengan menggunakan data-data yang diperoleh pada masing-masing frekuensi menggunakan persamaan pada pipa organa terbuka, 2). Hasil yang diperoleh dari hasil perhitungan kecepatan bunyi di udara menggunakan suling bambu tanpa ralat diameter adalah $v \pm S_v = 283,43 \pm 5,25$ (m/s). Sedangkan kecepatan bunyi di udara berdasarkan perhitungan menggunakan ralat diameter adalah $v \pm S_v = 308,31 \pm 3,47$ (m/s). Hasilnya tidak terlalu jauh dari teori dan yang paling mendekati adalah perhitungan menggunakan ralat diameter $C = 1,486 D$. 3). Tahapan pembelajaran inkuiri terbimbing menggunakan suling bambu sebagai media pembelajaran adalah a). Membuat rumusan masalah : Guru dapat memberikan masalah dengan menanyakan apakah suling bambu ini termasuk pipa organa terbuka atau tertutup setelah memperkenalkan suling bambu kepada siswa. Siswa diminta memecahkan masalah tersebut, b). Mengembangkan dan merumuskan hipotesis : Siswa diminta untuk merumuskan prediksi berdasarkan apa yang mereka ketahui. Siswa diperbolehkan mengakses sumber apapun. C). Merancang dan melakukan kegiatan untuk menguji hipotesis : Siswa melakukan percobaan menggunakan suling bambu dan *Audacity* dengan menggunakan petunjuk yang diberikan oleh guru dalam bentuk lembar kerja siswa atau petunjuk praktikum, d). Menarik kesimpulan: Siswa menganalisis dan menentukan jawaban dari pertanyaan apakah suling bambu termasuk pipa organa terbuka atau pipa organa tertutup

Kata kunci: suling bambu, pipa organa terbuka, kecepatan bunyi di udara, inkuiri terbimbing

I. Pendahuluan

Identitas sebuah bangsa adalah ciri khas bangsa bila dibandingkan dengan bangsa lain. Sangatlah penting menjaga identitas bangsa karena tanpa identitas maka bangsa tersebut tidak akan memiliki ciri khas dan tidak

ada kebanggaan terhadap dirinya sendiri sehingga menimbulkan peran serta masyarakat dalam membangun bangsa tidak optimal. Identitas sebuah bangsa dapat dilihat dari budayanya. Budaya yang beragam di Indonesia merupakan kekayaan yang tidak ternilai dan harus dijaga

agar tidak hilang. Budaya yang beragam tersebut secara terpadu membentuk identitas budaya Indonesia.

Konsep kebudayaan dapat didefinisikan sebagai keseluruhan cara bertingkah laku manusia dalam kehidupannya yang menjadi suatu identitas (Y.T.C Pramudi *et al*, 2010). Sri Sultan Hamengku Buwono X (2007) mengatakan bahwa permasalahan budaya daerah saat ini, pengaruh arus budaya luar, kearifan budaya lokal yang berasal dari budaya daerah yang dapat dijadikan "modal dasar baru" bagi persatuan dan kesatuan bangsa atas dasar solidaritas sosial budaya rakyat yang saling menghargai sesama warga Indonesia, kepedulian pemerintah terhadap budaya daerah, serta kebijaksanaan kraton-kraton di daerah dan pemangku-pemangku adat yang demokratis perlu dilestarikan dan dikembangkan sebagai landasan budaya daerah. Kearifan lokal-tradisional yang terdapat pada budaya daerah merupakan sumber identitas budaya bangsa. Nilai-nilai budaya yang ada harus dilihat sebagai bagian dari masa depan republik Indonesia dan harus dikembangkan secara kreatif.

Identitas sebuah bangsa dapat dilihat dari budaya yang ada dalam bangsa tersebut. Bangsa Indonesia telah dikenal di dunia karena memiliki identitas budaya berupa batik dan wayang. Namun tidak hanya itu saja banyak ragam kesenian, alat musik, kontur daerah, dialek, baju adat dll yang merupakan salah satu bagian dari budaya nusantara. Identitas budaya Indonesia berasal dari gabungan dan keterpaduan antara hal-hal tersebut.

Suling bambu adalah salah satu alat musik yang identik dengan bangsa Indonesia. Suling bambu menjadi salah satu instrumen pokok dalam gamelan yang merupakan pengiring dalam pertunjukan wayang. Suara yang mendayu-dayu menjadi ciri khas bunyinya. Sangat penting menanamkan kecintaan terhadap suling bambu bagi siswa di sekolah sebagai salah satu upaya melestarikan alat musik tersebut. Kecintaan terhadap alat musik tersebut akan memicu kecintaan terhadap budaya Indonesia lainnya dan akhirnya kebanggaan terhadap bangsa Indonesia meningkat. Adanya hal tersebut akan berdampak pada identitas budaya Indonesia yang terjaga dan lestari.

Proses pembelajaran fisika hanya berkutat pada fenomena fisika dan tidak membahas budaya. Akan tetapi kita bisa menghubungkan materi fisika dengan alat musik tradisional karena fenomena fisika mengenai bunyi dapat terjadi juga di alat musik tradisional. Suling bambu mempunyai potensi untuk digunakan dalam proses pembelajaran fisika. Hal ini disebabkan suling bambu sesuai dengan konsep pipa organa terbuka.

Suling bambu sesuai dengan konsep pipa organa terbuka. Akan tetapi pembuktian dan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk membawanya menjadi media pembelajaran fisika perlu dikaji. Tujuan telaah dan penelitian ini adalah :

1. Menentukan langkah penentuan kecepatan bunyi di udara dengan menggunakan suling bambu dan *Audacity*
2. Menentukan kecepatan bunyi di udara di ruangan
3. Menganalisis kemungkinan penggunaan suling bambu dalam proses pembelajaran fisika di sekolah dan langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam proses pembelajaran tersebut

II. Kajian Pustaka

Studi mengenai suling bambu untuk dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika dimulai dengan mencari referensi dan mencari langkah-langkah pemanfaatan suling bambu sebagai media pembelajaran fisika. Hal ini dilanjutkan dengan pencarian data melalui eksperimen dengan langkah-langkah yang telah diperoleh untuk mendapatkan bukti mengenai ketepatan langkah-langkah tersebut untuk digunakan di dalam proses pembelajaran. Selanjutnya dibahas mengenai metode yang tepat untuk mengajarkan hal tersebut.

A. Media pembelajaran fisika

Menurut Association of Education and Communication Technology di Amerika media adalah segala bentuk dan saluran yang digunakan orang untuk menyampaikan pesan/informasi. Menurut Gagne media adalah berbagai jenis komponen dalam lingkungan siswa yang dapat merangsangnya untuk belajar. Briggs mengatakan media adalah segala alat fisik yang dapat menyajikan pesan serta merangsang siswa untuk belajar. National Education Association : media adalah bentuk-bentuk komunikasi baik tercetak maupun audiovisual serta peralatannya. Bahasa latin "*medium*" yang secara harfiah berarti "*perantara*" yaitu perantara sumber pesan (*a source*) dengan penerima pesan (*a receiver*). Media pembelajaran fisika adalah alat atau perantara untuk mengajarkan konsep fisika dari sumber ke penerima (peserta didik).

Proses pembelajaran fisika adalah proses penyampaian konsep dari guru ke siswa. Media adalah jembatan untuk mengajarkan konsep dari guru ke siswa tersebut. Adanya media pembelajaran akan merangsang siswa untuk belajar. Penjelasan verbal yang biasanya digunakan dalam proses pembelajaran akan menjadi lebih jelas dengan adanya media pembelajaran. Objek yang tidak bisa dijelaskan, digambarkan dan dijelaskan dengan kata-kata akan lebih mudah dijelaskan dengan media. Objek yang terlalu kecil, terlalu besar, terlalu rumit, dan jarang ditemui dapat dijelaskan dengan mudah dengan menggunakan media pembelajaran. Sifat siswa dalam belajar akan berubah dengan adanya media pembelajaran. Media pembelajaran menjadi penting dalam proses pembelajaran. Bahkan media akan membawa siswa untuk berinteraksi dengan fenomena atau objek yang dikaji secara langsung.

B. Pembelajaran fisika berbasis inkuiri terbimbing dan berwawasan budaya

Menurut Ridwan (2013) pembelajaran berbasis inkuiri adalah pembelajaran yang melibatkan siswa dalam merumuskan pertanyaan yang mengarahkan untuk melakukan investigasi dalam upaya membangun pengetahuan dan makna baru. Dalam hal ini siswa berperan aktif dalam mencari dan membangun pengetahuannya sendiri.

Dalam pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing siswa dibimbing oleh guru untuk melakukan proses inkuiri. Miskonsepsi dan kesulitan yang dialami siswa bisa segera diatasi oleh guru. Konsep yang akan diraih pun akan lebih jelas. Dengan tetap memberikan kebebasan berfikir bagi siswa, guru memonitor dan membimbing siswa agar proses inkuiri berjalan dengan baik. Lembar kerja siswa dan petunjuk praktikum adalah dua contoh pembimbingan yang dapat dilakukan oleh guru agar siswa mendapatkan konsep yang diinginkan.

Tahapan pembelajaran inkuiri adalah

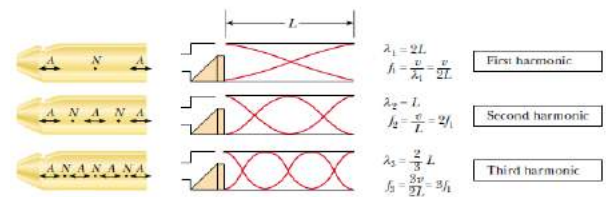
1. Membuat rumusan masalah
2. Mengembangkan dan merumuskan hipotesis
3. Merancang dan melakukan kegiatan untuk menguji hipotesis
4. Menarik kesimpulan

Dalam inkuiri terbimbing tahapan tersebut tetap dilakukan akan tetapi terdapat bimbingan dan arahan dari guru melalui berbagai macam cara. Cara-cara tersebut antara lain dengan membuat petunjuk praktikum, lembar kerja siswa, handout, proyek, tugas, atau bimbingan secara lisan.

Penelitian yang dilakukan oleh Eko (2012) menggunakan gamelan sebagai media pembelajaran sains untuk mengajarkan konsep getaran gelombang dan bunyi. Instrumen musik tradisional yang ada pada gamelan dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika. Kendang dan siter dapat digunakan untuk menjelaskan bahwa bunyi berasal dari getaran. Saron dapat digunakan untuk menjelaskan kuat-lemah dan tinggi-rendah bunyi. Proses pembelajaran konstruktivisme yang dilakukan menggunakan sebuah bahan ajar berupa modul sains dengan media pembelajaran gamelan terbukti memberikan efek yang baik dan mampu mengenalkan gamelan kepada siswa selain pada pembelajaran muatan lokal karawitan. Ini adalah salah satu pembelajaran fisika berbasis budaya lokal dengan memanfaatkan alat musik gamelan.

C. Pipa organa terbuka

Gambar I memperlihatkan gelombang bunyi pada pipa organa terbuka. Terlihat bahwa simpangan pada kedua ujung pipa organa terbuka merupakan simpangan maksimum dan simpangan di tengah minimum. Tekanan pada ujung-ujung pipa minimum dan tekanan pada tengah-tengah pipa maksimum.



Gambar I. Pipa organa terbuka

Panjang kolom udara L pada gambar memperlihatkan bahwa pada harmonik pertama hanya terjadi setengah panjang gelombang yaitu seperempat panjang gelombang dan seperempat panjang gelombang. Jika dijumlahkan maka akan didapatkan setengah panjang gelombang. Sehingga frekuensi harmonik pertama adalah :

$$f_1 = \frac{v}{2L} \tag{1}$$

Panjang kolom L pada harmonik kedua memperlihatkan seperempat, setengah dan seperempat panjang gelombang sehingga bila dijumlahkan menjadi satu panjang gelombang penuh. Hal ini memberikan frekuensi harmonik kedua yaitu :

$$f_2 = \frac{v}{L} = 2f_1 \tag{2}$$

Harmonik ketiga telah jelas sehingga diperoleh bahwa :

$$f_3 = \frac{3v}{2L} = 3f_1 \tag{3}$$

Frekuensi harmonik selanjutnya adalah kelipatan bilangan bulat dari frekuensi harmonik pertama. Secara matematis dapat kita tuliskan bahwa frekuensi harmonik pada pipa organa terbuka adalah :

$$f_n = n \frac{v}{2L} \text{ dimana } n : 1,2,3,4... \tag{4}$$



Gambar 2. a) suling bambu modern, b) suling bambu tradisional, c) asal bunyi suling bambu

D. Suling bambu

Suling bambu adalah salah satu alat musik tiup. Gambar 2.a memperlihatkan sebuah suling bambu modern yang menggunakan nada diatonik. Gambar 2.b memperlihatkan sebuah suling bambu tradisional yang menggunakan nada pentatonik. Suara yang dihasilkan oleh suling bambu berasal dari getaran udara di dalam kolom pipa suling bambu tersebut yang bergesekan dengan udara

yang ditiupkan oleh pemainnya ke arah yang tidak sejajar dengan arah kolom suling bambu tersebut (lihat gambar 2.c). Suling bambu merupakan salah satu bentuk pipa organa terbuka dimana kedua sisi dari pipa suling bambu ini terbuka.

Seruling modern dengan suling bambu tradisional memiliki kesamaan dalam proses pembentukan bunyinya. Perbedaannya adalah pada frekuensi bunyi yang dihasilkan. Suling bambu modern dan suling bambu tradisional memiliki frekuensi resonansi yang berbeda sehingga menghasilkan tinggi rendah bunyi yang berbeda. Hal tersebut juga dapat terlihat dari jarak antara lubang tiup dengan lubang tone dari kedua suling bambu ini yang berbeda. Apabila jarak antara lubang tiup dengan lubang tone berubah maka akan terjadi perubahan frekuensi resonansi yang mengakibatkan frekuensi yang terdengar berubah.

Suling bambu merupakan alat musik tradisional yang memiliki nada pentatonik. Lubang-lubang yang ada pada bagian depan berjumlah 6 yang akan menghasilkan nada berbeda-beda. Tabel I menjelaskan nada-nada yang dihasilkan pada suling laras slendro dengan lubang 6.

Tabel I. Perbandingan nada suling laras slendro dengan alat musik modern

Suling Laras Slendro	Susunan nada : 1 2 3 5 6 i Sruti : 240 240 240 240 240 Satu Gembyangan : 1200 cents, sifat pentatonik
Nada pada alat musik tiup modern	Susunan nada : c d e f g a b c Perbandingan nadanya : 24 27 30 32 36 40 45 48 Patokan : nada a = 440 Hz, Sifat Diatonik

Ruswati (2013) menggunakan pipa PVC terbuka pada kedua ujungnya dan pipa PVC yang salah satu ujungnya tertutup untuk menentukan kecepatan bunyi di udara. Hasilnya semua mendekati kecepatan bunyi di udara secara teori. Pipa organa terbuka sangat sesuai dengan suling bambu. Suara yang dihasilkan merupakan hasil dari resonansi akibat dibukanya lubang yang ada di seruling tersebut. Suling bambu terbuka pada bagian satu dan terbuka juga pada bagian lainnya. Sistem suara pada suling bambu merupakan representasi fenomena pipa organa terbuka.

Dr. Purwadi, M.Hum (2009) mengatakan bahwa suling pelog dan suling slendro adalah bagian dari gamelan. Senada dengan itu Sumarsam (1988) mengatakan bahwa salah satu bagian dari gamelan adalah suling yang dia sebut sebagai *a bamboo flute*. Gamelan adalah alat musik tradisional yang menggambarkan Indonesia. Gamelan menjadi salah satu ciri khas bangsa Indonesia dan hanya ada di Indonesia. Mengenalkan suling bambu kepada siswa itu berarti meningkatkan pengetahuan mengenai gamelan hingga akhirnya nanti gamelan akan lestari dan tetap menjadi ciri khas bangsa Indonesia.

III. Metode Penelitian/Eksperimen

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dan kuantitatif. Penelitian kualitatif digunakan untuk melakukan studi pustaka untuk mendapatkan informasi sejauh mana pemanfaatan dan aplikasi alat musik tiup pada proses pembelajaran. Penelitian kuantitatif digunakan pada penentuan kecepatan bunyi di udara menggunakan software *Audacity* dan suling bambu beserta alatnya.

Penentuan kecepatan bunyi di udara dilakukan dua kali yaitu dengan menggunakan alat diameter dan tidak menggunakan alat diameter. Hasilnya adalah perbandingan antara kecepatan bunyi di udara hasil eksperimen dengan kecepatan bunyi di udara secara teori.

Langkah-langkah yang sudah didapatkan dan diuji kemudian dianalisis untuk diterapkan ke dalam proses pembelajaran pada materi pipa organa.

Suling bambu yang digunakan adalah suling bambu mainan yang dijual bebas di pasaran. Panjang total 44,2 cm dengan diameter 1,8 cm. Software yang digunakan adalah *Audacity for windows versi win-unicode-1.3.12*. Software ini dapat didownload secara bebas di <http://Audacityteam.org/download/> atau <http://Audacity.sourceforge.net/about/>. Tidak digunakan mikrofon dalam percobaan karena sudah ada di dalam laptop.

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil dari telaah dan kajian serta eksperimen sederhana penentuan kecepatan bunyi di udara menggunakan suling bambu pentatonik dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu

A. Langkah-langkah penentuan kecepatan bunyi di udara menggunakan suling bambu dan *Audacity*

Alat dan bahan yang diperlukan dalam percobaan penentuan kecepatan bunyi di udara dengan suling bambu adalah

- Suling bambu mainan berlubang 6
- Audacity*
- Laptop
- Penggaris
- Termometer

Perhitungan kecepatan bunyi di udara ini menggunakan konsep pipa organa terbuka pada seruling. Data diperoleh pada percobaan frekuensi suling bambu sebagai pipa organa terbuka. Prosedur percobaan pada eksperimen ini adalah

- Hidupkan laptop dan buka software *Audacity*
- Mengukur suhu ruangan
- Mengukur jarak antara lubang penghasil suara ke lubang nada untuk semua lubang nada (lubang pertama adalah di ujung terbuka, 6 lubang lain tertutup)

- d) Membunyikan suling bambu nada demi nada dan merekam hasilnya pada software *Audacity*
- e) Menentukan frekuensi nada dari data *Audacity*
- f) Menghitung nilai kecepatan bunyi di udara dengan menggunakan data-data yang diperoleh pada masing-masing frekuensi menggunakan persamaan pada pipa organa terbuka.

Hal yang perlu diperhatikan adalah bahwa bunyi yang dihasilkan bukan hanya nada pada frekuensi yang tepat melainkan juga diperoleh nada dasar, nada dasar 1, nada dasar 2, dan seterusnya. Penentuan frekuensi nada yang tepat harus dilakukan yaitu pada nada yang mempunyai amplitudo paling besar. Suhu ruangan mempengaruhi kecepatan udara di udara. Makin tinggi suhu akan meningkatkan kecepatan bunyi di udara. Analisis data sederhana menggunakan ralat rata-rata dilakukan agar siswa tidak kesulitan menghitung dikarenakan kompleksitas perhitungan yang lebih akurat.

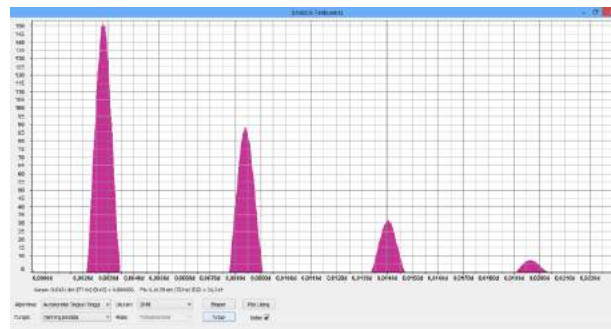
B. Penentuan kecepatan bunyi di udara di ruangan menggunakan suling bambu dan *Audacity*

Ruangan yang digunakan dalam percobaan ini adalah ruang keluarga. Apabila di ruang keluarga bisa diukur kecepatan bunyinya maka di dalam laboratorium atau di kelas akan lebih dapat dilakukan penentuan kecepatan bunyi di udara dengan lebih akurat. Percobaan sederhana ini hanya untuk membuktikan bahwa langkah-langkah yang sudah disusun untuk menentukan bunyi di udara menggunakan *Audacity* dan suling bambu dapat dilaksanakan. Akan ditentukan juga apakah suling bambu merupakan kategori pipa organa terbuka dengan membandingkan kecepatan bunyi yang diperoleh dengan referensi.

Langkah-langkah pengoperasian *Audacity* untuk menentukan frekuensi nada suling bambu adalah :

- a) Tekan tombol rekam dan mainkan nada yang diinginkan
- b) Tekan tombol stop dan potong bagian yang tidak diinginkan dengan memblok dan menekan tombol potong dengan simbol gunting
- c) Klik *analisa* kemudian *spektrum plot*
- d) Ubah *algoritma* menjadi *auto koreksi tingkat tinggi*
- e) Ubah *ukuran* menjadi 2048
- f) Letakkan cursor pada puncak yang diinginkan. Puncak paling tinggi adalah frekuensi dari nada yang dimainkan
- g) Baca hasil frekuensi nada yang dimainkan pada *pik (peak)*

Gambar 3 memperlihatkan puncak-puncak hasil analisis nada menggunakan *Audacity*.



Gambar 3. Peak (puncak) hasil analisis menggunakan *Audacity*

Perhitungan kecepatan bunyi di udara menggunakan persamaan 1. Analisis data menggunakan metode analisis rata-rata yaitu menggunakan persamaan 2.

$$v = \frac{\sum v_i}{N} \quad (2)$$

Sedangkan ralat menggunakan ralat rata-rata biasa yaitu pada persamaan 3.

$$S_v = \sqrt{\frac{\sum (v - v_i)^2}{N(N-1)}} \quad (3)$$

Suhu udara pada saat pengambilan data adalah 29 °C. Nada pertama diperoleh dengan menutup seluruh lubang. Nada kedua diperoleh dengan membuka lubang pertama. Nada ketiga diperoleh dengan membuka lubang kedua dst. Panjang pipa organa diukur dari ujung akhir lubang suara ke ujung seruling untuk nada pertama dan ke lubang untuk nada selanjutnya. Data yang diperoleh dari percobaan dapat dilihat pada tabel 2. Hasil yang diperoleh dari hasil perhitungan kecepatan bunyi di udara adalah $v \pm S_v = 283,43 \pm 5,25$ (m/s).

Tabel 2. Perhitungan kecepatan bunyi di udara menggunakan suling bambu tanpa ralat diameter

No	L (cm)	f1 (Hz)	v (m/s)	v-Vave	(v-Vave) ²
1	42,4	359	304,43	21,01	441,29
2	35	408	285,60	2,17	4,73
3	32,3	445	287,47	4,04	16,36
4	30	472	283,20	-0,22	0,05
5	25,7	524	269,33	-14,08	198,49
6	23,2	583	270,51	-12,91	166,74
Rata-rata			283,43	Jumlah :	827,68
Ralat			5,25		

Ralat yang diperoleh cukup kecil akan tetapi hasil yang diperoleh sangat jauh dari teori yaitu 343 m/s. Apabila dihitung perbedaannya adalah 59,57 m/s atau dengan kata lain perbedaannya 17,36 % dari nilai teori. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil perhitungan 83,63 % mendekati nilai teori. Namun hal ini masih belum memuaskan.

Menurut Syed dan Hudhaifa (2013) untuk pipa dengan perbandingan λ/D antara 15 hingga 99 dimana D adalah diameter pipa organa terbuka dan λ adalah panjang gelombang yang besarnya $2L$ (dua kali panjang pipa) faktor koreksi ujung pipa adalah $C = 0,486 D$. Prof. Dr. Dr. John Askill (2007) menambahkan ralat pada pipa organa terbuka yaitu ralat corong mulut besarnya adalah D . Sehingga ralat total adalah ralat gabungan keduanya menjadi $C = 1,486 D$. panjang total seluruhnya adalah panjang awal ditambah ralat panjangnya (persamaan 4). Hasil perhitungan menggunakan ralat diameter ini dapat dilihat pada tabel 3.

$$L_{tot} = L + C = L + 1,486D \quad (4)$$

Tabel 3. Perhitungan kecepatan bunyi di udara menggunakan suling bambu dengan ralat diameter

N	L (cm)	f1 (Hz)	L+1,486D (cm)	v (m/s)	V-Vave	(V-Vave) ²
1	42,4	359	45,075	323,64	16,77	281,18
2	35	408	37,675	307,43	0,56	0,31
3	32,3	445	34,975	311,28	4,401	19,43
4	30	472	32,675	308,45	1,59	2,50
5	25,7	524	28,375	297,37	-9,5	90,25
6	23,2	583	25,875	301,70	-5,17	26,70
Rata-rata				308,31	Jumlah	420,38
Ralat				3,74		

Kecepatan bunyi di udara berdasarkan perhitungan ralat diameter adalah $v \pm \Delta v = 308,31 \pm 3,47$ (m/s) dengan diameter $D = 1,8$ cm. Apabila dibandingkan dengan teori yaitu 343 m/s didapatkan perbedaan 34,69 m/s atau berada pada 10,11 %. Melihat hal tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan ralat diameter diperoleh hasil 89,88 % mendekati teori. Sehingga perhitungan dengan ralat diameter ini dapat dipakai dengan tingkat kedekatan dengan teori yang cukup tinggi.

Kecepatan bunyi di udara yang diperoleh menggunakan seruling mainan yang umum dipakai dan dijual bebas ini belum mencapai kecepatan sesuai teori. Perlu pendalaman yang lebih mengenai ralat diameter dan pengaruh lainnya pada kasus fenomena bunyi pada suling bambu pentatonik ini. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan formula ralat panjang yang tepat untuk mendapatkan hasil perhitungan kecepatan bunyi diudara dengan tepat. Dimungkinkan juga ralat pada suling bambu mempunyai kekhasan dibanding alat musik tiup lainnya walaupun masih termasuk ke dalam pipa organa terbuka.

C. Penggunaan suling bambu sebagai media pembelajaran fisika di sekolah

Suling bambu dapat digunakan dalam proses pembelajaran fisika di sekolah. Suling bambu merupakan salah satu jenis pipa organa terbuka. Dari hasil penelitian ini diperoleh data-data yang menguatkan bahwa suling

bambu adalah pipa organa terbuka. Kecepatan bunyi di udara yang diperoleh mendekati referensi.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk membawa suling bambu sebagai media pembelajaran di sekolah salah satunya adalah dengan menerapkan pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing. Pembelajaran dirancang dengan menggunakan eksperimen dengan prosedur sebagai berikut :

- Menghidupkan laptop dan buka software *Audacity*
- Mengukur suhu ruangan
- Mengukur jarak antara lubang penghasil suara ke lubang nada untuk semua lubang nada
- Membunyikan suling bambu nada demi nada dan merekam hasilnya pada software *Audacity*
- Menentukan frekuensi nada dari data *Audacity* dengan analisis frekuensi
- Menghitung nilai kecepatan bunyi di udara dengan menggunakan data-data yang diperoleh pada masing-masing frekuensi menggunakan persamaan pada pipa organa terbuka.

Tahapan pembelajaran inkuiri terbimbing menggunakan suling bambu sebagai media pembelajaran adalah

- Membuat rumusan masalah
Guru dapat memberikan masalah dengan menanyakan apakah suling bambu ini termasuk pipa organa terbuka atau tertutup setelah memperkenalkan suling bambu kepada siswa. Siswa diminta memecahkan masalah tersebut
- Mengembangkan dan merumuskan hipotesis
Siswa diminta untuk merumuskan prediksi berdasarkan apa yang mereka ketahui. Siswa diperbolehkan mengakses sumber apapun.
- Merancang dan melakukan kegiatan untuk menguji hipotesis
Siswa melakukan percobaan menggunakan suling bambu dan *Audacity* dengan menggunakan petunjuk yang diberikan oleh guru dalam bentuk lembar kerja siswa atau petunjuk praktikum
- Menarik kesimpulan
Siswa menganalisis dan menentukan jawaban dari pertanyaan apakah suling bambu termasuk pipa organa terbuka atau pipa organa tertutup

Dalam proses melakukan kegiatan praktikum untuk membuktikan hipotesis siswa peran guru sangatlah penting untuk memberitahukan bahwa selisih yang diperoleh sesuai dengan apa yang telah dilakukan pada penelitian ini berkisar antara 10 – 20 % dengan teori. Oleh karena itulah pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing inisangat tepat digunakan dalam proses pembelajaran konsep pipa organa terbuka menggunakan media pembelajaran suling bambu pentatonik ini.

Harapan dari proses pembelajaran ini adalah siswa yang mampu menguasai dan memahami materi pipa organa secara mendalam disertai dengan pengetahuan akan

budaya Indonesia dalam hal ini suling bambu khas Indonesia. Rasa ingin tahu dibangkitkan dengan memberikan contoh-contoh fenomena fisika dalam alat musik tradisional dan modern untuk dipelajari. Siswa diharapkan bangga bahwa nenek moyang bangsa Indonesia sudah menemukan konsep pipa organa jauh sebelum teorinya muncul. Kebanggaan terhadap budaya bangsa Indonesia akan membuat mereka mencintai bangsanya dan akan menimbulkan sikap melestarikan dan menghargai budaya Indonesia yang begitu banyak dan beragam.

V. Kesimpulan

Kesimpulan dari kajian dan eksperimen ini adalah

1. Langkah-langkah penentuan kecepatan bunyi diudara menggunakan suling bambu dan software *Audacity* adalah a). Menghidupkan laptop dan buka software *Audacity*, b). Mengukur suhu ruangan, c). Mengukur jarak antara lubang penghasil suara ke lubang nada untuk semua lubang nada (lubang pertama adalah di ujung terbuka, 6 lubang lain tertutup), d). Membunyikan suling bambu nada demi nada dan merekam hasilnya pada software *Audacity*, e). Menentukan frekuensi nada dari data *Audacity*, f) Menghitung nilai kecepatan bunyi di udara dengan menggunakan data-data yang diperoleh pada masing-masing frekuensi menggunakan persamaan pada pipa organa terbuka.
2. Hasil yang diperoleh dari hasil perhitungan kecepatan bunyi diudara menggunakan suling bambu tanpa ralat diameter adalah $v \pm S_v = 283,43 \pm 5,25$ (m/s). Sedangkan kecepatan bunyi di udara berdasarkan perhitungan menggunakan ralat diameter adalah $v \pm S_v = 308,31 \pm 3,47$ (m/s). Hasilnya tidak terlalu jauh dari teori dan yang paling mendekati adalah perhitungan menggunakan ralat diameter $C = 1,486 D$ untuk menambah panjang L.
3. Tahapan pembelajaran inkuri terbimbing menggunakan suling bambu sebagai media pembelajaran adalah
 - a) Membuat rumusan masalah
Guru dapat memberikan masalah dengan menanyakan apakah suling bambu ini termasuk pipa organa terbuka atau tertutup setelah memperkenalkan suling bambu kepada siswa. Siswa diminta memecahkan masalah tersebut
 - b) Mengembangkan dan merumuskan hipotesis
Siswa diminta untuk merumuskan prediksi berdasarkan apa yang mereka ketahui. Siswa diperbolehkan mengakses sumber apapun.
 - c) Merancang dan melakukan kegiatan untuk menguji hipotesis

Siswa melakukan percobaan menggunakan suling bambu dan *Audacity* dengan menggunakan petunjuk yang diberikan oleh guru dalam bentuk lembar kerja siswa atau petunjuk praktikum

- d) Menarik kesimpulan
Siswa menganalisis dan menentukan jawaban dari pertanyaan apakah suling bambu termasuk pipa organa terbuka atau pipa organa tertutup
Saran-saran yang untuk pengembangan lebih lanjut adalah

1. Perlu dilakukan karakterisasi bunyi suling bambu pentatonik berkaitan dengan pipa organa terbuka
2. Perlu dilakukan penelitian uji efektivitas penggunaan suling bambu sebagai emdia pembelajaran fisika di sekolah
3. Perlu dikembangkan buku petunjuk praktikum atau lembar kerja siswa untuk membimbing siswa melakukan inkuiri dalam proses pembelajaran fisika materi pipa organa menggunakan suling bambu

Kepustakaan

- [1] Eko Nursulistiyo, (2012), Pengembangan Modul pembelajaran sains dengan media pembelajaran gamelan untuk meningkatkan pemahaman dan aplikasi konsep siswa SMP, Tesis, Universitas Negeri Yogyakarta
- [2] John Askill, 2007, *Physics of Musical Sounds*, <http://fiziks.net/Music%20Sample%20Chapter%20Seven/musicsamplechapter7.htm>, didownload 5 November 2015, pukul 01.00
- [3] Purwadi, (2009), *Diktat Seni Karawitan I*, Pendidikan Bahasa Daerah Fakultas Bahasa Dan Seni Universitas Negeri Yogyakarta
- [4] Ridwan AS, 2013, *Pembelajaran Saintifik untuk Implementasi Kurikulum 2013*, Bumi Aksara, Jakarta
- [5] Ruswati (2013) *Pengembangan Alat Eksperimen Pipa Organa Terbuka Dan Tertutup Untuk Menghitung Cepat Rambat Bunyi Di Udara Menggunakan Mbl (Microcomputer Based Laboratory)* Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Ahmad Dahlan
- [6] Sultan Hamengku Buwono X, 2007, *Merajut Kembali Keindonesiaan Kita*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [7] Sumarsam, (1988), *Introduction To Javanese Gamelan*, Revised For Wesleyan's Gamelan Webpage, Middletown
- [8] Syed dan Hudhaifa (2013), *End Correction of a Resonant Standing Wave in Open Pipes of Different Diameters*, *Journal of Natural Sciences Research*, Vol.3, No.4, International knowledge Science Platform, IISTE
- [9] Y.T.C Pramudi et all, 2010, *Desain Virtual Gamelan Jawa Sebagai Media Pembelajaran*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, Yogyakarta

Pengembangan Media Pembelajaran Komik Fisika untuk Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) Kelas X Semester I Pokok Bahasan Dinamika Partikel

Fitrian Prila Wardani, Dwi Sulisworo

Program Magister Pendidikan Fisika, Program Pascasarjana, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Kampus II, Jalan Pramuka 42 Sidikan, Yogyakarta 55161 Lantai 3 Telp (0274) 371120, Fax 564604
Surat-e: fitrianprilawardani@gmail.com

Media pembelajaran dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu untuk meningkatkan motivasi siswa dalam pembelajaran fisika. Komik fisika merupakan media pembelajaran berbentuk bacaan yang bertemakan hiburan berisi materi maupun latihan soal mata pelajaran fisika. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan menguji kelayakan media pembelajaran komik fisika untuk siswa SMA kelas X semester I pokok bahasan dinamika partikel. Sampelnya adalah 20 siswa kelas X SMA PGRI Gumelar, Banyumas. Pengembangan media pembelajaran komik fisika dibuat dengan bantuan perangkat lunak *CoreDRAW X7 (64-Bit)*. Karakter pada komik fisika adalah Semar, Gareng, Petruk, Bagong dan Shinta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah berhasil dirancang media pembelajaran komik fisika untuk siswa SMA kelas X semester I pokok bahasan dinamika partikel. Pengujian kepada ahli materi diperoleh persentase rata-rata sebesar 91%, sedangkan oleh pengguna sebesar 85%. Kedua penilaian tersebut menunjukkan bahwa komik fisika layak digunakan sebagai media pembelajaran.

Kata kunci: komik fisika, dinamika partikel, media pembelajaran

I. Pendahuluan

Media pembelajaran dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu belajar untuk meningkatkan minat siswa dalam mata pelajaran fisika. Namun, media pembelajaran yang disediakan sekolah saat ini belum cukup memadai bahkan ada sekolah yang belum memiliki media pembelajaran. Hasil wawancara dengan guru fisika kelas X SMA PGRI Gumelar Banyumas diperoleh informasi bahwa proses pembelajaran telah dilengkapi bahan ajar untuk siswa berupa buku paket, modul dan LKS. Ketiga bahan ajar yang digunakan bersifat monoton dan kurang menarik sehingga siswa kurang termotivasi untuk membaca dan mengembangkan pengetahuan yang telah dimilikinya. Selain itu bahan ajar tersebut bersifat monoton, bahasa yang sulit dipahami siswa, berisi materi yang singkat dan belum lengkap dengan soal-soal latihan yang terlalu sulit. Guru fisika belum pernah mengembangkan media pembelajaran fisika, khususnya media pembelajaran yang menarik dan dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Hal ini dikarenakan hanya ada satu guru fisika di sekolah tersebut sehingga tidak hanya mengampu mata pelajaran fisika kelas X tetapi juga kelas XI dan XII. Proses pembelajarannya masih menggunakan metode konvensional dan belum menggunakan media pembelajaran. Selain itu, guru menyampaikan bahwa materi dinamika partikel merupakan materi yang dianggap sulit oleh siswa kelas X.

Hal tersebut jelas sekali berakibat pada berkurangnya motivasi siswa dalam belajar fisika. Keterbatasan media

pembelajaran yang disediakan di sekolah sebenarnya dapat diatasi dengan media-media yang sederhana dan tidak membutuhkan biaya besar dalam pengadaannya. Dalam media cetak, selain buku panduan dan LKS seharusnya guru dapat mengembangkan media pembelajaran yang menarik dan dapat meningkatkan minat siswa dalam belajar seperti komik fisika. Khususnya media pembelajaran komik fisika untuk siswa SMA kelas X semester I pokok bahasan dinamika partikel. Secara umum dinamika partikel meliputi formulasi hukum-hukum Newton, mengenal berbagai jenis gaya dan analisis kuantitatif masalah dinamika partikel sederhana. Melalui komik dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep dinamika partikel. Komik merupakan bacaan bertema hiburan yang dapat dikonsumsi oleh semua umur baik laki-laki atau perempuan, dengan tema komik yang disukai berbeda-beda setiap rentang umur maupun jenis kelaminnya [1]. Kebanyakan siswa lebih menyukai bacaan yang bertema hiburan seperti komik daripada bacaan buku pelajaran. Alternatif cara yang bisa dilakukan oleh guru dalam rangka meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep siswa adalah mengintegrasikan media pembelajaran. Alternatif media yang dapat digunakan dalam mengemas pembelajaran fisika menjadi lebih menarik adalah komik [2].

Untuk itu komik fisika harus dibuat menarik, berisi beberapa tokoh karakter dengan dialog dan alur cerita yang bertemakan pokok bahasan dinamika partikel, dilengkapi dengan contoh soal latihan dan pembahasan, serta dari tampilan dan warna yang menarik. Dengan

dirancang media pembelajaran komik fisika untuk siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) kelas X semester I pokok bahasan dinamika partikel diharapkan dapat membantu meningkatkan antusiasme dan motivasi siswa dalam belajar fisika.

II. Kajian Pustaka

A. Media Pembelajaran

Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan (bahan pembelajaran), sehingga dapat merangsang perhatian, minat, pikiran dan perasaan siswa dalam kegiatan belajar untuk mencapai tujuan belajar [3]. Oleh karena proses pembelajaran merupakan proses komunikasi dan berlangsung dalam satu sistem, maka media pembelajaran menempati posisi yang cukup penting sebagai salah satu komponen sistem pembelajaran. Beberapa jenis media dapat digunakan dalam pembelajaran. Media dapat digolongkan menjadi media grafis, media foto grafis, media tiga dimensi, media proyeksi, media audio dan lingkungan sebagai media pengajaran. Penggunaan media pada proses belajar mengajar tergantung pada kebutuhan bahan ajar dan tujuan pembelajaran itu sendiri.

Komik Fisika

Komik adalah sebuah rangkaian cerita bergambar yang dilengkapi dengan tulisan sederhana yang memperjelas sajian gambar, dimana gambar tersebut berfungsi sebagai media pendeskripsian cerita. Sehingga pembaca bukan sekedar membayangkan karakter tokoh dan lokasi yang menjadi latar belakang cerita tersebut tetapi juga dapat sebagai penyampai informasi dari penulis yang dapat Menurut fungsinya, komik dibedakan atas komik komersial yang bersifat komersial karena jauh lebih diperlukan di pasaran dan komik pendidikan berfungsi sebagai media pendidikan [3]. Komik memiliki beberapa kekuatan dalam pendidikan, antara lain [4]:

Motivating, komik dapat menimbulkan ketertarikan bagi siswa yang membaca.

Visual, gambar dan tulisan saling berhubungan menyampaikan sebuah alur cerita. Sehingga terjalin hubungan emosional antara siswa dan karakter dalam komik.

Development of thinking skills, komik dapat memunculkan kemampuan berpikir siswa untuk menganalisis dan berpikir kritis.

Dalam hal ini, komik fisika dapat diartikan sebagai sebuah komik yang berisi tentang materi, konsep maupun latihan soal mata pelajaran fisika. Melalui media pembelajaran komik fisika, diharapkan dapat meningkatkan antusiasme dan motivasi belajar siswa

Dinamika Partikel

Dinamika merupakan cabang mekanika yang mempelajari penyebab gerak, yaitu gaya. Oleh karena benda yang ditinjau dianggap sebagai partikel maka

disebut dinamika partikel. Penerapan hukum Newton sebagai prinsip dasar dinamika untuk gerak lurus, gerak vertikal dan gerak melingkar beraturan. Hukum Newton terdiri dari [5]:

Hukum I Newton

Hukum I Newton berbunyi, "Jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol maka benda yang mula-mula diam akan terus diam, sedangkan benda yang mula-mula bergerak akan terus bergerak dengan kecepatan tetap". Secara matematis Hukum I Newton dinyatakan pada persamaan (1).

$$\sum \vec{F} = 0 \quad (1)$$

Hukum II Newton

Hukum II Newton berbunyi, "Percepatan yang dihasilkan oleh resultan gaya yang bekerja pada suatu benda berbanding lurus dengan resultan gaya, searah dengan resultan gaya dan berbanding terbalik dengan massa benda". Secara matematis hukum II Newton dinyatakan pada persamaan (2):

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (2)$$

Dimana:

F = gaya (N)

m = massa benda (kg)

a = percepatan (m/s²)

Hukum III Newton

Hukum III Newton berbunyi, "Jika benda pertama mengerjakan gaya (melakukan aksi) pada benda kedua maka timbul gaya reaksi dari benda pertama yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan". Secara matematis hukum II Newton dinyatakan pada persamaan (3):

$$\vec{F}_{aksi} = -\vec{F}_{reaksi} \quad (3)$$

III. Metode Penelitian/Eksperimen

A. Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah siswa kelas X SMA PGRI Gumelar, Banyumas. Sedangkan sampelnya adalah 20 siswa kelas X tersebut.

B. Validasi Instrumen

Setelah ditinjau oleh dosen pembimbing, instrumen kemudian divalidasi kepada ahli materi dan pengguna. Uji materi meliputi dosen ahli fisika dan guru fisika serta untuk pengguna meliputi siswa kelas X SMA PGRI Gumelar, Banyumas. Tujuan dari validasi instrumen ini adalah untuk memperoleh tingkat kelayakan produk serta untuk memperoleh masukan dan saran terhadap instrumen yang dikembangkan.

C. Statistik yang digunakan

Statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskripsi kualitatif. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan tujuan mengetahui kelayakan media pembelajaran komik fisika untuk siswa SMA kelas X semester I. Hasil

analisis data digunakan sebagai dasar untuk merevisi produk media yang dibuat. Persentase dari suatu nilai dapat dicari menggunakan persamaan (4) [6]:

$$P(s)(\%) = \frac{s}{N} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

$P(s)$ = persentase kelayakan (%)

s = skor yang diobservasi

N = skor maksimum

Data yang dikumpul dianalisis dengan teknik analisis deskriptif yang diungkapkan dengan distributor skor dan persentase. Setelah dijadikan persentase selanjutnya mendeskripsikan dan mengambil kesimpulan tentang masing-masing indikator. Kriteria validasi yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel I.

Tabel I. Interval kriteria penilaian

No.	Interval	Kriteria kualitatif
1.	0% - 25%	Tidak baik
2.	26% - 50%	Kurang baik
3.	51% - 75%	Cukup baik
4.	76% - 100%	Baik

D. Model Pengembangan

Model pengembangan dalam penelitian ini adalah model pengembangan 4-D yang diadaptasi oleh Thiagarajan yang terdiri dari empat tahap yaitu tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*) dan penyebaran (*desseminate*) [6]. Pengembangan media pembelajaran komik fisika ini sampai pada tahap ketiga yaitu pengembangan.

a. Tahap pendefinisian (*define*)

Pada tahap ini dianalisa kebutuhan bertujuan untuk memperoleh kriteria-kriteria yang harus dipenuhi agar media pembelajaran yang akan dikembangkan memperoleh pengembangan yang maksimal. Perancangan desain media.

b. Tahap perancangan (*design*)

Pada tahap ini, mulai menetapkan rancangan desain media sesuai dengan analisis yang dilakukan pada tahap pertama. Langkah-langkah pada tahap ini antara lain menentukan ide cerita, mencari karakter tokoh, membuat story Board, proses komputer, pencetakan dan penjilidan. Struktur komik fisika ini terdiri dari peta konsep, materi dinamika partikel dan contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari, serta contoh soal latihan.

c. Tahap pengembangan (*develop*)

Pada tahap ini, media yg sudah dirancang diujikan kepada ahli media, ahli materi dan ahli pengguna. Tujunannya untuk validasi media pembelajaran yang dikembangkan agar mendapat penilaian yang digunakan untuk perbaikan media pembelajaran.

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

A. Hasil Pembuatan Media

Penelitian ini menghasilkan produk media pembelajaran komik fisika untuk siswa SMA pokok bahasan dinamika partikel. Komik fisika ini dibuat dengan bantuan *CorelDRAW X7 (64-Bit)*. Karakter yang digunakan pada komik fisika ini adalah karakter Punakawan yaitu Semar, Gareng Petruk dan Bagong. Karakter Punakawan ini diambil dari *sticker* media

sosial *facebook* yang diunduh pada situs *stiker.org* [7]. Isi komik fisika ini terdiri dari peta konsep, pengenalan tokoh, materi dinamika partikel dan contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari serta contoh soal latihan yang dikemas dalam sebuah alur cerita. Komik fisika ini terdiri dari 57 halaman. Sasaran komik fisika ini adalah siswa dan guru sebagai alat bantu belajar pada pokok bahasan dinamika partikel.



Gambar I. (a) Halaman sampul komik, (b) Peta konsep, (c) Halaman 1, (d) Halaman 2, (e) Halaman 3, (f) Halaman 4, (g) Halaman 5 dan (h) Halaman 6.

B. Data Uji Coba

Data uji coba pada penelitian ini adalah data uji validitas atau uji kelayakan dan revisi produk berdasarkan saran dari para ahli. Berdasarkan langkah uji coba, penelitian ini telah menghasilkan data-data dari para ahli yang bersifat kuantitatif dan kualitatif. Pengembangan media pembelajaran komik fisika untuk siswa SMA pokok bahasan dinamika partikel hanya dilakukan uji kelayakan kepada ahli materi dan pengguna.

1. Data validasi ahli materi

Data kuantitatif validasi ahli materi terhadap produk ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Data kuantitatif uji kelayakan media pada ahli materi

Aspek Validasi	Ahli Materi I
Konten/isi komik fisika	91%
Kemanfaatan komik fisika	92%
Rata-rata	91%

Berdasarkan tabel 2 diketahui bahwa rata-rata persentase kelayakan media melalui uji ahli materi sebesar 91%. Persentase 91% pada tabel I masuk pada kriteria baik. Jadi, dari segi materi media pembelajaran komik fisika untuk siswa SMA pada pokok bahasan dinamika partikel dapat dinyatakan layak sebagai media pembelajaran. Sedangkan data kualitatif berbentuk komentar atau saran terhadap produk. Data kualitatif digunakan untuk perbaikan produk. Hasil data kualitatif ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Data kualitatif uji kelayakan media pada ahli materi

No.	Ahli	Komentar/Saran
I.	Materi I	Secara keseluruhan komik sudah bagus, materi yang disajikan sistematis. Tetapi terdapat beberapa gambar yang pecah. Perlu ditambah latihan-latihan soal lagi.

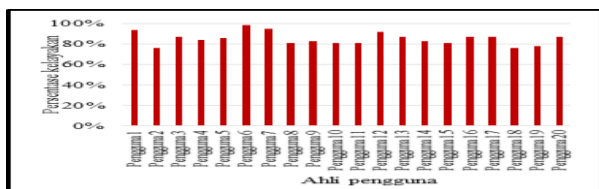
2. Data validasi pengguna

Data kuantitatif validasi ahli pengguna terhadap media pembelajaran komik fisika ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Data kuantitatif uji kelayakan media pada pengguna

No.	Pengguna	Persentase
1.	Pengguna 1	94%
2.	Pengguna 2	77%
3.	Pengguna 3	88%
4.	Pengguna 4	84%
5.	Pengguna 5	86%
6.	Pengguna 6	98%
7.	Pengguna 7	95%
8.	Pengguna 8	81%
9.	Pengguna 9	83%
10.	Pengguna 10	81%
11.	Pengguna 11	81%
12.	Pengguna 12	92%
13.	Pengguna 13	88%
14.	Pengguna 14	83%
15.	Pengguna 15	81%
16.	Pengguna 16	88%
17.	Pengguna 17	88%
18.	Pengguna 18	77%
19.	Pengguna 19	78%
20.	Pengguna 20	88%
Rata-rata		85%

Gambar 2 merupakan grafik hasil uji pengguna. Hasil yang ditampilkan pada grafik menunjukkan bahwa hasil uji kelayakan media pembelajaran komik fisika diatas batas kriteria kelayakan. Hal ini juga menunjukkan bahwa media pembelajaran komik fisika ini layak digunakan sebagai media pembelajaran.



Gambar 2. Grafik hasil uji pengguna

V. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah berhasil dirancang media pembelajaran komik fisika untuk siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) kelas X semester I pokok bahasan dinamika partikel, yang di dalamnya terdapat materi dan contoh-contoh soal yang disajikan dalam sebuah alur cerita dan berbentuk media cetak.
2. Penilaian yang dilakukan oleh ahli materi menunjukkan kriteria baik dengan persentase rata-rata sebesar 91%. Sedangkan penilaian yang dilakukan oleh pengguna menunjukkan kriteria baik dengan persentase rata-rata sebesar 85%.

Kepustakaan

[1]Avriliyanti, Herlina; Budiawati, Sri dan Jamzuri. 2013. “Penerapan Media Komik untuk Pembelajaran Fisika Model Kooperatif dengan Metode Diskusi pada Siswa SMP Negeri 5 Surakarta Kelas VII Tahun Ajaran 2011/2012 Materi Gerak”. Jurnal Pendidikan Fisika Vol. I No. I halaman I56 ISSN: 2338-0691 April 2013.

[2]Pramadi, I Putu Wina Yasa; Suastra, I Wayan dan Candiasa, I Made. 2013. “Pengaruh Penggunaan Komik Berorientasi Kearifan Lokal Bali terhadap Motivasi Belajar dan Pemahaman Konsep Fisika”. E-journal Proram Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Program Studi Pendidikan IPA (Volume 3 Tahun 2013).

[3]Santyasa, I Wayan. 2007. “Media Pembelajaran”. Jakarta: Universitas Pendidikan Ganesha.

[4]Marianthi, V; Boloudakis, M; and Retalis, S. “ From Digitised Comic Books do Digital Hypermedia Comic Books: Their Use In Education”. Greece: Departement of Technology Education and Digital Systems, University of Piraeus.

[5]Kanginan, Marthen. 2002. “Fisika I untuk SMA Kelas X”. Jakarta: Erlangga.

[6]Pratiwi, Wulandari dan Kurniawan, Riza Yonisa. “Penerapan Media Komik sebagai Media Pembelajaran Ekonomi di SMA Negeri 3 Ponorogo”. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

[7]“Punakawan dan Srikandi, Tokoh Wayang Jawa dengan Gaya Lucu”. (online) (<http://stiker.org/stiker-wayang-nyuu> diunduh pada Kamis, 13 November 2014 pukul 11.00).

Analisis Tes Buatan Guru Bidang Studi Fisika Kelas X SMA di Kabupaten Bantul

Muhammad Taufik Raisal, Ishafit

Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan

Jl. Pramuka 24, Sidikan, Umbulharjo, Yogyakarta 55164

Surat-e: taufikraisal@gmail.com

Dalam kegiatan ujian nasional terdapat tes terstandar yang digunakan oleh pemerintah melalui Mendikbud untuk menentukan kelulusan siswa dari sekolah tingkat dasar hingga lanjut. Guru diharapkan memiliki kemampuan untuk membuat tes yang setara dengan tes terstandar tersebut agar siswa dapat terbiasa mengerjakan soal yang nantinya akan menjadi tolak ukur kelulusan mereka. Tes merupakan alat atau prosedur yang digunakan untuk mengetahui atau mengukur sesuatu dalam suasana, dengan cara dan aturan-aturan yang sudah ditentukan. Sebuah tes dikatakan baik sebagai alat pengukur harus memenuhi persyaratan tes, yaitu memiliki : 1. Validitas, 2. Reliabilitas, 3. Taraf kesukaran dan 4. Daya pembeda. Tes buatan guru ini diujikan secara *non random-sampling* terhadap 64 siswa kelas X di kabupaten Bantul dengan 35 item butir soal. Untuk validitas butir soal, 32 soal dinyatakan valid walaupun dengan nilai yang rendah. Reliabilitas butir soal sebesar 0,50. Daya pembeda soal tersebut, 22 butir soal berkategori jelek, 9 soal berkategori cukup, 1 soal berkategori baik, dan 3 soal berkategori tidak baik karena bernilai negatif (-). Taraf kesukaran soal, 6 soal berkategori mudah, 7 soal berkategori sedang, dan 22 soal berkategori sukar. Dari penelitian yang dilakukan di kabupaten Bantul dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana kualitas tes buatan guru jika diujikan kepada siswa secara empiris dan isi, dapat disimpulkan masih kurang baik jika dilihat secara empiris. Tapi secara isi, tes buatan guru sudah baik.

Kata kunci: tes buatan guru, validitas, reliabilitas, daya pembeda, taraf kesukaran

I. Pendahuluan

Dalam kegiatan ujian nasional terdapat tes terstandar yang digunakan oleh pemerintah melalui mendikbud untuk menentukan kelulusan siswa dari sekolah tingkat dasar hingga lanjut. Guru diharapkan memiliki kemampuan untuk membuat tes yang setara dengan tes terstandar tersebut agar siswa dapat terbiasa mengerjakan soal yang nantinya akan menjadi tolak ukur kelulusan mereka. Oleh karena itu, penulis disini berusaha untuk mengetahui sejauh mana kemampuan guru bidang studi fisika di kabupaten Bantul membuat Instrumen penilaian tes tersebut.

Penelitian ini menggunakan 64 jawaban siswa SMA kelas X. Penelitian ini bertujuan agar mengetahui sejauh mana kualitas tes buatan guru jika diujikan kepada siswa secara empiris dan isi. Penelitian secara empiris ialah validitas, reliabilitas, daya beda dan taraf kesukaran. Secara isi dari penelitian ini ialah kecocokan soal dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar secara kurikulum yang berlaku, tata penulisan soal, serta penulisan persamaan dan satuan. Penelitian ini juga bermanfaat untuk digunakan sebagai acuan untuk

mengetahui sejauh mana kemampuan guru fisika di kabupaten Bantul untuk membuat tes dan sebagai acuan untuk peneliti-peneliti lain jika ingin melakukan penelitian yang berkaitan.

II. Kajian Pustaka

Tes merupakan alat atau prosedur yang digunakan untuk mengetahui atau mengukur sesuatu dalam suasana, dengan cara dan aturan-aturan yang sudah ditentukan. Sebuah tes dikatakan baik sebagai alat pengukur, harus memenuhi persyaratan tes, yaitu memiliki:

Validitas

Sebuah data atau informasi dapat dikatakan valid apabila sesuai dengan keadaan senyatanya. Jika data yang dihasilkan dari sebuah instrumen valid, maka dapat dikatakan bahwa instrumen tersebut valid, karena dapat memberikan gambaran tentang data secara benar sesuai dengan kenyataan atau keadaan sesungguhnya. Dari sedikit uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa jika data yang dihasilkan oleh instrumen benar dan valid, sesuai

kenyataan, maka instrumen yang digunakan tersebut juga valid. Dengan rumus korelasi *product moment*: [1]

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (1)$$

Klasifikasi harga koefisien korelasi dikaitkan dengan validitas dapat dilihat dalam tabel. [2]

Tabel 1. Klasifikasi harga koefisien korelasi

Interval koefisien	Tingkat korelasi
$0,81 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,61 \leq r_{xy} \leq 0,80$	Tinggi
$0,41 \leq r_{xy} \leq 0,60$	Cukup
$0,21 \leq r_{xy} \leq 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{xy} \leq 0,20$	Sangat rendah

Reliabilitas

Kata reliabilitas dalam bahasa Indonesia diambil dari kata *reliability* dalam bahasa Inggris, berasal dari kata asal *reliable* yang artinya dapat dipercaya. Tes tersebut dikatakan dapat dipercaya jika memberikan hasil yang tetap apabila di-teskan berkali-kali. Sebuah tes dikatakan reliabel apabila hasil-hasil tester tersebut menunjukkan ketetapan. Dengan kata lain, jika kepada para siswa diberikan tes yang sama pada waktu yang berlainan, maka setiap siswa akan tetap berada dalam urutan (ranking) yang sama dalam kelompoknya. Dengan rumus K-R.20: [1]

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{s^2 - \sum pq}{s^2} \right) \quad (2)$$

Klasifikasi harga koefisien korelasi dikaitkan dengan reliabilitas dapat dilihat dalam tabel. [5]

Tabel 2. Klasifikasi harga koefisien korelasi

Interval koefisien	Tingkat korelasi
$0,81 \leq r_{11} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,61 \leq r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,41 \leq r_{11} \leq 0,60$	Cukup
$0,21 \leq r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{11} \leq 0,20$	Sangat rendah

Taraf Kesukaran

Soal yang baik ialah soal yang tidak terlalu mudah dan tidak terlalu sukar. Soal yang terlalu mudah tidak merangsang siswa untuk mempertinggi usaha memecahkannya. Sebaliknya soal yang terlalu sukar akan menyebabkan siswa menjadi putus asa dan tidak mempunyai semangat untuk mencoba lagi karena diluar jangkauannya.

Dalam istilah evaluasi taraf kesukaran diberi simbol "P". Indeks kesukaran sering diklasifikasikan sebagai berikut: [1]

1. Soal dengan P 0,00 – 0,30 adalah soal sukar
2. Soal dengan P 0,31 – 0,70 adalah soal sedang
3. Soal dengan P 0,71 – 1,00 adalah soal mudah.

Rumus mencari P adalah:

$$P = \frac{B}{JS} \quad (3)$$

Daya Pembeda

Daya pembeda soal adalah kemampuan suatu soal untuk membedakan antara siswa yang pandai (berkemampuan tinggi) dengan siswa yang bodoh (berkemampuan rendah). Dalam istilah evaluasi daya pembeda diberi simbol "D". daya pembeda diklasifikasikan sebagai berikut: [1]

1. Soal dengan D 0,00 – 0,20 adalah jelek
2. Soal dengan D 0,21 – 0,40 adalah cukup
3. Soal dengan D 0,41 – 0,70 adalah baik
4. Soal dengan D 0,71 – 1,00 adalah baik sekali
5. Soal dengan D negatif (-), semuanya tidak baik.

Rumus mencari D ialah:

$$D = \frac{B_A}{J_A} - \frac{B_B}{J_B} \quad (4)$$

Uji Angket

Data yang diperoleh dari angket dilakukan penyekoran tiap-tiap pertanyaan yang diberikan. Ketentuan penyekoran sebagai berikut:

Tabel 3. Ketentuan penilaian lembar angket

No	Pernyataan	Jawaban			
		Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
I	Pernyataan	4	3	2	1

Hasil angket mengenai respon peserta didik dianalisis dengan langkah:

$$P_r = \frac{S_k}{S_m} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

P_r = Persentase respon siswa

S_k = Skor keseluruhan jawaban siswa

S_m = Skor maksimum

Hasil skor angket yang diperoleh pada tiap-tiap peserta didik di persentasekan dan dikualifikasikan untuk menarik kesimpulan mengenai kualitas tes buatan guru.[3]

Tabel 4. Kualifikasi hasil persentase skor angket

No	Persentase	Kualifikasi
1	75,1 % ≤ skor ≤ 100 %	Sangat baik
2	50,1 % ≤ skor ≤ 75,0 %	Baik
3	25,1 % ≤ skor ≤ 50,0 %	Kurang Baik
4	0,0 % ≤ skor ≤ 25,0 %	Tidak baik

Taksonomi Bloom pada ranah kognitif terdiri dari enam level: remembering (mengingat), understanding (memahami), applying (menerapkan), analyzing (menganalisis, mengurai), evaluating (menilai) dan creating (mencipta). [4]

Memandang sains dari suatu domain maupun dapat membatasi peluang siswa untuk melihat kekayaan sains, Tentu saja tidak ada bukti yang informasi tersebut yaitu termasuk dalam buku teks, panduan kurikulum, dan daftar kompetensi sains merupakan suatu pra syarat untuk mempelajari dan mengalami domain-domain dan lainnya. Tanpa suatu keraguan, pelajaran sains yang bagus seringkali secara simultan menggambarkan beberapa domain sekaligus. Proses pengukuran, misalnya, dapat digunakan dalam pengukuran waktu gerak silinder menuruni suatu lereng seraya belajar tentang konsep percepatan.

III. Metode Penelitian/Eksperimen

Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sekolah Menengah Atas (SMA) kelas X kabupaten Bantul pada bulan Desember 2013.

Populasi Penelitian

Populasi penelitian ini adalah siswa kelas X SMA kabupaten Bantul.

Sampel Penelitian

Teknik pengambilan sampel yang digunakan ialah *non-random sampling*. Dengan jumlah sampel 64 siswa.

Teknis Analisis Data

1. Uji validitas
2. Uji reliabilitas
3. Uji daya beda
4. Uji taraf kesukaran
5. Uji angket

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dari data yang telah didapat dari siswa yang berada di diwilayah kabupaten Bantul, siswa yang di uji berjumlah 64 orang. Adapun hasil dari uji tersebut sebagai berikut:

Butir Soal	Taraf					
	Validitas		Kesukaran		Daya Pembeda	
	angka	huruf	angka	huruf	angka	huruf
1	0,34	valid	0,84	mudah	0,13	Jelek
2	0,28	valid	0,11	sukar	0,09	Jelek
3	0,16	valid	0,69	sedang	0,00	Jelek
4	0,31	valid	0,97	mudah	0,06	Jelek
5	0,06	valid	0,28	sukar	0,06	Jelek
6	0,44	valid	0,34	sedang	0,00	Jelek
7	0,31	valid	0,28	sukar	0,38	Cukup
8	0,34	valid	0,27	sukar	0,28	Cukup
9	0,17	valid	0,16	sukar	0,13	Jelek
10	0,25	valid	0,58	sedang	0,09	Jelek
11	0,15	valid	0,11	sukar	0,09	Jelek
12	0,33	valid	0,72	mudah	0,31	Cukup
13	0,48	valid	0,53	sedang	0,31	Cukup
14	0,20	valid	0,31	sedang	0,31	Cukup
15	-0,21	valid	0,27	sukar	-0,22	Tidakbaik
16	0,34	valid	0,25	sukar	0,19	Jelek
17	0,40	valid	0,19	sukar	0,31	Cukup
18	0,22	valid	0,81	mudah	0,13	Jelek
19	0,10	valid	0,20	sukar	0,09	Jelek
20	0,17	valid	0,14	sukar	0,16	Jelek
21	0,07	valid	0,17	sukar	0,03	Jelek
22	0,22	valid	0,27	sukar	0,09	Jelek
23	0,48	valid	0,61	sedang	0,34	Cukup
24	0,11	valid	0,05	sukar	0,03	Jelek
25	0,36	valid	0,09	sukar	0,06	Jelek
26	0,32	valid	0,14	sukar	0,16	Jelek

Butir Soal	Validitas		Tarf Kesukaran		Daya Pembeda	
	angka	huruf	angka	huruf	angka	huruf
27	0,33	valid	0,16	sukar	0,13	Jelek
28	0,26	valid	0,03	sukar	0,06	Jelek
29	0,20	valid	0,91	mudah	0,13	Jelek
30	0,23	valid	0,78	mudah	0,19	Jelek
31	-0,11	valid tidak	0,58	sedang	-0,16	Tidakbaik
32	0,13	valid tidak	0,25	sukar	0,06	Jelek
33	-0,03	valid	0,16	sukar	-0,06	Tidakbaik
34	0,50	valid	0,30	sukar	0,28	Cukup
35	0,47	valid	0,17	sukar	0,22	Cukup

Uji validitas

Dari uji validitas yang dilakukan terhadap 64 siswa didapatkan 32 butir soal yang valid dari 35 soal yang diujikan.

Uji reliabilitas

Dari uji reliabilitas yang dilakukan terhadap tes yang diberikan oleh guru, didapatkan nilai reliabilitas soal tersebut sebesar 0,50.

Uji daya beda

Dari 35 butir soal yang diujikan, sebanyak 22 soal berkategori jelek, 9 soal berkategori cukup, sebanyak 1 soal berkategori baik, dan sebanyak 3 soal berkategori tidak baik karena bernilai negatif (-).

Uji taraf kesukaran

Dari 35 butir soal yang diujikan, sebanyak 6 butir soal berkategori mudah, 7 butir soal berkategori sedang, dan 22 butir soal berkategori sukar.

Uji angket

Dari hasil analisis angket yang telah diisi oleh para ahli, 7 dari pernyataan memiliki nilai baik, 2 pernyataan memiliki nilai sangat baik, dan 1 pernyataan memiliki nilai kurang baik. Hasil analisis angket dapat ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil analisis angket

No	Pernyataan	Nilai (%)	ket.
1	Tes buatan guru sudah sesuai dengan SK dan KD	80	Sangat baik
2	Tes buatan guru masuk akal dengan kejadian di dunia nyata	65	baik
3	Tes buatan guru mirip dengan soal UAN	70	baik
4	Tes buatan guru memiliki variasi taksonomi Bloom	95	Sangat baik

No	Pernyataan	Nilai (%)	ket.
5	Tes buatan guru memiliki kalimat yang jelas dan tidak ambigu	60	baik
6	Tes buatan guru menggunakan contoh yg terjadi di kehidupan sehari-hari	65	baik
7	Tes buatan guru menilai penguasaan konsep siswa	70	baik
8	Tes buatan guru memiliki penyajian soal yang baik	60	baik
9	Penulisan satuan sesuai dengan SI	40	kurang baik

Dari tes buatan guru yang berjumlah 35 item soal, skala taksonomi bloom yang tercakup dari c1-c5. C1 berjumlah 3 butir soal, c2 berjumlah 4 butir soal, c3 berjumlah 10 butir soal, c4 berjumlah 12 butir soal, c5 berjumlah 6 butir soal. Tak mengherankan kalau 22 butir soal berkategori sukar, karena 28 soal membutuhkan penguasaan konsep yang lebih mendalam karena berada di skala taksonomi Bloom c3-c5.

Dari penelitian yang dilakukan di kabupaten Bantul dapat diketahui kemampuan guru membuat tes dapat dikatakan masih kurang baik secara empiris. Hal itu dapat dilihat dari nilai validitas butir soal yang sangat rendah, nilai reliabilitas soal tidak lebih dari 0,50, daya pembeda soal tersebut juga 22 butir soal berkategori jelek, dan taraf kesukaran soal dari 35 item soal, 22 butir soal berkategori sukar. Tetapi, isi dari soal yang dibuat oleh guru tersebut mempunyai nilai yang baik. Karena 7 dari 10 pernyataan yang diujikan melalui angket memiliki nilai baik, sedangkan 2 lainnya sangat baik. Oleh karena itu, oleh karena itu, dibutuhkan penelitian lanjutan dengan menggunakan sampel yang lebih banyak dan bervariasi, untuk dapat menyimpulkan hal ini dengan tepat.

V. Kesimpulan

Kesimpulan

1. Tes buatan guru masih kurang baik dalam hal empiris.
2. Tes buatan guru secara isi sudah baik, karena 9 dari 10 pernyataan angket mempunyai standar diatas baik.

Saran

Karena butir soal sudah baik tetapi hasil empiris tidak terlalu baik, maka dibutuhkan penelitian lanjutan dengan sampel yang lebih banyak dan variasi tingkat kemampuan siswa, agar mendapatkan kesimpulan yang tepat.

Kepustakaan

- [1] Arikunto, S. 2007. Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi Revisi). Jakarta: Bumi Aksara.
- [2] Noor, F. M. 2012. Pengembangan Instrumen Penilaian Keterampilan Proses Sains dalam Pembelajaran Fisika di Kelas X

- SMA pada Materi Pokok Optik. Proposal Tesis Program Studi Pendidikan Sains Pasca Sarjana. UNY.
- [3] Sugiyono. 2011. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- [4] Utari, R. Taksonomi Bloom. Apa dan Bagaimana menggunakannya? Widyaiswara Madya, Pusdiklat KNPk.
- [5] Prasetya, Z. K. 2007. Taksonomi untuk Pendidikan Sains dan Implementasinya dalam Model Pembelajaran SLH. Prosiding Seminar Nasional MIPA 2007. UNY.

Penentuan Cepat Rambat Gelombang Bunyi Menggunakan Prinsip Efek Doppler dengan Variasi Frekuensi Sumber Berbantuan *Overtone* dan *Audacity*

Moch. Solehudin A.R, Ishafit

Program Studi Pasca Sarjana Pendidikan Fisika,
Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Kampus II, Jl. Pramuka 43 Sidikan, Umbulharjo, Yogyakarta 55164
Surat-e : solehudin_mag_aI@yahoo.com

Penentuan cepat rambat gelombang bunyi menggunakan prinsip efek doppler dengan variasi frekuensi sumber berbantuan *overtone* dan *audacity* telah dilakukan. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan. Metode yang digunakan adalah dengan analisis pada grafik hasil plot antara frekuensi sumber dengan frekuensi pendengar. Pengambilan data untuk pembuktian cepat rambat gelombang bunyi dengan melakukan pengaturan pada sumber bunyi yang ditangkap mikrofon akan terbaca dan dianalisis sebagai hasil dari frekuensi pendengar. Dari hasil percobaan diperoleh nilai cepat rambat gelombang bunyi dalam batas-batas ralat sesuai dengan acuan.

Kata kunci: Efek doppler, frekuensi sumber, frekuensi pendengar, *Overtone* dan *Audacity*.

I. Pendahuluan

Peristiwa efek Doppler terjadi jika sebuah sumber bunyi dan pendengar bergerak relatif terhadap satu sama lain, maka frekuensi bunyi yang didengar oleh pendengar ini tidak sama dengan frekuensi sumber. Frekuensi sumber mengalami pergeseran karena kecepatan sumber dan kecepatan relatif terhadap medium yang dilalui perambatan gelombang bunyi (Young and Freedman, 2002).

Efek Doppler digunakan untuk para astronom untuk menentukan kelajuan bintang, galaksi dan benda luar angkasa relatif terhadap bumi. Pada penelitian tahun 2013 yang dilakukan oleh Paulus, dkk dengan judul *Analisis Efek Doppler Pada Sistem Komunikasi ITS-SAT*. Penelitian ini terjadi karena adanya pergerakan relatif satelit terhadap stasiun bumi yang mengakibatkan adanya pergeseran frekuensi kerja satelit (*Doppler shift*). *Doppler shift* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sistem komunikasi *picosatellite* untuk pengiriman informasi citra.

Oleh sebab itu untuk mengatasi masalah siswa dalam belajar pada materi efek Doppler, alternatif solusi dengan menggunakan metode eksperimen. Percobaan efek Doppler di laboratorium pernah dilakukan dengan memanfaatkan osiloskop sebagai penampil sinyal suara yang ditangkap oleh sumber bunyi (Bensky dan Frey, 2001).

II. Kajian Pustaka

Perubahan frekuensi gerak gelombang yang disebabkan gerak relatif antara sumber dan pengamat disebut sebagai efek Doppler. Peristiwa ini dapat ditemukan pada gelombang bunyi. Jika sumber dan pengamat sama-sama bergerak saling mendekat, maka frekuensi yang terdengar akan lebih tinggi dari frekuensi yang dihasilkan sumber. Sebaliknya, jika keduanya bergerak saling menjauh, maka frekuensi yang terdengar akan lebih rendah. Sebagai contoh, sepeda motor bergerak mendekati pengamat, maka suara putaran mesin akan terdengar lebih keras. Tetapi, jika sepeda motor menjauh, perlahan-lahan suara putaran mesin tidak terdengar (Young and Freedman, 2010).

Untuk menganalisis efek Doppler pada gelombang bunyi, pergeseran frekuensi, kecepatan sumber dan kecepatan sumber dan pendengar relatif terhadap medium yang dilalui perambatan bunyi. Untuk menyederhanakan meninjau kasus khusus dengan kecepatan sumber dan pendengar keduanya terletak sepanjang garis yang menghubungkan keduanya. Misalkan v_s dan v_p sebagai komponen kecepatan sepanjang garis itu masing-masing untuk sumber dan pendengar relatif terhadap medium (Young and Freedman, 2010).

$$f_p = \left(\frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \right) f_s \quad (1)$$

dengan f_p frekuensi bunyi yang terdengar (Hz), v cepat rambat (m/s), v_p kecepatan pendengar (m/s), v_s kecepatan sumber bunyi (m/s), dan f_s frekuensi sumber bunyi (Hz) tanda (+) untuk pendengar mendekati sumber bunyi atau sumber bunyi menjauhi pendengar tanda (-) untuk pendengar menjauhi sumber bunyi atau sumber bunyi mendekati pendengar (Young and Freedman, 2010).

III. Metode Penelitian/Eksperimen

Dalam penentuan cepat rambat gelombang bunyi menggunakan prinsip efek doppler susunan alat disajikan dalam gambar (1). Perangkat lunak ini digunakan untuk dapat menjalankan perintah yang diberikan pengguna untuk menganalisa percobaan yang dilakukan. Data yang diukur dalam eksperimen ini adalah frekuensi pendengar tergantung pada frekuensi yang dihasilkan oleh gambar grafik. Variasi sumber menggunakan Buzzer 9 Volt. Dengan mengubah tegangan pada buzzer maka frekuensi bunyi juga akan berubah.

Dengan menggunakan regresi linier dengan plot data antara frekuensi sumber dengan frekuensi pendengar. Menggunakan persamaan garis lurus

$y = ax + b$, digunakan sebagai dasar analisis rumus persamaan I.



Gambar I. Susunan alat penelitian

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

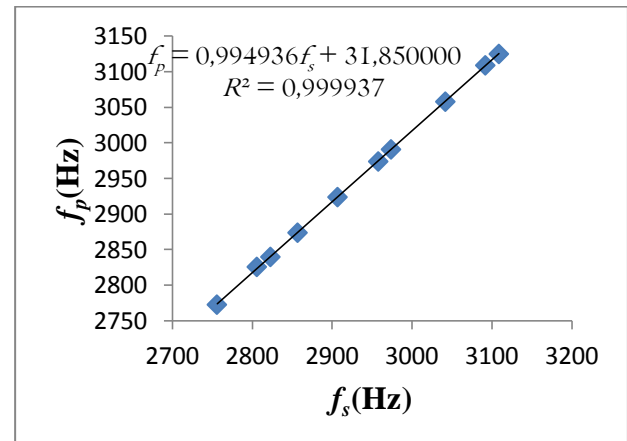
Dengan mengambil sampel data sebagai berikut :

Tabel I. Frekuensi Sumber dan Pendengar

No	f_s (Hz)	f_p (Hz)
1	2756	2773
2	2806	2826
3	2823	2840
4	2857	2874
5	2907	2924
6	2958	2974
7	2974	2991

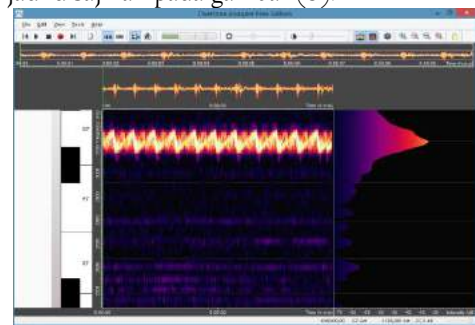
No	f_s (Hz)	f_p (Hz)
8	3042	3058
9	3092	3109
10	3109	3125

Dengan mem-plot data maka akan diperoleh grafik yang disajikan pada gambar (2) sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik hubungan frekuensi sumber dengan frekuensi pendengar

Setelah kita memperoleh hasil grafik hubungan antara frekuensi sumber dan frekuensi pendengar. Secara langsung kita akan memperoleh nilai gradien garis $a = 0,994936$. Untuk melihat peristiwa efek doppler yang terjadi disajikan pada gambar (3).



Gambar 3. Peristiwa efek Doppler pada sumber bunyi yang bergerak melingkar dengan variasi frekuensi pada overtone.

V. Kesimpulan

Setelah diperoleh hasil penelitian dalam penentuan cepat rambat gelombang bunyi dengan variasi frekuensi sumber bunyi. Diperoleh hasil dari penelitian dengan variasi frekuensi sumber nilai cepat rambat bunyi udara sebesar $v = (347,83 \pm 13,84) \text{ ms}^{-1}$. Karena pada saat pengambilan data suhu ruangan adalah 26 °C, maka cepat rambat gelombang bunyi di udara yang berlaku adalah

$v = 343 \text{ ms}^{-1}$. Penelitian dianggap sudah mampu membuktikan nilai cepat rambat gelombang bunyi di udara menggunakan frekuensi perubahan frekuensi sumber pada benda yang bergerak melingkar.

Kepustakaan

- [1] Saba, M. M. (2003). The Doppler Effect Of Sound Source Moving In A Circle. *The Physic Teacher Vol.40*, 89-91.
- [2] Schier, W. (2011). Doppler Frequency Shift Of Sound Apparatus. *The Physic Teacher*, 246-247.
- [3] Giancoli ,Douglas C.20001.*Fisika Jilid 1Edisi Kelima*.Jakarta:Erlanga
- [4] Cahyono, W. (2003). *Perhitungan Kecepatan Sumber Bunyi Melalui Pengukuran Frekuensi Efek Doppler Berbantuan Sound Card Komputer dan Matlab. Journal MIPA 2003*, 50-62.
- [5] Tipler. (1998). *Fisika Untuk Sains Dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- [6] Young, H. D. (2010). *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 2*. Jakarta : Erlangga .
- [7] Young, H. d. (2010). *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 1*. Yogyakarta: Erlangga.

Perbandingan Osilasi Posisi Domain Wall Bahan Co dan Ni Nanowire Dengan Notch Segitiga Ketika Diberi Pengaruh Perubahan Amplitudo Medan Luar AC

W. Nursiyanto¹⁾, B. Soegijono²⁾ dan E. Djatmiko¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pancasila
Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta 12640

²⁾Program Studi Ilmu Material, Universitas Indonesia
Jl. Salemba Raya No.4, Jakarta 10430
Surat-e: widianursiyanto@gmail.com

Bahan feromagnetik bentuk *nanowire* dalam kaitan dengan aplikasi *magnetic storage*, sudah menjadi sorotan banyak para peneliti. Terutama setelah diluncurkan hasil penelitian tentang *magnetic domain wall racetrack memory* (RM) yaitu salah satu penelitian tentang feromagnetik bentuk *nanowire* yang berhasil menunjukkan bahwa dengan prinsip spintronik dapat digunakan sebagai media penyimpanan data. Dalam upaya merealisasikan media penyimpan berbasis feromagnetik (spintronik), diperlukan pemahaman tentang osilasi posisi *Domain Wall* di dalam bahan feromagnetik bentuk *nanowire*.

Pada penelitian ini dilakukan investigasi kurva osilasi posisi *Domain Wall* pada bahan feromagnetik Co dan Ni berbentuk *nanowire* yang di bagian tengah model *nanowire* diberikan *notch* ganda simetris berbentuk segitiga. Dimensi *nanowire* memiliki ukuran $2000 \times 200 \times 5$ nm³ dengan ukuran sel $2,5 \times 2,5 \times 2,5$ nm³ serta faktor redaman 0,01. Pengamatan secara simulasi mikromagnetik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak bernama *Object Oriented Micromagnetic Framework* (OOMMF) berdasarkan persamaan dinamika spin magnet *Landau-Lifshitz-Gilbert* (LLG). Pada kondisi awal, diletakkan sebuah tipe struktur *domain wall* (DW) berbentuk *transverse-wall* (TW) dengan konfigurasi *head-to-head* tepat di tengah *notch*. Kemudian *nanowire* diberikan medan magnet luar AC dengan variasi amplitudo (0,2 ; 2,0 dan 20,0 mT) dan frekuensi dari 300 sampai 2000 MHz untuk mendapatkan kurva osilasi posisi DW.

Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa besar amplitudo berpengaruh pada kurva osilasi posisi DW bahan feromagnetik. Nilai amplitudo optimum yang sesuai dengan $H_{WB} =$ Walker breakdown field adalah sebesar 2,0 mT dan bahan Co lebih baik dari bahan Ni.

Kata kunci: feromagnet, *nanowire*, *notch*, osilasi, mikromagnetik

I. Pendahuluan

Bahan feromagnetik *nanowire* beberapa tahun terakhir telah banyak dieksplorasi untuk direalisasikan menjadi suatu perangkat yang bekerjanya didasarkan pada DW yaitu seperti : logika magnetik, penginderaan dan perangkat memori. [1-4] Dengan menempatkan *notch* pada bahan *magnetic nanowire*, merupakan salah satu metode pengendalian DW yang paling layak. [5-10] Ketika DW terletak di *notch*, akan terbatas hanya pada *notch* karena energi DW lebih rendah dari daerah yang tanpa *notch*. Secara umum, *notch* yang lebih besar memberikan stabilitas yang lebih baik terhadap fluktuasi

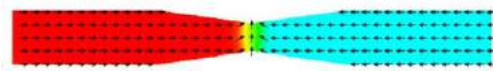
termal, tetapi membutuhkan medan magnet yang lebih besar untuk memicu gerakan DW. [8]

Kecepatan DW pada *nanowire* berbentuk strip berkaitan dengan medan magnet luar kritis, secara simulasi mikromagnetik dikenal sebagai medan *Walker breakdown*. [11-13] Kecepatan DW linier dengan perubahan besar medan magnet luar. Ketika besar medan di bawah medan *Walker breakdown* kecepatan DW bertambah besar dan kecepatan turun secara tiba-tiba ketika medan luar di atas medan *Walker breakdown*. Medan *Walker breakdown* sangat bergantung pada ketebalan dan lebar dari feromagnetik *nanowire*. [14]

Ketika bahan feromagnetik (Co) diberi aplikasi medan magnet AC, maka DW mengalami osilasi tertentu

dengan kelembaman (*inertia*) yang dapat dimodelkan menjadi gerak harmonik teredam (*damped harmonic oscillation*) dan massa dari DW berbanding terbalik dengan lebar DW. [15]

Dalam penelitian ini, bahan feromagnetik *nanowire* yang digunakan adalah Co dan Ni dengan *notch* berbentuk segitiga simetri di tengahnya yang pada kondisi awal memiliki konfigurasi DW adalah head-to-head seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Kemudian diberi medan magnet luar AC untuk mendapatkan kurva osilasi posisi DW.



Gambar 1. Konfigurasi *head to head* dengan *notch* segitiga [16]

II. Metode Penelitian

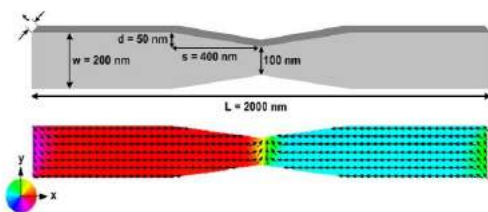
Untuk mengetahui osilasi posisi DW, dilakukan dengan metode simulasi yang menggunakan perangkat lunak domain publik, OOMMF [17] yang didasarkan pada persamaan dinamika spin magnet Landau-Lifshitz-Gilbert. [18]

$$\frac{d\mathbf{M}}{dt} = -\frac{|\gamma|}{(1+\alpha^2)} \mathbf{M} \times \mathbf{H}_{eff} - \frac{|\gamma|\alpha}{(1+\alpha^2)} \frac{\mathbf{M}}{M_s} \times (\mathbf{M} \times \mathbf{H}_{eff})$$

dengan nilai \mathbf{H}_{eff} :

$$\vec{H}_{eff} = \vec{H}_{applied} + \vec{H}_{demag} + \vec{H}_{aniso} + \vec{H}_{exchange} \quad (2)$$

Dimensi kawat nano dalam penelitian ini adalah $2000 \times 200 \times 5 \text{ nm}^3$ dengan *notch* segitiga seperti terlihat pada Gambar 2. Ukuran sel simulasi mikromagnetik adalah $2,5 \times 2,5 \times 2,5 \text{ nm}^3$. Nilai konstanta redaman dalam persamaan Landau-Lifshitz-Gilbert dipilih 0,01.



Gambar 2. Dimensi bahan feromagnetik yang digunakan. [12]

Medan magnet luar AC yang diberikan mengikuti persamaan :

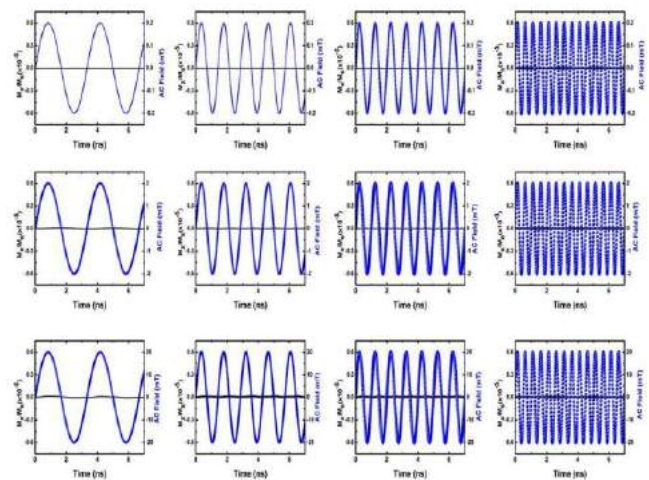
$$H(t) = A \sin(2\pi ft) \quad (3)$$

Medan magnet luar (H) yang digunakan dalam penelitian ini dengan besar amplitudo (A) divariasi yaitu 0,2 ; 2,0

dan 20,0 mT dan diberikan frekuensi (f) mulai dari 0,3 sampai 2,0 GHz.

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari kurva M_x bahan Co dengan *notch* segitiga dan diberi medan luar AC dengan variasi amplitudo 0,2; 2,0 dan 20,0 mT (Gambar 3), terlihat bahwa frekuensi dan amplitudo medan luar AC sangat berpengaruh terhadap osilasi DW.



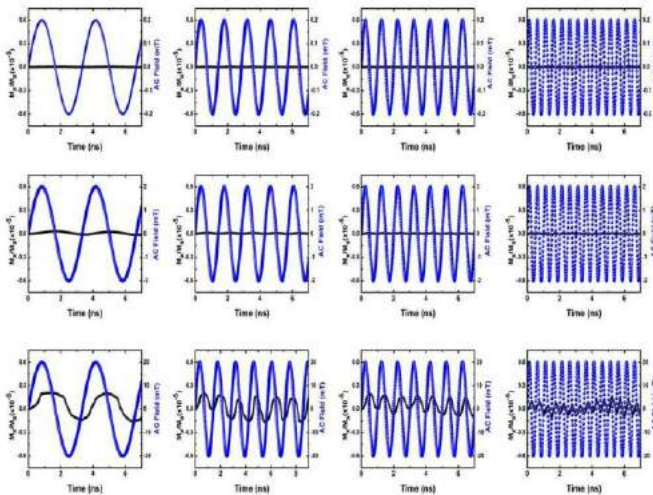
Gambar 3. Kurva M_x dengan variasi amplitudo dan frekuensi untuk Co

Semakin besar amplitudo medan luar AC yang diberikan dan pada frekuensi tertentu akan menghasilkan osilasi dengan amplitudo yang semakin besar. Namun jika frekuensi semakin besar, maka nilai amplitudonya turun (lihat Tabel I).

Tabel I. Amplitudo M_x untuk Co

f (Hz)	Amplitudo M_x ($\times 10^{-9}$)		
	Amplitudo AC Field (mT)		
	0,2	2,0	20,0
0,3	5,9	51,3	121,1
0,7	1,6	22,4	33,6
1,0	0,9	8,4	28,6
2,0	0,2	1,5	15,9

Sama seperti halnya bahan Co, pada bahan Ni juga terlihat bahwa frekuensi dan amplitudo medan luar AC sangat berpengaruh terhadap osilasi DW. Hal ini terlihat dalam kurva M_x bahan Ni (Gambar 4). Nilai amplitudo M_x untuk bahan Ni dapat dilihat pada Tabel 2.



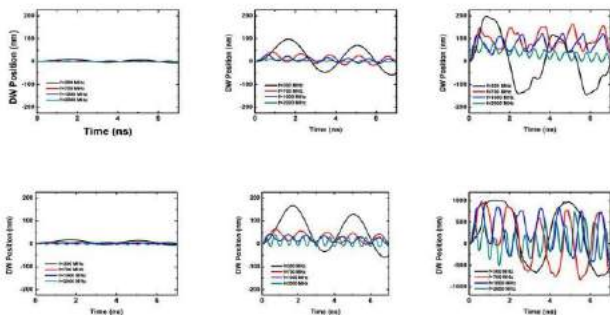
Gambar 4. Kurva M_x dengan variasi amplitudo dan frekuensi untuk Ni

Tabel II. Amplitudo M_x untuk Ni

f (Hz)	Amplitudo M_x ($\times 10^{-9}$)		
	Amplitudo AC Field (mT)		
	0,2	2,0	20,0
0,3	20,5	204,1	1770,9
0,7	5,2	50,1	1491,7
1,0	4,8	28,4	1164,5
2,0	6,0	36,1	826,4

Perbandingan nilai amplitudo M_x untuk Co dan Ni, ternyata amplitudo M_x bahan Co lebih stabil dan cenderung menurun dengan meningkatnya frekuensi AC field.

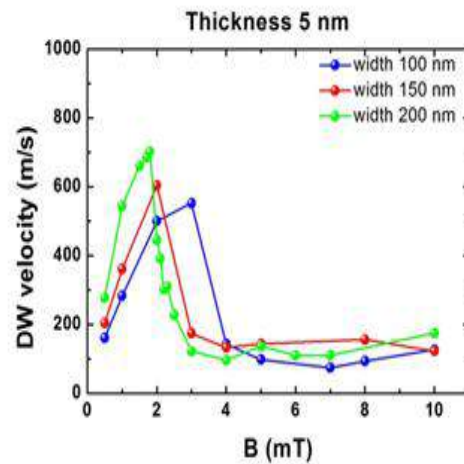
Posisi DW pada medan luar AC dengan amplitudo sebesar 20,0 mT dan frekuensi 0,3 GHz menghasilkan osilasi dengan amplitudo yang paling besar dan semakin kecil nilainya ketika frekuensi yang diberikan semakin besar. Demikian pula pada amplitudo medan luar sebesar 0,2 dan 2,0 mT menghasilkan osilasi dengan amplitudo yang cenderung menurun ketika frekuensi yang diberikan semakin besar (Gambar 5).



Gambar 5. Kurva posisi DW untuk Co dan Ni.

Pada bahan feromagnetik dengan lebar 200 nm tanpa notch memiliki kecepatan DW mulai menurun pada

amplitudo medan magnet luar sebesar $\pm 2,0$ mT yang dikenal sebagai *Walker breakdown field* (H_{WB}) terlihat pada Gambar 6. [12]



Gambar 6. Kecepatan DW bahan Feromagnetik tanpa Notch. [12]

Ketika kecepatan DW mulai menurun maka DW lebih mudah dikendalikan selain dengan memberikan notch pada bahan. Pada amplitudo medan luar 2,0 mT menunjukkan osilasi dengan amplitudo yang stabil dan kecepatan DW tidak akan bertambah besar, sedangkan untuk amplitudo medan luar 0,2 mT meskipun osilasi DW dengan amplitudo yang stabil namun kecepatan DW masih dapat bertambah besar.

IV. KESIMPULAN

Besar amplitudo medan magnet luar AC sangat berpengaruh pada kurva osilasi posisi DW bahan feromagnetik. Medan magnet luar AC dengan amplitudo sebesar 2,0 mT merupakan nilai amplitudo yang optimum sesuai dengan nilai *Walker breakdown field* (H_{WB}). Posisi DW bahan Co lebih baik bila dibandingkan dengan bahan Ni.

Kepustakaan

- [1] D.A. Allwood, G. Xiong, M.D. Cooke, C.C. Faulkner, D. Atkinson, N. Vernier, and R.P. Cowburn, Submicrometer Ferromagnetic NOT Gate and Shift Register, *Science* 296, 2003.
- [2] D.A Allwood, G. Xiong, C.C. Faulkner, D. Atkinson, D. Petit, and R.P. Cowburn, Magnetic Domain-Wall Logic, *Science* 309, 1688, 2005.
- [3] R.P. Cowburn, and D. Petit, Spintronics: Turbulence ahead, *Nat. Mater.* 4, 721, 2005.
- [4] D. Djuhana, H. G. Piao, S. H. Lee, D. H. Kim, S. M. Ahn, and S. B. Choe, Oscillatory transformative domain wall inner structure of the depinning domain wall around a notched ferromagnetic wire, *Appl. Phys. Lett.* 97, 022511, 2010.
- [5] J. Grollier, P. Boulenc, V. Cros, A. Hamzi, A. Vaures, A. Fert, and G. Faini, Switching a spin valve back and forth by current-induced domain wall motion, *Appl. Phys. Lett.* 83, 509, 2003.

- [6] C. K. Lim, T. Devolder, C. Chappert, J. Grollier, V. Cros, A. Vaures, A. Fert, and G. Faini, Domain wall displacement induced by subnanosecond pulsed current, *Appl. Phys. Lett.* 84, 2820, 2004.
- [7] S. Lepadatu, and J. B. Xu, Direct observation of domain wall scattering in patterned Ni₈₀Fe₂₀ and Ni nanowires by current-voltage measurements, *Phys. Rev. Lett.* 92, 127201, 2004.
- [8] M. Klaui, H. Ehrke, U. Rudiger, T. Kasama, R. E. Dunin-Borkowski, D. Backes, L.J. Heyderman, C. A. F. Vaz, J. A. C. Bland, G. Faini, E. Cambril, and W. Wernsdorfer, Direct observation of domain-wall pinning at nanoscale constrictions, *Appl. Phys. Lett.* 87, 102509, 2005.
- [9] K. J. Kim, C. Y. You, and S. B. Choe, Numerical formula of depinning field from notches in ferromagnetic permalloy nanowire. *Journal of Magnetism* 13(4), 136-139, 2008.
- [10] M. Tsoi, R. E. Fontana, and S. S. Parkin, Dynamics of Domain Wall Motion in Wires with Perpendicular Anisotropy, *Appl. Phys. Lett.* 83, 2617, 2003.
- [11] Y. Nakatani, A. Thiaville, and J. Miltat, Head to head domain wall in soft nano-strips : A refined phase diagram. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 290-291, 750-753, 2005.
- [12] D. Djuhana, H. G. Piao, J. H. Shim, S. H. Lee, D. H. Kim, S. M. Ahn, and D. H. Kim, Interaction of antiparallel transverse domain walls in ferromagnetic nanowires. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* Vol. 11, 6237-6240, 2011.
- [13] D. Djuhana, H. G. Piao, S. C. Yu, S.K. Oh, and D. H. Kim, Magnetic domain wall collision around walker breakdown in ferromagnetic nanowire. *J.Appl.Phys.* 106, 103926, 2009.
- [14] R.D. McMichael and M.J. Donahue, Head to head domain wall structures in thin magnetic strips *IEEE Trans. Magn.*, 33, 4167-4169, 1997
- [15] Y. Liu, and P. Grütter, Theory of magnetoelastic dissipation due to domain wall width oscillation. *Journal of Applied Physics* vol. 83 no. 11, 1998.
- [16] D. Djuhana, H. G. Piao, S. H. Lee, D.H. Kim, S. M. Ahn, and S. B. Choe, Oscillatory transformative domain wall inner structure of the depinning domain wall around a notched ferromagnetic wire, *Appl. Phys. Lett.* 97, 022511, 2010.
- [17] M. J. Donahue, and D. G. Porter, *OOMMF User's Guide [Online]*. Available: <http://math.nist.gov/oommf>. Accessed : 13-07-2015, 2002.
- [18] T.L. Gilbert, A phenomenological theory of damping in ferromagnetic materials, *IEEE Trans. Magn.* 40(6), pp. 3443-3449, 2004.
- [17] W. Nursiyanto, B. Soegijono, D. Djuhana, dan L. Rohman, Investigasi Osilasi, Struktur dan Lebar Domain Wall di Sekitar Notch Segitiga dan Lengkung Pada Fe Nanowire Akibat Medan Luar (AC Field), *Prosiding Seminar Fisika* ISSN 2339-0654, 306-308, 2014.
- [18] W. Nursiyanto, Analisis Osilasi dan Struktur Domain Wall di Dalam Kontriksi Notch Pada Bahan Feromagnetik (Fe, Co, Ni) Berbentuk Nanowire, *Disertasi*, Universitas Indonesia, 2014.

Uji Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Kecepatan Terminal Menggunakan *Video Analysis*

Aulia Kusumadewi, Kholid Yusup

SMP Negeri I Garung, Wonosobo, Jawa Tengah
Jl. Raya Dieng Km 09, Garung, Wonosobo, Jawa Tengah
Surat-e: kusumadewiaulia@gmail.com

Telah dilakukan uji kualitas minyak goreng dengan parameter kecepatan terminal menggunakan analisis video. Minyak goreng yang digunakan dari kelapa sawit dengan tiga variasi. Minyak goreng diuji kecepatan terminalnya sebelum dan sesudah dipanaskan selama 20 menit. Analisis kualitas minyak berdasarkan pengukuran kecepatan terminal menunjukkan bahwa kecepatan terminal paling kecil yaitu pada minyak sebelum dipanaskan. Nilai kecepatan terminal paling besar yaitu pada minyak setelah dipanaskan. Uji kualitas minyak goreng dengan parameter kecepatan terminal dapat dimanfaatkan pada peserta didik untuk ikut terlibat aktif membuktikan suatu konsep fisika.

Kata kunci : Kecepatan terminal, Minyak goreng, analisis video

I. Pendahuluan

Minyak goreng adalah minyak nabati yang telah dimurnikan dan dapat digunakan sebagai bahan pangan. Minyak goreng berfungsi sebagai media penggorengan yang sangat penting dan kebutuhannya semakin lama semakin meningkat. Minyak dapat bersumber dari tanaman, misalnya minyak jagung, minyak kelapa, dan minyak biji bunga matahari. Minyak juga dapat bersumber dari hewan, misalnya ikan sarden, ikan paus dan lain-lain [2].

Minyak goreng adalah salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia pada umumnya dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Minyak goreng yang kita konsumsi sehari-hari sangat erat kaitannya dengan kesehatan tubuh kita. Minimnya pengetahuan masyarakat tentang penggunaan minyak goreng yang baik menyebabkan masyarakat menggunakannya secara tidak tepat. Seringkali kita temukan penggunaan minyak goreng yang terlalu lama sehingga menyebabkan terjadinya perubahan warna, bau dan sifat-sifat fisika maupun kimia lainnya dari minyak goreng itu sendiri. Perubahan sifat fisika dan kimia dari minyak goreng akibat lamanya penggunaan ini tentu saja berpengaruh terhadap nilai gizi yang terkandung di dalam minyak goreng itu sendiri, dan secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi sistem kesehatan tubuh kita yang mengkonsumsi minyak goreng tersebut. Untuk itu ingin dilakukan penelitian tentang kualitas minyak goreng berdasarkan lama pemanasan atau lama penggunaannya [2].

Parameter kualitas minyak meliputi sifat fisika dan sifat kimia. Sifat fisika meliputi warna, bau, kelarutan, titik cair dan polimorphism, titik didih, titik pelunakan, *slipping*

point, *shot melting point*, bobot jenis, viskositas, indeks bias, titik kekeruhan (*turbidity point*), titik asap, titik nyala dan titik api [2].

Uji kualitas minyak goreng sebelumnya telah dilakukan oleh Sutiah, 2008, dengan parameter viskositas dan indeks bias. Dari penelitian tersebut secara kualitatif ditunjukkan bahwa minyak goreng yang paling baik yaitu minyak goreng dengan nilai viskositas dan indeks bias yang besar. Minyak goreng yang belum dipakai mempunyai nilai viskositas dan indeks bias yang paling besar [5]. Serta penelitian yang dilakukan oleh Bait, 2014, menyatakan bahwa kecepatan terminal kelereng berbanding terbalik dengan viskositas zat cair [6]. Untuk itu diperlukan adanya parameter lain yang dapat digunakan sebagai parameter uji kualitas minyak goreng.

II. Kajian Pustaka

a. Kecepatan terminal

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menjumpai berbagai macam fluida dinamis. Fluida dinamis adalah fluida (bisa berupa zat cair dan gas) yang bergerak [1].

Benda yang bergerak di dalam cairan mengalami percepatan oleh gaya beratnya. Namun, karena ada gesekan oleh viskositas, lama kelamaan, percepatan benda semakin berkurang dan sama sekali nol. Pada kondisi ini, benda tetap bergerak karena memang sebelumnya telah memiliki energi kinetik. Kecepatan benda pada saat gaya total yang bekerja padanya berjumlah nol disebut kecepatan terminal [3]. Kecepatan terminal dapat dihitung dengan :

$$V_t = \frac{2r^2g}{9\eta}(\rho - \rho_f) \quad (1)$$

ρ dan ρ_f masing-masing menyatakan massa jenis benda dan fluida [1].

b. Minyak Goreng

Apabila minyak goreng digunakan berulang-ulang akan mengalami proses destruksi atau kerusakan minyak yang disebabkan oleh proses oksidasi dan proses pemanasan. Pemanasan minyak secara berulang-ulang dan pada suhu tinggi, akan menghasilkan senyawa polimer yang berbentuk padat dalam minyak, senyawa padat tersebut lama kelamaan akan teroksidasi menghasilkan senyawa-senyawa radikal bebas yang dapat merugikan bagi kesehatan [4].

III. Metode Eksperimen

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah minyak goreng 3 macam yaitu minyak A, B, dan C.

Alat yang digunakan adalah alat pemanas, statis, kelereng, tabung kaca, dan *Logger pro 3.2*.

Perlakuan Penelitian

Minyak goreng kelapa sawit yang belum dipanaskan diukur kecepatan terminal menggunakan video analisis *Logger Pro 3.2*.

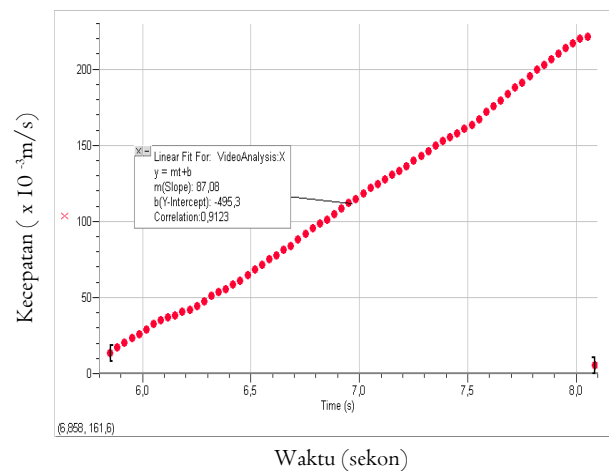
Minyak goreng dari kelapa sawit dipanaskan selama 20 menit, kemudian didinginkan sampai suhu ruang. Setelah dingin, kecepatan terminal diukur menggunakan video analisis *Logger Pro 3.2*

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

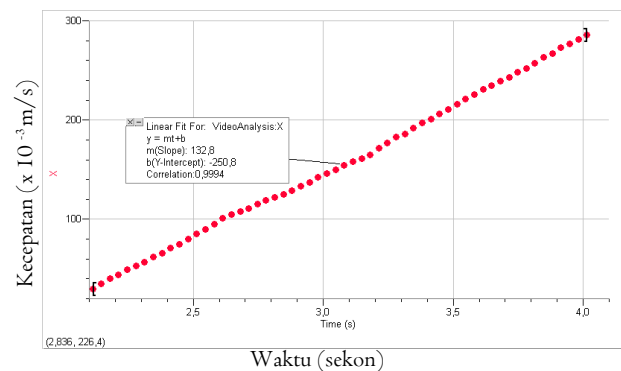
Uji kualitas minyak goreng pada penelitian ini didasarkan dengan parameter kecepatan terminal dari minyak goreng baru dan sudah dipanaskan. Minyak goreng yang digunakan sebanyak tiga macam yaitu minyak goreng A, minyak goreng B, minyak goreng C.

Masing-masing minyak tersebut kemudian divariasasi menjadi dua jenis yaitu minyak goreng yang belum dipakai, minyak goreng sudah dipakai. Minyak goreng yang sudah dipakai telah dipanaskan selama kurang lebih 20 menit.

Berdasarkan Grafik 1 dan Grafik 2 dapat dilihat bahwa setelah minyak goreng A dipanaskan maka nilai slope pada semakin besar, yaitu 87,08 menjadi 132,8, hal ini terjadi karena proses pemanasan telah mengubah sifat-sifat fisik dari minyak goreng itu sendiri, ketika dipanaskan tingkat kekentalan minyak akan menurun. Akibat penurunan tingkat kekentalan minyak maka kecepatan terminal akan meningkat.

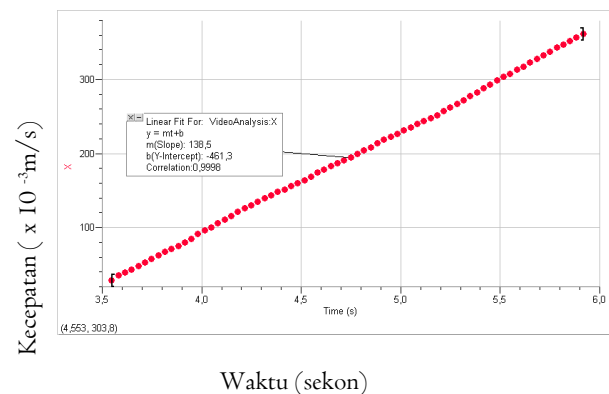


Grafik 1. Kecepatan terminal minyak A sebelum dipanaskan

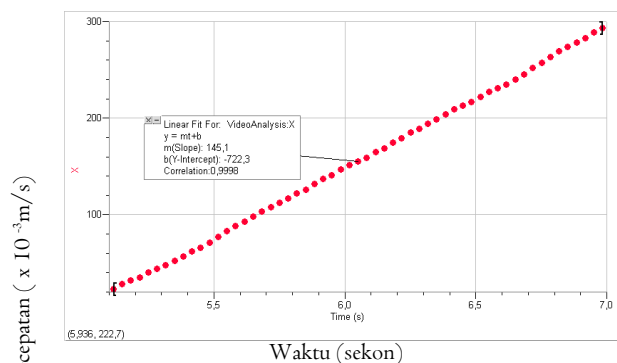


Grafik 2. Kecepatan terminal Minyak A sesudah dipanaskan

Berdasarkan Grafik 3 dan 4 dapat dilihat bahwa kecepatan terminal minyak goreng B juga mengalami peningkatan setelah minyak goreng dipanaskan. Pada Grafik 3 sebesar 138,5 sedangkan pada Grafik 4 sebesar 145,1

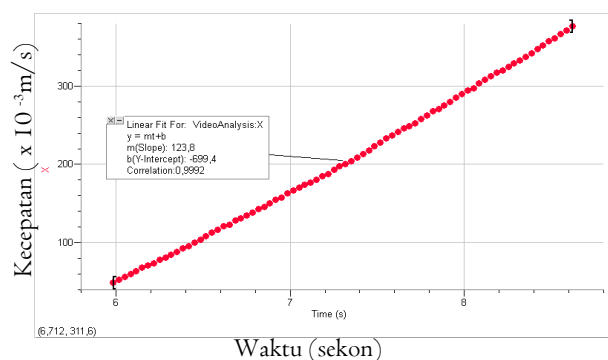


Grafik 3. Kecepatan terminal Minyak B sebelum dipanaskan

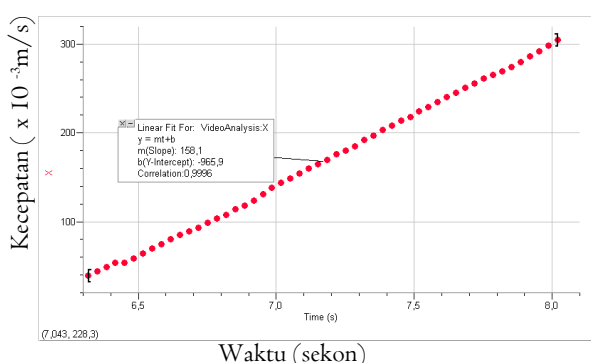


Grafik 4. Kecepatan terminal minyak B sesudah dipanaskan

Demikian pula pada minyak goreng C, dapat dilihat pada grafik 5 dan 6 nilai slope juga mengalami peningkatan.



Grafik 5. Kecepatan terminal minyak goreng C sebelum dipanaskan



Grafik 6. Kecepatan terminal minyak goreng C sesudah dipanaskan

Pada grafik minyak sebelum dipanaskan menunjukkan nilai *slope* yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai *slope* pada minyak goreng setelah dipanaskan. Nilai kecepatan terminal pada minyak goreng sebelum dipanaskan lebih kecil daripada minyak goreng setelah dipanaskan.

Pada minyak goreng dalam kondisi baru atau belum dipanaskan mempunyai kerapatan yang lebih besar sehingga gesekan yang terjadi pada lapisan-lapisan minyak lebih besar yang mengakibatkan kekentalannya besar. Kekentalan yang besar menyebabkan kecepatan terminal kecil.

Sedangkan pada minyak goreng setelah dipanaskan, kerapatannya berkurang akibat pemanasan sehingga gesekan pada lapisan-lapisan minyak berkurang yang mengakibatkan kekentalannya juga berkurang. Berkurangnya kekentalan minyak goreng ini menyebabkan kecepatan terminal lebih besar daripada kondisi sebelum dipanaskan.

Hal ini sesuai dengan persamaan kecepatan terminal :

$$V_t = \frac{2r^2g}{9\eta}(\rho - \rho_f) \quad (2)$$

bahwa nilai kecepatan terminal berbanding terbalik dengan kekentalan zat cair atau viskositas.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kecepatan terminal dapat digunakan untuk membedakan kualitas minyak goreng
2. Perubahan kecepatan terminal menunjukkan perubahan kualitas minyak goreng
3. Pada penelitian ini, minyak goreng yang berkualitas baik yaitu yang memiliki kecepatan terminal kecil.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada rekan-rekan guru di SMP Negeri 1 Garung atas dukungannya dalam penelitian ini.

Kepustakaan

- [1] Halliday, Resnick, 1984, *Fisika Jilid 1*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [2] Ketaren, S., 2008, *Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press, Jakarta
- [3] Sutarto, 2015. *Mekanika Benda Tegar dan Fluida*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- [4] Rohman, 2007, *Analisis Makanan*, UGM Press, Yogyakarta.
- [5] Bait Budi Hantoro, Menyelidiki Hubungan Kecepatan Terminal Dan Viskositas Zat Cair dengan Video Analisis Tracker, Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng & DIY, Yogyakarta, 26 April 2014 *ISSN : 0853-0823*
- [6] Sutiah, 2008, Studi Kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias, Laboratorium Optoelektronik dan Laser, Jurusan Fisika FMIPA UNDIP

Pengukuran Koefisien Absorpsi Filter Matahari Dengan Menggunakan Sensor Cahaya dan *Software* LoggerPro

Siti Nahria Hasan, Yudhiakto Pramudya

Program Pascasarjana Pendidikan Fisika

Universitas Ahmad Dahlan

Kampus II, Jl. Pramuka 42, Sidikan, Yogyakarta 55161 Lt 3. Telp. (0274) 371120, Fax. 564604

Surat-e: nahriyahsanaya@gmail.com

Telah dilakukan pengukuran koefisien absorpsi filter matahari, kacamata matahari, dan plastik berwarna merah. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui koefisien serap dari beberapa material yang digunakan dengan menggunakan *software* LoggerPro. Metode pengambilan data dengan menggunakan sumber cahaya berupa green laser dengan panjang gelombang 523 nm, sensor cahaya dan berbantuan *software* LoggerPro. Material yang digunakan adalah plastik berwarna merah dengan variasi 7 ketebalan, filter dan kacamata matahari yang besar ketebalannya masing-masing 0,08 dan 0,05 mm. Berdasarkan hasil percobaan pada plastik merah, dapat dianalisis dengan menggunakan regresi linear dan diperoleh koefisien serapan plastik merah tersebut sebesar 484,28 dan R^2 sebesar 0,9598. Sedangkan pada pengukuran filter matahari dan kacamata matahari menggunakan pengukuran berulang dan diperoleh nilai serapannya masing-masing sebesar $531,841 \pm 8,456$ dan $757,335 \pm 4,225$. Berdasarkan teori bahwa nilai serapan intensitas filter dan kacamata matahari sebesar 95 %. Sehingga daya serap antara teori dan eksperimen diperoleh presentasi sebesar 4,21 % dan 3,16 %. Dari hasil pengukuran terhadap material-material tersebut dapat disimpulkan bahwa intensitas sinar mengalami penurunan setelah melewati material, besarnya koefisien serapan sinar terhadap suatu material berbanding terbalik dengan tebal material tersebut.

Kata kunci: Absorpsivitas, intensitas cahaya, filter matahari, kacamata matahari, *LoggerPro*.

I. Pendahuluan

Sinar laser adalah sumber cahaya yang koheren. Artinya, semua gelombang cahaya yang ada dalam sinar laser memiliki panjang gelombang yang sama (warna seragam) dan awal mula yang seragam. Laser bekerja dengan cara memantulkan foton ke atas dan kebawah sampai foton tersebut memiliki arah perpindahan yang sama. Pancaran sinar laser berawal dari sebuah percikan yang mengeksitasi atom didalam materi penghasil laser. Atom yang tereksitasi akan melepaskan foton. Ketika foton tersebut menumpuk atom lain maka atom tersebut juga akan melepaskan foton.

Penyerapan foton oleh bahan dapat terjadi melalui berbagai macam cara. Proses penyerapan dan ketergantungannya terhadap panjang gelombang memberikan kemungkinan untuk menurunkan informasi perihail kimia bahan melalui cahaya yang dipantulkannya atau yang diemisikannya.

Pada saat foton mengenai suatu bahan maka akan terjadi interaksi yang mengakibatkan penyerapan atau penghamburan foton. Proses penyerapan dan penghamburan akan berpengaruh pada pelemahan dari

foton tersebut yang disebabkan oleh kerapatan, ketebalan dan nomor atom bahan yang dilalui. Apabila radiasi elektromagnetik masuk ke dalam bahan, maka sebagian dari radiasi tersebut akan terserap oleh bahan. Sebagai akibatnya, intensitas radiasi setelah memasuki bahan penyerap lebih kecil dibandingkan Intensitas semula.

Filter matahari memiliki lapisan tipis aluminium, kromium atau perak yang diendapkan pada permukaan teropong yang berfungsi untuk melemahkan sinar ultraviolet, dan energi inframerah. Kualitas filter dapat ditentukan dengan mengukur intensitas cahaya yang menembus filter matahari.

II. Kajian Pustaka

Intensitas Cahaya

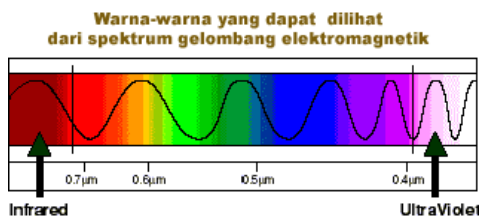
Sifat optik suatu material merupakan respon material tersebut terhadap paparan gelombang elektromagnetik, radiasi, khususnya untuk rentang cahaya tampak.

Ketika cahaya diemisikan dari suatu medium ke medium lain misalnya dari udara menuju padatan. Ada beberapa hal yang terjadi, sebagian cahaya akan ditransmisikan medium tersebut, beberapa akan diserap dan terjadi proses absorpsi. Sebagian lain cahaya akan

dipantulkan atau terjadi proses refleksi. Dimana intensitas dari cahaya yang ditransmisikan, diabsorpsi dan dipantulkan (I_T, I_A, I_R).

Jumlah energi radiasi yang dipancarkan sebagai cahaya ke suatu arah tertentu disebut intensitas cahaya dan dinyatakan dalam satuan candela (cd)

Cahaya tampak (visible light) memiliki panjang gelombang antara (360-760) nm, frekuensi ($4 \times 10^{14} - 7,5 \times 10^{14}$) Hz, dan energi kuantum (1,65-3,1) eV. Interaksi antar cahaya tampak dengan materi dapat menyebabkan transisi elektron pada tingkat energi yang lebih tinggi.



Gambar 1. Spektrum sinar tampak

Daerah dibawah cahaya tampak adalah ultraviolet yang memiliki panjang gelombang (100-360) nm, frekuensi ($7,5 \times 10^{14} - 3 \times 10^{16}$) Hz dengan energi kuantum (3,1-124) eV.

Laser dihasilkan dari proses relaksasi elektron. Pada saat proses ini maka sejumlah foton akan di lepaskan berbeda dengan cahaya senter emisi pada laser terjadi dengan teratur sedangkan pada lampu senter emisi terjadi secara acak. Pada laser emisi akan menghasilkan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu. berbeda dengan lampu senter emisi akan mengasilkan cahaya dengan banyak panjang gelombang. proses yang terjadi adalah elektron pada keadaan *ground state* (pada pita valensi) mendapat energi kemudian statusnya naik menuju pita konduksi (keadaan eksitasi) kemudian elektron tersebut kembali ke keadaan awal (*ground state*) diikuti dengan beberapa foton yang terlepas

Sinar matahari terdiri dari foton-foton yang memiliki energi yang besarnya adalah

$$E_{foton} = \frac{hc}{\lambda} \quad (1)$$

Dengan h merupakan konstanta planck = $6,626 \times 10^{-34}$ Js, c merupakan kecepatan foton dalam ruang hampa = 3×10^8 m/s dan λ merupakan panjang gelombang foton.

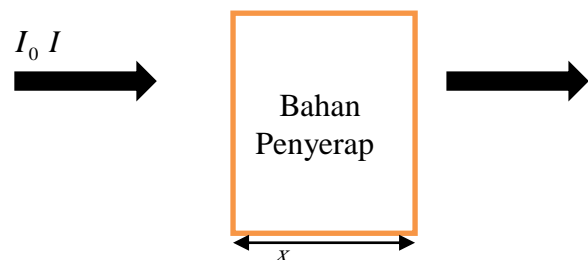
Absorpsi

Terdapat tiga interaksi utama sinar gamma dapat kehilangan energi ketika melewati suatu materi: (1) Efek Fotolistrik: yaitu foton dapat mentransfer

seluruh energinya pada electron atomic materi penyerap. (2) Hamburan Compton: yaitu foton datang memberikan sebagian energinya pada electron penyerap, foton baru yang muncul memiliki frekuensi yang lebih rendah. (3) Produksi Pasangan: yaitu foton γ yang berenergi sekurang-kurangnya 1.02 MeV dapat melakukan materialisasi menjadi pasangan electron-elektron ketika melewati dekat inti, kehadiran inti diperlukan supaya kekekalan momentum dipenuhi. Dalam semua kasus itu γ foton ditransfer pada γ yang diikuti dengan kehilangan γ terutama disebabkan oleh proses eksitasi atau ionisasi atom dalam penyerap. Pada γ foton yang rendah, efek fotolistrik merupakan mekanisme utama dari kehilangan absorpsi.

Ketika seberkas sinar-x dilewatkan melalui suatu material, beberapa dari fotonnya akan berinteraksi dengan atom-atom material sehingga mengakibatkan foton tersebut terlempar dai berkas. Proses –proses utama yang bertanggung jawab terhadap reduksi intensitas setiap foton adalah efek fotolistrik, hamburan Compton dan penggabungan pasangan.

Peristiwa γ absorpsi adalah salah satu bentuk kehilangan energi zarah radiasi beta bila mengenai medium. Berbeda dengan radiasi partikel bermuatan (a atau b), daya tembus radiasi gamma dan sinar-X sangat tinggi bahkan tidak dapat diserap secara keseluruhan



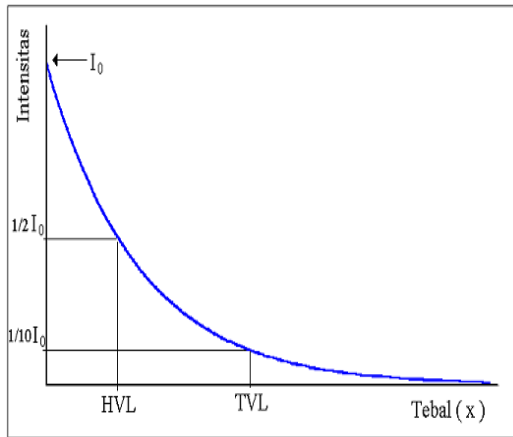
Gambar 2. Penyerapan radiasi gelombang elektromagnetik

Intensitas dari seberkas sinar-x monokromatik yang telah melakukan penetrasi kedalam material sedalam x dinyatakan oleh persamaan :

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (2)$$

dengan I_0 adalah intensitas berkas datang dan μ adalah koefisien absorpsi material. Kuantitas μ bergantung pada atom-atom target dan energi foton sinar x

Terlihat bahwa persamaan (1) di atas merupakan persamaan eksponensial seperti persamaan peluruhan radioaktif sehingga dapat digambarkan pada gambar 3.



Gambar 3. Kurva intensitas radiasi yang diteruskan oleh bahan penyerap

Bila di peluruhan radioaktif dikenal istilah waktu paro, disini terdapat istilah tebal paro (HVL = *half value layer*) yaitu tebal bahan yang dapat menyerap separo dari intensitas mula-mula atau intensitas yang diteruskan tinggal separonya. Istilah lain adalah TVL (*tenth value layer*) yaitu tebal bahan yang dapat menyerap 90% intensitas mula-mula atau intensitas yang diteruskan tinggal sepersepuluh (10%) nya.

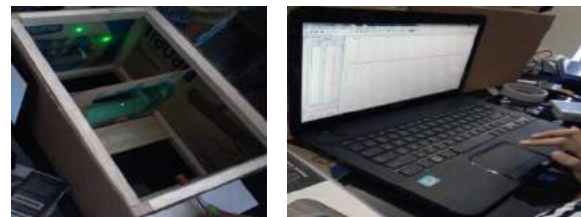
Filter Matahari

Mataharidapat dilihat secara langsungketika menggunakanfilterkhusus yang dirancang untuk tujuanini. Filtertersebut biasanya memilikilapisan tipisaluminium, kromiumataupun perak yang diendapkan padapermukaan teropong yangberfungsi untuk melemahkansinar ultraviolet, dan energiinframerah. Salah satu filter yang palingbanyak digunakan untuk memantau mataharidan tergolong paling amanadalahkacadengan type/nomor I4. Filterdapat dibuat darikacatemper(minimum ketebalan2mm), polikarbonat, film poliester, atau bahanlainyang menyediakansubstrat yang cocokuntukfilterserap, atau lapisanreflektiflogam vakum-disimpan, yang memenuhi persyaratanuntuk filtertransmisi.

III. Metode Penelitian

Pengukuran koefisien absorpsi dilakukan di laboratorium kampus 2 Universitas Ahmad Dahlan pada tanggal 8 Desember 2014. Alat dan bahan dalam penelitian ini adalah Green Laser Pointer sebagai sumber cahaya dalam pengukuran ini, Sensor Cahaya, Filter Matahari, Kacamata Matahari dan Plastik sebagai bahan pengukuran,„sebuah Kotak, Interface Laptop dan Mikrometer Sekrup yang digunakan untuk mengukur ketebalan bahan. Prosedur Penelitian dalam penelitian ini adalah menyiapkan semua alat dan bahan yang akan

digunakan,menghitung ketebalan filter matahari, kacamata matahari, dan plastik menggunakan mikrometer sekrup,memasangkan interface dan sensor cahaya kemudian dihubungkan ke laptop, menghidupkan laser dan arahkan sinar laser tersebut pada filter matahari, kacamata matahari dan plastik dalam sebuah kotak,mencatat nilai iluminitas yang terbaca pada LoggerPro dan Untuk plastik ulangi langkah tersebut pada variasi ketebalan yang berbeda-beda. Analisis data yang digunakan adalah dengan menggunakan pengukuran berulang dan metode regresi linier



Gambar 4. Alat Pengukuran koefisien absorpsi pada filter matahari,kacamata matahari dan plastik

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

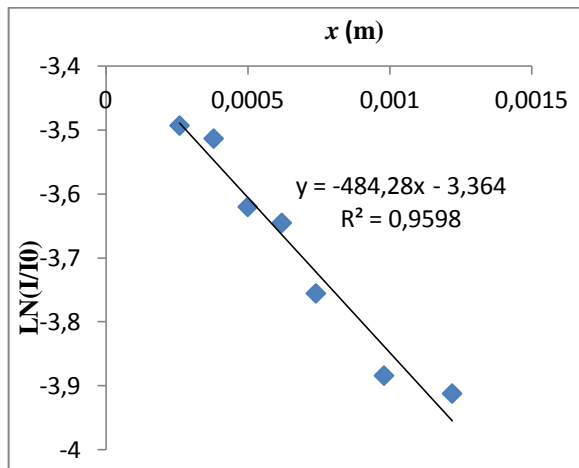
Koefisien serapan sinar gamma merupakan suatu konstanta perbandingan yang menghubungkan antara besarnya intensitas sumber yang terserap dengan ketebalan suatu bahan penyerap.Jika bahan penyerap yang berupa potongan plastik dengan ketebalan yang berbeda-beda diletakkan diantara sumber cahaya laser dengan panjang gelombang 523 nm dan sebuah sensor cahaya, maka intensitas yang terbaca pada software loggerpro akan berkurang karena sebagian intensitas terserap oleh potongan plastik tersebut.

Percobaan nilai koefisien serap suatu bahan diperoleh dengan menggunakan metode regresi linier hubungan antara tebal material (x) dengan $\ln I / I_0$

Tabel I. Data Hasil Percobaan Pada Plastik Merah

No	$x(m)$	$I(Lux)$	$\ln(I / I_0)$
1	0.00026	23.38692	-3.49324
2	0.00038	22.91636	-3.51356
3	0.0005	20.59682	-3.62028
4	0.00062	20.08855	-3.64526
5	0.00074	17.99165	-3.75551
6	0.00098	15.82262	-3.88397
7	0.00122	15.38567	-3.91198

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa setiap penambahan ketebalan menghasilkan penurunan Intensitas cahaya. Ketika sinar melewati material, maka sebagian sinar tersebut diserap oleh material, sehingga intensitas dari sinar akan berkurang.



Gambar 5. Grafik Hubungan Intensitas dan Ketebalan Material

Besarnya nilai serapan merupakan slope dari grafik hubungan antara intensitas cahaya terhadap beberapa ketebalan plastik. Dimana dalam bentuk grafik sumbu X sebagai fungsi ketebalan dari bahan penyerap dan sumbu Y sebagai fungsi dari nilai $-\ln$. Dapat dikatakan bahwa harga intensitas menurun secara eksponensial terhadap ketebalan bahan penyerap. Dengan analisa regresi linier diperoleh besarnya nilai serapan adalah 484.28 m^{-1} dengan nilai R adalah 0.95

Tabel 2. Data Hasil Percobaan pada Filter Matahari Kacamata Matahari dan plastik

No	Material	$I (Lux)$	$\mu_{(m^{-1})}$	Ralat (%)
1	Kacamata Matahari	5,437943	531,841	8,456
2	Filter Matahari	8,66764	757,335	4,225
3	Plastik	19,4551	484,28	0,167

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan pengukuran berulang pada filter dan kacamata matahari, diperoleh hasil sesuai tabel 2 diatas. Dengan ketebalan filter matahari dan kacamata matahari masing-masing sebesar 0.08 mm dan 0.05 mm diperoleh nilai koefisien serapan masing-masing sebesar 531.841 ± 8.456 dan 757.335 ± 4.225 . Berdasarkan teori bahwa presentasi intensitas serap filter dan kacamata matahari sebesar 95% sehingga di dapatkan ralat teori dan eksperimen masing – masing sebesar 4.21 % dan 3.16 %

V. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang dilakukan mengenai koefisien serapan dapat disimpulkan bahwa intensitas sinar mengalami penurunan setelah melewati material, besarnya koefisien serapan terhadap suatu material berbanding terbalik dengan ketebalan dari material tersebut. nilai koefisien pada plastik merah sebesar 484.28 dengan 7 variasi ketebalan dan koefisien determinasi

sebesar 0.9598. Sedangkan untuk filter matahari dan kacamata matahari diperoleh besar serapan sebesar 531.841 ± 8.456 dan 757.335 ± 4.225 .

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih merupakan bentuk apresiasi adanya kontribusi dari perorangan maupun lembaga yang tidak bisa masuk sebagai penulis. Misalnya pemberi dana penelitian yang terkait dengan publikasi ini.

Kepustakaan

- [1] Kristiyanti, Istofa dan Beny Syawaludin, Karakterisasi Kaca Timbal untuk Pelindung Penangkap Citra Sinar-X, Volume 9, Nomor 2, November 2012 ISSN 1411-0296.
- [2] Resnick Halliday, Fisika Modern Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga.
- [3] Sawitri Astri, Pengaruh Konsentrasi dan Ketebalan Terhadap Penyerapan Cahaya, 2010
- [4] Espenak Fred, Eye Safety During Solar Eclipse. Adapted from NASA RP 1383 Total Solar Eclipse of 1998 February 26, April 1996, p. 47.

Sistem Instrumentasi Alat Ukur Konsentrasi Gula Terlarut Menggunakan Polarimeter Berbasis Mikrokontroler

Jonathan Prabowo

Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Kawasan Puspiptek Serpong 15314.

Prawito

Departemen Fisika, Universitas Indonesia.
kampus UI, Depok 16424

Surat-e: Jonathan.prabowo@bppt.go.id, prawito@sci.ui.ac.id

Telah dibuat sebuah alat ukur konsentrasi gula terlarut berbasis mikrokontroler dengan prinsip polarisasi linier gelombang elektromagnet dan pemutaran bidang getar gelombang oleh zat optik aktif menjadi dasar pembuatan alat ukur ini. Sistem instrumentasi ini terdiri dari lampu natrium sebagai sumber cahayanya, sepasang lensa polaroid yang fungsi masing-masing sebagai polarisator dan analisator, tabung untuk larutan gula, motor servo sebagai pemutar analisator, sebuah sensor fotodioda OPT I01 sebagai pendeteksi intensitas cahaya yang keluar dari analisator. Mikrokontroler di gunakan sebagai pengendali proses pengukuran maupun pengolahan datanya. Hasil pengukuran ditampilkan di LCD. Pengujian sistem alat ukur ini telah dilakukan sesuai pada literatur sebagai ketelitian sistem instrumentasi alat ukur konsentrasi gula terlarut dengan menghasilkan nilai sudut putar larutan optik aktif dan nilai konsentrasi gula terlarut yang mendekati nilai literatur.

Kata kunci: Mikrokontroler, Lampu Natrium, OPT I01, Polarisor, Analisor

I. Pendahuluan

Saat ini penelitian dalam konsep instrument optik telah banyak menarik perhatian para ilmuwan karena berpotensi untuk pengembangan sistem alat ukur. Cahaya merupakan gelombang elektromagnet yang terdiri dari getaran medan listrik dan getaran medan magnet yang saling tegak lurus. Bidang getar kedua medan ini tegak lurus terhadap arah rambatnya. Sinar biasa secara umum dapat dikatakan gelombang elektromagnet yang vektor-vektor medan listrik dan medan magnetnya bergetar kesemua arah pada bidang tegak lurus arah rambatnya dan disebut sinar tak terpolarisasi. Apabila sinar ini melalui suatu polarisator maka sinar yang diteruskan mempunyai getaran listrik yang terletak pada satu bidang saja dan dikatakan sinar terpolarisasi bidang (linear). Bila arah transmisi polarisator sejajar dengan arah transmisi analisator, maka sinar yang mempunyai arah getaran yang sama dengan arah polarisator diteruskan seluruhnya.

Tetapi apabila arah transmisi polarisator tegak lurus terhadap arah analisator maka tak ada sinar yang diteruskan. Dan bila arahnya membentuk suatu sudut

maka sinar yang diteruskan hanya sebagian. Sinar terpolarisasi linear yang melalui suatu larutan optik aktif akan mengalami pemutaran bidang polarisasi. Bila arah transmisi polarisator sejajar dengan arah transmisi analisator, maka sinar yang mempunyai arah getaran yang sama dengan arah polarisator diteruskan seluruhnya. Tetapi apabila arah transmisi polarisator tegak lurus terhadap arah analisator maka tak ada sinar yang diteruskan [3].

II. Kajian Pustaka

Pemutaran sudut polarisasi bergantung pada panjang larutan, konsentrasi larutan dan sudut putar jenisnya. Dalam persamaan matematis, dapat dinyatakan dalam bentuk [3].

$$\Delta\varphi = [\alpha]_t^p LC \quad (1)$$

Dengan

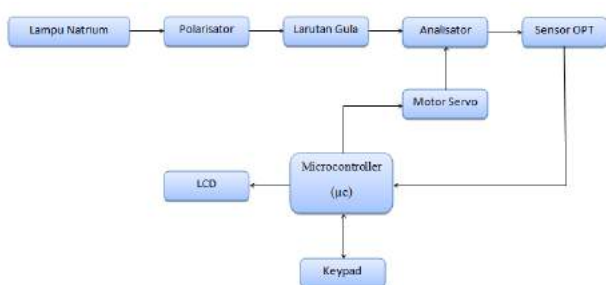
- $\Delta\varphi$ = Perubahan Sudut Putar Larutan
- L = Panjang Larutan Dalam Tabung (cm)
- C = konsentrasi larutan (gr/ml)

$$[\alpha]_t^D = \text{sudut putar jenis larutan Optik Aktif} \\ (\text{°cm}^2/\text{gr})$$

Menentukan nilai konsentrasi gula terlarut (C). sudut putar larutan pada bidang polarisasi. Dari nilai pergeseran sudut putar larutan, dapat ditentukan nilai sudut putar jenis larutan gula, kemudian setelah diketahui nilai sudut putar jenis larutan gula, maka pada suatu larutan gula yang mula-mula nilai konsentrasi gula terlarutnya belum diketahui dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan ini.

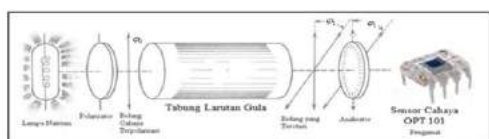
$$C = \frac{\Delta\phi}{[\alpha]_t^D L} \quad (2)$$

Berikut ini merupakan blok diagram dari cara kerja sistem instrumentasi yang telah di buat.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Instrumentasi Alat Ukur Konsentrasi Gula Terlarut

Pada proses percobaan polarimeter, mula-mula sudut yang dibentuk saat itu adalah ϕ_0 , diantara analisisor dan polarisator diletakkan tabung larutan yang berisi larutan gula, sehingga sebelum cahaya akan melewati analisisor, cahaya yang terpolarisasi oleh polarisator tersebut akan melewati tabung berisi larutan gula terlebih dahulu. Larutan gula tersebut sebagai larutan optik aktif yang akan memutar bidang polarisasi. Kemudian analisisor berputar membentuk sudut putar larutan (ϕ_1) yang dibentuk oleh larutan gula pada bidang polarisasi. Nilai pergeseran sudut putar larutan gula bergantung pada panjang larutan dalam tabung (L), konsentrasi larutan gula (C) dan sudut putar jenis larutan gula $[\alpha]_t^D$ pada bidang polarisasi [3].

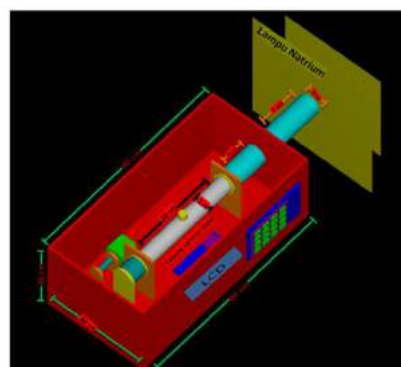


Gambar 2. Cara Kerja Alat Ukur Polarimeter [1]

Sistem Mekanik alat ukur ini yaitu dengan posisi sensor dan Lampu natrium untuk membentuk sudut. Proses

awalnya yaitu pembuatan kotak balok persegi panjang sebagai tempat alas komponen dan ruang gelap, membuat posisi tabung larutan, polarisator dan analisisor. Dimensi dari kotak pada sistem mekanik alat ukur tersebut mempunyai panjang 80 cm, lebar 40 cm, tinggi 30 cm, kerangka kotak terbuat dari bahan akrilik dicat warna hitam. Pada gambar disain alat di bawah (gambar 3), Kemudian luar kotak terdapat lampu natrium sebagai sumber cahaya, keypad dengan fungsi dari tombol # yaitu sebagai tombol start dan tombol lainnya untuk memasukkan besaran nilai input lainnya ketika proses percobaan polarimeter dilakukan, dan LCD sebagai display menampilkan nilai output ketika proses percobaan selesai dilakukan.

Dalam percobaan ini digunakan larutan gula sebagai polaroidnya. Pada permulaan percobaan, Sensor fotodiode di belakang analisisor tidak dapat melihat cahaya (gelap). Pada saat itu, sudut yang dibentuk adalah . Jika diantara analisisor dan polarisator diletakkan bejana kaca berisi larutan gula, sehingga sebelum memasuki analisisor sinar melewati larutan gula terlebih dahulu. Dengan demikian, sinar dapat terdeteksi oleh fotodiode. Supaya tampak gelap lagi dalam hal ini sensor tidak mendeteksi adanya cahaya yang di teruskan, analisisor kita putar sampai pada sudut yang ditentukan.



Gambar 3. Desain Perancangan Sistem Instrumentasi Alat Ukur Konsentrasi Gula Terlarut

Desain Perancangan sistem instrumentasi alat ukur ini harus sesuai dengan literatur dan mempunyai sesuatu yang membedakan dari alat ukur sebelumnya yang telah ada yaitu dengan konsep kesederhanaan dari sistem mekanik, akurasi alat, dan low cost, Alat ukur ini dirancang dengan tujuan sederhana dari alat ukur yang ada baik dari segi harga maupun fungsi.

III. Metode Penelitian

Prosedur dalam pengambilan data antara lain, dengan memasukkan tiap-tiap larutan gula yang telah dibuat ke dalam tabung larutan gula secara bergantian. Nilai sudut putar larutan dihasilkan ketika sensor cahaya OPT 101

mendeteksi intensitas cahaya paling terang kemudian dikonversi oleh mikrokontroler sebagai nilai ADC paling tinggi. Ketika sensor cahaya OPT 101 mendeteksi intensitas cahaya paling terang kembali, maka analisator berhenti berputar secara otomatis.

Secara teori, nilai sudut putar jenis larutan gula ($[\alpha]_t^D$) adalah $66,5 \text{ } ^\circ\text{cm}^2/\text{gr}$ dan nilai sudut putar jenis larutan gula menurut teori akan dibandingkan dengan nilai sudut putar jenis larutan gula yang didapatkan dari percobaan dengan menggunakan alat ukur polarimeter.



Gambar 4. Rancang Bangun Sistem instrumentasi Alat Ukur Konsentrasi Gula Terlarut

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan menggunakan sampel larutan gula dengan komposisi gula yang dilarutkan dengan air aquades. Pada proses pengisian larutan gula ke dalam tabung larutan diusahakan agar tidak terjadi gelembung udara dalam tabung, hal ini dikarenakan gelembung udara tersebut membentuk cekungan pada larutan sehingga dapat mempengaruhi intensitas cahaya terpolarisasi, akibatnya berpengaruh pada besarnya nilai sudut putar larutan optik aktif yang dihasilkan. Ketika analisator berhenti berputar maka motor servo tersebut akan membaca nilai sudut putar larutan yang dibentuk oleh perputaran analisator, lalu nilai tersebut akan ditampilkan oleh LCD dan busur derajat yang dilengkapi dengan jarum penunjuk nilai derajat.

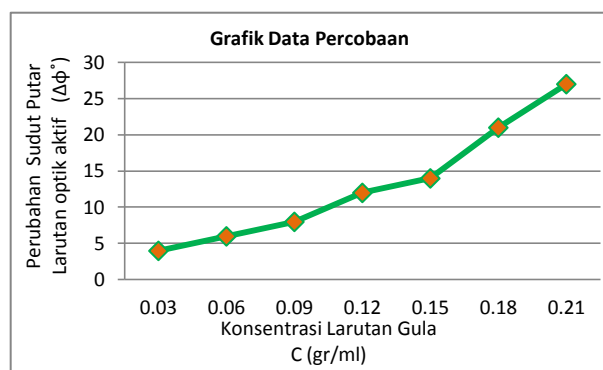
Nilai sudut putar larutan didapatkan ketika sensor cahaya OPT 101 mendeteksi intensitas cahaya paling terang kemudian dibaca oleh mikrokontroler sebagai nilai ADC paling tinggi, dan ketika sensor cahaya OPT 101 mendeteksi intensitas cahaya paling terang maka mikrokontroler yang telah diprogram akan memberi instruksi kepada analisator untuk berhenti berputar secara otomatis. Data perubahan sudut putar larutan optik aktif dinyatakan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Data perubahan sudut putar larutan optik aktif

No	m (gr)	V (ml)	C (gr/ml)	ϕ_0°	ϕ_1°	$\Delta\phi^\circ$
1	3	100	0.03	0°	4°	4°
2	6	100	0.06	0°	6°	6°

3	3	100	0.09	0°	8°	8°
4	12	100	0.12	0°	12°	12°
5	15	100	0.15	0°	14°	14°
6	18	100	0.18	0°	21°	21°
7	21	100	0.21	0°	27°	27°

Nilai konsentrasi larutan gula berbanding lurus dengan nilai sudut putar larutan yang terukur, semakin besar nilai konsentrasi larutan gula maka semakin besar juga nilai sudut putar larutan pada bidang polarisasi nilai sudut putar jenis larutan gula sebagai larutan optik aktif sebesar $62,79 \text{ } ^\circ\text{cm}^2/\text{gr}$ mendekati kesesuaian nilai sudut putar jenis larutan gula pada literatur yaitu $([\alpha]_t^D) = 66,5 \text{ } ^\circ\text{cm}^2/\text{gr}$.



Gambar 5. Grafik Data Percobaan

Setelah didapatkan data sudut putar jenis larutan gula pada setiap percobaan, maka proses selanjutnya yaitu menentukan nilai konsentrasi gula terlarut. Setelah didapatkan data pengukuran konsentrasi gula terlarut pada percobaan, maka data tersebut akan dibandingkan dengan data konsentrasi gula yang sebenarnya (konsentrasi riil) sebagai berikut.

Tabel 2. Data Perbandingan Nilai Konsentrasi Gula Terlarut.

No	Konsentrasi Gula Riil			Konsentrasi Gula Hasil Percobaan			
	M (gr)	V (ml)	C (gr/ml)	ϕ_0°	ϕ_1°	$\Delta\phi^\circ$	C (gr/ml)
1	4	100	0.04	0	3	3	0.02
2	6	100	0.06	0	7	7	0.05
3	8	100	0.08	0	4	4	0.03
4	10	100	0.10	0	9	9	0.07
5	12	100	0.12	0	8	8	0.06
6	15	100	0.15	0	9	9	0.07
7	18	100	0.18	0	7	7	0.05
8	20	100	0.20	0	8	8	0.06

V. KESIMPULAN

Nilai konsentrasi larutan gula berbanding lurus dengan nilai sudut putar larutan yang terukur, semakin besar nilai konsentrasi larutan gula maka semakin besar juga nilai sudut putar larutan pada bidang polarisasi. Ketelitian pada

pengukuran dengan alat ukur polarimeter ini masih kurang sempurna, karena terdapat perbedaan nilai yang pada data perbandingan nilai konsentrasi gula terlarut secara riil dengan nilai konsentrasi gula terlarut hasil percobaan.

Ucapan Terimakasih

Dalam melaksanakan pengerjaan penyelesaian penelitian ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih dan rasa hormat kepada rekan-rekan pusat teknologi informasi dan komunikasi, dan Laboratorium departemen fisika universitas Indonesia.

Kepustakaan

- [1] Jenkins, Francis A dan Harvey E White. 1981. *Fundamentals of Optics*. Singapura : Mc Graw-Hill Book Co. pp. 495-507.
- [2] Tipler, Paul. 2001. *Fisika untuk Sains dan Teknik*, jilid 2 (terjemahan). Jakarta : Erlangga. pp. 422-467.
- [3] Saroyo, Ganijanti Abi. 1981. *Seri Fisika Dasar ; Gelombang dan Optika*, Edisi ketiga. Jakarta ; Jurusan Fisika FIPIA Universitas Indonesia. pp. 93-187.
- [4] <http://www.parallax.com/sensor/datasheet/standar-servo.pdf>, diakses tanggal 12 Oktober 2015.
- [5] <http://mathworld.wolfram.com/LeastSquaresFitting.html>, diakses tanggal 19 Oktober 2015.
- [6] <http://www.physicsclassroom.com/index/class/light/u12I1e.cfm>, diakses tanggal 20 Oktober 2015.
- [7] <http://www.pasco.com/index/download/OpticsExperiments.pdf>, diakses tanggal 21 Oktober 2015.

Studi Tingkat Kecerlangan Langit pada Saat Bulan Purnama dan Gerhana Bulan menggunakan *Sky Quality Meter*

Nurakidah, Yudhiakto Pramudya

Program Magister Pendidikan Fisika

Universitas Ahmad Dahlan

Kampus II, Jl. Pramuka 42, Sidikan, Yogyakarta 55161 Lt 3. Telp. (0274) 371120, Fax. 564604

Surat-e : nurakidahnasution@gmail.com

Telah dilakukan pengamatan tingkat kecerlangan langit pada saat bulan purnama dan gerhana bulan menggunakan *Sky Quality Meter*. Pengamatan dimulai dari bulan Oktober sampai bulan Desember 2014. Pengamatan dilakukan di Universitas Ahmad Dahlan (UAD), kampus 4 Jalan Ringroad Selatan, Yogyakarta dengan resolusi waktu 5 menit. Nilai kecerlangan langit dapat ditentukan. Kecerlangan langit pada saat gerhana lebih besar daripada saat bulan purnama yaitu sebesar 13% (cuaca baik). Kecuali pada bulan purnama tanggal 9 Oktober, nilai kecerlangan langitnya lebih besar (lebih gelap) dibandingkan dengan fase gerhana yaitu sebesar 1%. Adanya awan tebal yang merata sepanjang malam pengamatan menyebabkan nilai langit menjadi lebih besar (lebih gelap). Dan tingkat kecerlangan langit saat gerhana bulan lebih besar daripada bulan mati yaitu sebesar 6%.

Kata kunci: Kecerlangan langit, Polusi cahaya, Bulan purnama dan Gerhana bulan.

I. Pendahuluan

Tingkat kecerlangan langit malam merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh pada keseimbangan kehidupan semua makhluk di bumi. Kecerlangan langit malam dapat diakibatkan oleh faktor aktivitas manusia, misalnya dengan pencahayaan yang berlebihan dan tidak teratur sehingga mengakibatkan polusi cahaya. Efek pencahayaan yang tidak teratur mengakibatkan cahaya terpantul kelangit, naik ke atmosfer dan dihamburkan oleh aerosol sehingga langit menjadi lebih terang akibatnya bintang-bintang yang seharusnya terlihat terhalang oleh efek pencahayaan.

Selain faktor buatan dari aktivitas manusia, polusi cahaya bisa diakibatkan oleh faktor alami dari alam yang tidak bisa dihindari yaitu pada saat fase bulan purnama. Pada saat fase bulan purnama, bulan lebih terang daripada fase-fase lainnya. Namun ada kalanya, pada saat bulan purnama bulan juga bisa mengalami fase gerhana. Gerhana bulan terjadi pada waktu bumi berada diantara bulan dan matahari, pada saat itu bayang-bayang bumi menutup permukaan bulan, sehingga cahaya matahari sebagian atau seluruhnya tidak bisa sampai ke bulan dan dipantulkan ke bumi. Jadi penelitian ini akan membahas bagaimana tingkat kecerlangan langit pada saat bulan purnama dan gerhana bulan.

Pengukuran kecerlangan langit banyak dilakukan dengan menggunakan pengukuran fotometri seperti pelat film dan kamera CCD. Sekarang sudah ada alat untuk mengukur kecerlangan langit malam yaitu *Sky Quality Meter* (SQM). SQM merupakan fotometer sederhana, berukuran saku, dengan ukuran sudut pengukuran 20° kelangit. Hasil pengukurannya sudah dalam satuan kecerlangan langit yaitu magnitudo per satuan busur kuadrat ($\text{mag}/\text{arcsec}^2$).

II. Kajian Pustaka

Tingkat kecerlangan langit merupakan acuan utama dalam penentuan kualitas langit. Kecerlangan langit terbagi menjadi dua bagian utama yaitu kecerlangan pada waktu siang (kecerlangan maksimum) dan kecerlangan pada waktu malam (kecerlangan minimum). Waktu siang adalah masa pada saat cahaya matahari memenuhi ruang lingkup (latar belakang) atmosfer dengan melenyapkan sumber-sumber cahaya selain dari cahaya matahari. Kecerlangan langit pada waktu siang merupakan kecerlangan yang maksimum. Waktu malam ialah masa apabila matahari berada dibawah horizon.

Di dalam bidang astronomi kecerlangan dinyatakan dalam unit magnitudo. Magnitudo bintang pertama kali digunakan oleh Hiparchus. Kaidah yang digunakan ini menganggap

1. Jarak kedudukan bintang adalah pada kedudukan yang sama
2. Merujuk kepada hanya satu-satu titik bercahaya (bintang).

Hipparchus menggolongkan bintang dalam 6 kategori yaitu bintang yang paling terang tampak oleh mata diberi magnitudo 1, dan bintang paling lemah cahayanya yang masih bisa dilihat oleh mata telanjang diberi magnitudo 6. Oleh karena itu, magnitudo bintang memiliki magnitudo antara 1 sampai 6. Makin terang sebuah bintang, semakin kecil magnitudonya. Penggolongan ini merupakan perbandingan kecerlangan berdasarkan kepada penginderaan mata kasar. Setelah pengetahuan mengenai mata bertambah maju sistem magnitudo mengalami penambahbaikan dengan membagikan magnitudo menjadi dua yaitu magnitudo semu dan magnitudo mutlak.

Unit untuk mengukur kecerlangan permukaan ialah $\text{mag}/\text{arcsec}^2$. Alat yang digunakan untuk mengukur pencahayaan dari langit malam adalah *Sky Quality Meter* (SQM). Kecerlangan yang dihasilkan dari alat *Sky Quality Meter* dalam $\text{mag}/\text{arcsec}^2$. Magnitudo merupakan satuan astronomi untuk terang suatu bintang. Misalkan bintang dengan magnitudo 1 lebih terang dengan bintang yang magnitudonya 6, sedangkan arcsec merupakan busur yang dibagi menjadi detik. Terdapat 360 derajat dalam lingkaran, dan masing-masing derajat dibagi menjadi 60 menit dan setiap menit dibagi menjadi 60 detik. Sebuah busur persegi memiliki luas satu detik persegi. $\text{Mag}/\text{arcsec}^2$ memiliki arti kecerahan dalam magnitudo tersebar melalui detik busur persegi langit. Jika yang dihasilkan sqm adalah 14 $\text{mag}/\text{arcsec}^2$ berarti kecerahan bintang magnitudo ke-14 tersebar dalam satu detik busur persegi langit.

Kecerlangan langit bervariasi bergantung pada ketinggian, kelembaban, polusi cahaya, dan pencahayaan bulan. Pada saat bulan purnama, keadaan bulan tampak bulat sempurna dari bumi. Pada saat itu, bumi terletak hampir segaris diantara matahari dan bulan, sehingga seluruh permukaan bulan yang diterangi matahari terlihat jelas dari arah bumi. Pantulan cahaya matahari yang mengenai bulan dan dipantulkan ke bumi membuat langit malam menjadi relatif lebih terang daripada malam yang lainnya sehingga bintang-bintang redup tidak dapat terlihat dari bumi. Ada kalanya pada saat bulan purnama bulan mengalami fase gerhana bulan.

Gerhana bulan terjadi pada saat bulan purnama yaitu saat sebagian atau keseluruhan penampang bulan tertutup oleh bayangan bumi. Pada saat itu, Matahari – Bumi – Bulan berada sejajar dimana bumi berada di antara matahari dan bulan pada satu garis lurus yang sama, sehingga sinar matahari tidak dapat mencapai bulan karena terhalang oleh bumi. Kondisi langit pada saat gerhana bulan tampak gelap berwarna hitam dan benda-benda langit terlihat sangat cerah.

Pada saat purnama keadaan bulan tampak bulat dan terang dari bumi dan pada saat gerhana bulan total akan menghasilkan penampakan bulan dengan permukaan yang berwarna merah dan gelap.



Gambar Ia. Kecerlangan bulan purnama (Sumber: www.telegraph.co.uk/)
Ib. Kecerlangan gerhana bulan (Sumber: <http://www.mreclipse.com/>).

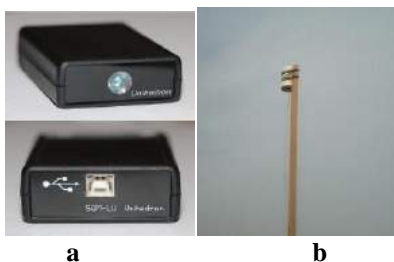
III. Metode Penelitian dan Lokasi Pengamatan

Penelitian dilakukan di Universitas Ahmad Dahlan (UAD), kampus 4 Jalan Ringroad Selatan, Yogyakarta. Lokasi alat ukur di tempatkan cukup tinggi untuk mencegah penyinaran langsung cahaya buatan pada detektor. Oleh karena itu memang hanya cahaya dari langit yang kita ukur. Posisi geografis situs pengukuran dapat diringkas dalam tabel 1.

Tabel 1. Koordinat geografis situs pengukuran kecerlangan langit.

Ketinggian	Bujur	Lintang
122 m	110° 22'43" BT	7° 49'59" LS

Pengambilan data dimulai dari bulan Oktober sampai bulan Desember 2014. Terhitung 9 kali pengambilan data. Penelitian dilakukan pada saat gerhana bulan (8 Oktober 2014) dan pada saat bulan purnama setiap bulannya. Mulai dari jam 17.15-21.00 WIB. Sky Quality Meter ditempatkan kedalam pelindung berupa tabung paralon (tujuannya agar SQM aman dari gangguan hewan/serangga atau cuaca yang tidak diinginkan) dan diarahkan ke zenit, sehingga mendeteksi zenital dan kecerlangan langit dekat zenital. SQM dihubungkan ke laptop dengan koneksi USB. Interval pengambilan data yang digunakan adalah setiap 5 menit sekali. Sudut pengukuran SQM adalah 20° (Cinzano, 2005).

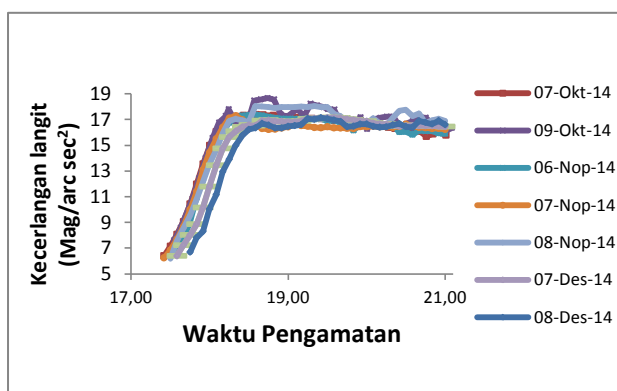


Gambar 2a. SQM-LU(Sumber: www. Unihedron.com)
2b. SQM yang di pasang kearah zenit (Sumber: Koleksi pribadi).

Data yang dihasilkan langsung tersimpan di dalam media penyimpanan laptop dalam bentuk data teks untuk kemudian diolah dengan MS. Excel dengan format yang sudah ditabelkan, kemudian dibuat grafik magnitudo/arcsec² terhadap waktu pengamatan.

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Gambar 3 memperlihatkan kecerlangan langit saat bulan purnama mulai dari bulan Oktober sampai dengan Desember 2014 yaitu pada tanggal 7 dan 9 Oktober, 6,7 dan 8 November, 7 dan 8 Desember 2014.



Gambar 3. Kecerlangan langit bulan purnama priode bulan Oktober sampai Desember 2014.

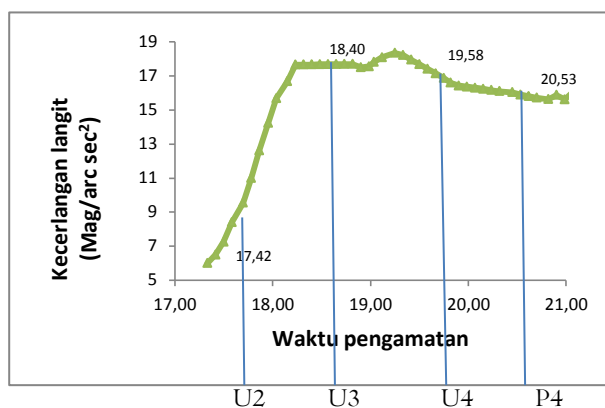
Gambar 3 menunjukkan bahwa kecerlangan langit pada tanggal 9 Oktober dan 8 November nilainya lebih besar (lebih gelap) dibandingkan dengan bulan purnama pada bulan Desember. Hal ini disebabkan langit tertutupi awan tebal, cuaca mendung dan berawan tebal mendominasi sehingga kecerlangan langit malam jauh lebih gelap dari malam bulan purnama di bulan Desember.

Mengacu pada gambar 1 terlihat ada perbedaan kecerlangan langit antara bulan purnama dan pada saat gerhana, berikut tabel I memperlihatkan waktu kejadian gerhana bulan total 8 Oktober 2014.

Tabel I. Waktu kejadian gerhana bulan total 8 Oktober 2014(eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html).

Fase gerhana	WIB
Gerhana penumbra awal (P1)	15:15:33
Gerhana sebagian mulai (U1)	16:14:48
Gerhana total mulai (U2)	17:25:10
Gerhana total berakhir (U3)	18:24:00
Gerhana sebagian berakhir (U4)	19:34:21
Gerhana penumbra berakhir (P4)	20:33:43

Gerhana bulan 8 Oktober dimulai dengan bulan memasuki kawasan penumbra pada jam 15:15:33 WIB, 59 menit kemudian disusul bulan mulai memasuki kawasan umbra bumi pada jam 16:14:48 WIB. Seluruh permukaan bulan memasuki umbra bumi berarti gerhana bulan dimulai pada jam 17:25:10 WIB. Kemudian fase gerhana bulan total berakhir jam 18:24 WIB jadi fase gerhana bulan total berlangsung 59 menit. Yogyakarta dapat melihat gerhana bulan total dilangit timur, bulan terbit dalam keadaan gerhana total yaitu pada jam 17:55 WIB hingga hingga fase berakhir pada jam 18:24:00. Fase penumbra awal dan umbra awal tidak teramati karena terjadi disore hari (Bulan berada di atas horizon), sehingga bagian dari gerhana tidak terlihat.

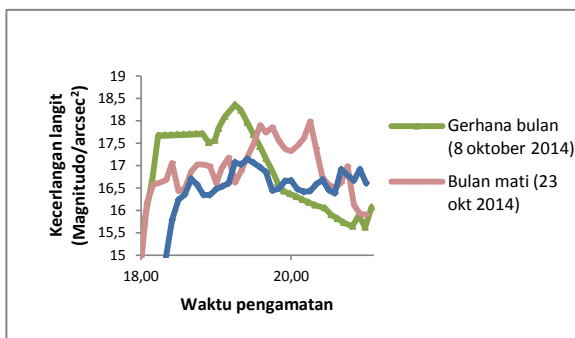


Gambar 4. Kecerlangan langit selama Gerhana Bulan Total 8 Oktober 2014.

Gambar 4 memperlihatkan perubahan kecerlangan langit selama gerhana bulan total 8 Oktober 2014. Grafik diawali dengan fase gerhana total, gerhana total dimulai dari titik terendah sekitar jam 17:33 dengan kecerlangan langit sekitar 6 mag/arcsec² hingga gerhana total berakhir jam 18:24:00 kecerlangan langit bertambah gelap secara cepat dengan perubahan kecerlangan mencapai 10 mag/arcsec², pada fase ini keadaan langit berawan sampai gerhana total berakhir. Pada fase gerhana sebagian berakhir kecerlangan langit agak konstan yaitu sekitas 17 mag/arcsec² hingga gerhana sebagian berakhir kecerlangan langit bertambah gelap sekitar 1 mag/arcsec²(18

mag/arcsec²). Pada fase ini keadaan langit masih didominasi awan yang melintas. Fase gerhana sebagian akhir selesai jam 19:34. Fase gerhana penumbra berakhir kecerlangan langit terus bertambah terang.

Selanjutnya Kecerlangan langit pada saat bulan purnama dan gerhana bulan kami bandingkan dengan kecerlangan langit pada saat bulan mati, yaitu pada bulan Oktober dan November. Bulan mati mempunyai pola yang sama dibulan Oktober dan November. Tingkat kegelapannya bernilai 17,99mag/arcsec². Keadaan langit pada saat malam pengamatan mendung (musim hujan).



Gambar 5. Kecerlangan langit (Bulan Purnama, Gerhana Bulan Total dan Bulan Mati)

Gambar 5 memperlihatkan tingkat kegelapan langit yang dicapai pada saat gerhana bulan tanggal 8 Oktober pada jam 19:14:58 WIB yaitu sebesar 18.36 mag/arcsec² jauh lebih gelap dibandingkan pada saat fase bulan mati dan fase bulan purnama saat cuaca baik yang mempunyai nilai sebesar 17.99 mag/arcsec² dan 17.14 mag/arcsec². Adanya awan tebal yang merata sepanjang malam pengamatan menyebabkan nilai langit pada gerhana bulan menjadi jauh lebih besar.

Adapun nilai rata-rata data kecerlangan langit bulan purnama, gerhana bulan total dan bulan mati selama periode bulan Oktober sampai Desember 2014 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai rata-rata kecerlangan langit bulan purnama, gerhana bulan dan bulan mati.

Tgl	Purnama	Bulan Mati	Gerhana	Δx
07-Okt	14,7			4%
08-Okt			15,22	
09-Okt	15,31			1%
23-Okt		14,39		6%
06-Nop	14,48			5%
07-Nop	14,57			4%
08-Nop	14,98			2%
23-Nop		14,48		5%
07-Des	14,11			8%
08-Des	13,42			13%

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa Δx (selisih tingkat kecerlangan langit pada saat gerhana dengan bulan purnama dan bulan mati) tingkat kecerlangan pada saat gerhana lebih besar dibandingkan dengan tingkat kecerlangan langit pada saat bulan purnama pada setiap bulannya, pada saat cuaca baik nilai perbedaannya sekitar 13 %. Kecuali pada bulan purnama tanggal 9 Oktober, nilai kecerlangan langitnya lebih besar (lebih gelap) dibandingkan dengan fase gerhana yaitu sebesar 1 % hal ini disebabkan oleh cuaca yang tidak baik, mendung dan awan tebal mendominasi langit sepanjang malam pengamatan. Perbedaan tingkat kecerlangan saat gerhana dan purnama selisihnya tidak terlalu besar karena pengaruh cuaca dimusim hujan, langit bulan purnama yang seharusnya terang menjadi gelap seperti pada bulan mati. Dibandingkan dengan bulan mati, kecerlangan langit pada saat gerhana lebih besar yaitu sebesar 6 %.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan fotometer *Sky Quality Meter* (SQM) cukup baik digunakan untuk menentukan nilai kecerlangan langit.
2. Semakin kecil nilai kecerahan langit (dalam satuan mag/arcsec²) maka semakin terang langit .sebaliknya, semakin besar nilai kecerahan langit maka semakin gelap langit.
3. Tingkat kecerlangan langit pada saat gerhana lebih besar daripada saat bulan purnama yaitu sekitar sebesar 13 % (cuaca baik). Dan tingkat kecerlangan langit saat gerhana bulan lebih besar daripada bulan mati yaitu sebesar 6 %.

Kepustakaan

- [1] D. Herdiwijaya, S. Nurlaela, Y. Fadilah, S. Kurnia, dan Adam, *Penentuan Waktu Gerhana* bulan total 16 juni 2011 berdasarkan sky quality meter, pros. *Seminar HAI* (eds. Dermawan et al). 2011.
- [2] F. Espenak, *Eclipse During 2014*, Website: <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/OH/OH2014.html>, diakses tanggal 5 Oktober 2014.
- [3] N. Suwitra, *Astronomi Dasar*, Jurusan Fisika IKIP Negeri SINGARAJA, 2001.
- [4] P. Cinzano, *Night Sky Photometry with Sky Quality Meter, ISTIL Internal Report* vol.1.4 no. 9, www.unihedron.com/project.darksky/2005/, 2005.

Sistem Instrumentasi Alat Ukur Sudut Putar Larutan Optik Aktif Berbasis Mikrokontroler

Jonathan Prabowo

Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Kawasan Puspiptek Serpong 15314.

Prawito

Departemen Fisika, Universitas Indonesia.
kampus UI, Depok 16424

Surat-e: Jonathan.prabowo@bppt.go.id, prawito@sci.ui.ac.id

Sistem Instrumentasi alat ukur sudut putar larutan optik aktif berbasis mikrokontroler dengan menggunakan perhitungan nilai konsentrasi larutan dan pergeseran sudut putar larutan yang dilakukan dengan pemutaran bidang getar gelombang cahaya oleh larutan gula sebagai larutan optik aktif. Gelombang cahaya terpolarisasi melewati polarisator dan direspon oleh analisator yang menyebabkan terjadinya pergeseran sudut. Sebuah sensor fotodioda OPT 101 sebagai pendeteksi intensitas cahaya dari analisator. Pengujian sistem instrumentasi secara keseluruhan dengan melakukan percobaan alat ukur secara otomatis yang dikendalikan oleh mikrokontroler untuk melakukan pengambilan data sudut putar larutan optik aktif dengan variasi nilai konsentrasi larutan dan pergeseran sudut putar larutan. Proses pengolahan data menggunakan metode least square menghasilkan nilai pengukuran sudut putar jenis larutan optik aktif yang ditampilkan oleh LCD. Nilai tersebut telah dilakukan analisa kesesuaian pada literatur sebagai ketelitian dengan menghasilkan nilai sudut putar larutan optik aktif yang mendekati nilai literatur dan sebagai proses pengukuran selanjutnya untuk menentukan nilai konsentrasi gula terlarut.

Kata kunci: Larutan Optik Aktif, Analisator, Polariser, Mikrokontroler, OPT 101

I. Pendahuluan

Polarimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya putaran optik yang dihasilkan oleh suatu zat yang bersifat optik aktif yang terdapat dalam larutan. polarimeter ini merupakan alat yang dirancang khusus untuk mempolarisasi cahaya oleh suatu senyawa optik aktif. Saat ini penelitian dalam konsep instrument optik telah banyak menarik perhatian para ilmuwan karena berpotensi untuk pengembangan sistem instrumentasi alat ukur. Polarisasi merupakan peristiwa perubahan arah bidang getar dari gelombang elektromagnetik atau gelombang cahaya dari suatu gelombang yang acak menjadi terarah, yaitu saat vektor listrik dan magnetnya tegak lurus pada arah rambatnya. Terpolarisasi / terkutub artinya memiliki satu arah getar tertentu saja. Polarisasi cahaya adalah terserapnya sebagian arah bidang getar cahaya yang arah bidang getarnya satu arah. Polarisasi ini juga disebut polarisasi linear karena terletak pada satu garis lurus. Gejala polarisasi hanya dapat dialami oleh gelombang transversal saja, sedangkan

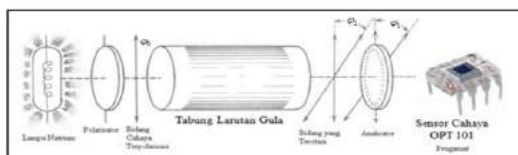
gelombang longitudinal tidak mengalami gejala polarisasi. Cahaya merupakan gelombang elektromagnet yang terdiri dari getaran medan listrik dan getaran medan magnet yang saling tegak lurus. Bidang getar kedua medan ini tegak lurus terhadap arah rambatnya. Sinar biasa secara umum dapat dikatakan gelombang elektromagnet yang vektor-vektor medan listrik dan medan magnetnya bergetar kesemua arah pada bidang tegak lurus arah rambatnya dan disebut sinar tak terpolarisasi. Apabila sinar ini melalui suatu polarisator maka sinar yang diteruskan mempunyai getaran listrik yang terletak pada satu bidang saja dan dikatakan sinar terpolarisasi bidang (linear). Bila arah transmisi polarisator sejajar dengan arah transmisi analisator, maka sinar yang mempunyai arah getaran yang sama dengan arah polarisator diteruskan seluruhnya.

Tetapi apabila arah transmisi polarisator tegak lurus terhadap arah analisator maka tak ada sinar yang diteruskan. Dan bila arahnya membentuk suatu sudut maka sinar yang diteruskan hanya sebagian. Sinar terpolarisasi linear yang melalui suatu larutan optik aktif akan mengalami pemutaran bidang polarisasi. Bila arah

transmisi polarisator sejajar dengan arah transmisi analisator, maka sinar yang mempunyai arah getaran yang sama dengan arah polarisator diteruskan seluruhnya. Tetapi apabila arah transmisi polarisator tegak lurus terhadap arah analisator maka tak ada sinar yang diteruskan. Dan bila arahnya membentuk suatu sudut maka sinar yang diteruskan hanya sebagian. Sinar terpolarisasi linear yang melalui suatu larutan optik aktif akan mengalami pemutaran bidang polarisasi. Apabila bidang polarisasi tersebut berputar kearah kiri (levo) dilihat dari pihak pengamat, peristiwa ini kita sebut polarisasi putar kiri. Demikian juga untuk peristiwa sebaliknya (dextro) [3].

II. Kajian Pustaka

Polarimeter merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur besarnya putaran optik pada bidang polarisasi yang dihasilkan oleh suatu zat yang bersifat optik aktif yang terdapat dalam larutan dan dinamakan larutan optik aktif. Polarimeter ini merupakan alat yang didesain khusus untuk mempolarisasi cahaya oleh suatu larutan optik aktif [2]. Larutan optik aktif adalah larutan yang dapat memutar bidang polarisasi sehingga terjadi pergeseran sudut putar larutan pada bidang polarisasi, larutan optik aktif pada percobaan polarimeter ini menggunakan larutan gula seperti yang dijelaskan pada teori larutan optik aktif. Dalam alat ukur polarimeter ini cahaya monokromatik yang dihasilkan dengan menggunakan lampu natrium dimana warna lampu berwarna kuning dan alat ukur polarimeter ini menggunakan sensor cahaya OPT 101 untuk mendeteksi intensitas cahaya [3].



Gambar I. Cara kerja alat ukur polarimeter [1].

Perubahan sudut putar larutan optik aktif ($\Delta\varphi$) pada bidang polarisasi, dapat ditentukan dengan melakukan perhitungan matematis menggunakan persamaan ini.

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_0 \quad (I)$$

Keterangan :

$\Delta\varphi$ = Perubahan sudut putar larutan ($^\circ$)

φ_0 = Sudut putar larutan mula – mula ($^\circ$)

φ_1 = Sudut putar larutan ($^\circ$)

Nilai perubahan sudut putar larutan optik aktif bergantung pada panjang larutan dalam tabung (L) dan konsentrasi larutan (C) pada bidang polarisasi. Persamaan matematis nilai perubahan sudut putar larutan optik aktif ($\Delta\varphi$) dapat dinyatakan dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$\Delta\varphi = [\alpha]_t^D LC \quad (2)$$

Dengan,

$\Delta\varphi$ = Perubahan Sudut Putar Larutan ($^\circ$)

L = Panjang Larutan Dalam Tabung (cm)

C = konsentrasi larutan (gr/ml)

$[\alpha]_t^D$ = sudut putar jenis larutan Optik Aktif ($^\circ \text{cm}^2/\text{gr}$)

Secara literatur, nilai sudut putar jenis larutan gula sebagai larutan optik aktif ($[\alpha]_t^D$) adalah $66,5 \text{ }^\circ \text{cm}^2/\text{gr}$ dan nilai sudut putar jenis larutan gula secara literatur tersebut akan dibandingkan dengan nilai sudut putar jenis larutan gula yang didapatkan dari percobaan dengan menggunakan alat ukur polarimeter. Nilai sudut putar jenis larutan gula pada percobaan polarimeter ini dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut ini [3].

$$[\alpha]_t^D = \frac{\Delta\varphi}{LC} \quad (3)$$

Perhitungan nilai sudut putar jenis larutan optik aktif pada penelitian ini dengan menggunakan metode least square dapat dinyatakan dengan persamaan matematis sebagai berikut.

$$[\alpha]_t^D = \frac{b}{L} \quad (4)$$

III. Metode Penelitian

Penelitian ini menentukan sudut putar jenis larutan optik aktif dilakukan dengan suatu prosedur. Tahap awal untuk menentukan sudut putar jenis larutan optik aktif dengan melakukan pengukuran nilai perubahan sudut putar larutan optik aktif. Prosedur dalam pengambilan data antara lain, dengan memasukkan tiap-tiap larutan gula yang telah dibuat ke dalam tabung larutan gula secara bergantian. Nilai sudut putar larutan dihasilkan ketika sensor cahaya OPT 101 mendeteksi intensitas cahaya paling terang kemudian dikonversi oleh mikrokontroler sebagai nilai ADC paling tinggi. Ketika sensor cahaya OPT 101 mendeteksi intensitas cahaya paling terang kembali, maka analisator berhenti berputar secara otomatis.



Gambar 2. Sistem instrumentasi polarimeter sebagai alat ukur larutan optik aktif

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Proses pengambilan data pada penelitian ini dilakukan menggunakan sampel larutan gula dengan komposisi gula yang dilarutkan dengan air aquades. Pada proses pengisian larutan gula ke dalam tabung larutan diusahakan agar tidak terjadi gelembung udara dalam tabung, hal ini dikarenakan gelembung udara tersebut membentuk cekungan pada larutan sehingga dapat mempengaruhi intensitas cahaya terpolarisasi, akibatnya berpengaruh pada besarnya nilai sudut putar larutan optik aktif yang dihasilkan. Data perubahan sudut putar larutan optik aktif dinyatakan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Data perubahan sudut putar larutan optik aktif

No	m (gr)	V (ml)	C (gr/ml)	ϕ_0°	ϕ_1°	$\Delta\phi^\circ$
1	3	100	0.03	0°	4°	4°
2	6	100	0.06	0°	6°	6°
3	3	100	0.09	0°	8°	8°
4	12	100	0.12	0°	12°	12°
5	15	100	0.15	0°	14°	14°
6	18	100	0.18	0°	21°	21°
7	21	100	0.21	0°	27°	27°

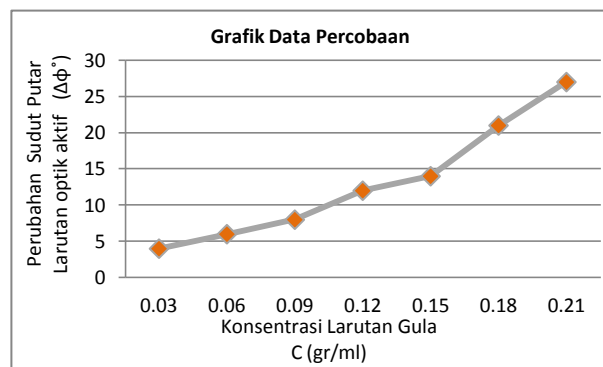
Dengan didapatkan variasi data pergeseran sudut putar larutan optik aktif pada tabel 1, maka data perhitungan perubahan sudut putar larutan optik aktif dari hasil percobaan dinyatakan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Data perhitungan perubahan sudut putar larutan optik aktif

No	C (gr/ml) X	$\Delta\phi^\circ$ Y	X^2	XY
1	0.03	4	0.0009	0.12
2	0.06	6	0.0036	0.36
3	0.09	8	0.0081	0.72
4	0.12	12	0.0144	1.44
5	0.15	14	0.0225	2.10
6	0.18	21	0.0324	3.78
7	0.21	27	0.0441	5.67
Σ	0.84	92	0.1260	14.59

Data perhitungan perubahan sudut putar larutan optik aktif pada tabel 2 kemudian akan dilakukan analisa untuk

mencari nilai sudut putar jenis larutan gula, data tersebut di gambarkan pada grafik data percobaan seperti dibawah ini. Pengolahan data hasil percobaan pada tabel 2, maka akan didapatkan nilai $(\Sigma x)^2 = 0.7056$. Analisa data percobaan seperti grafik pada gambar 3 yaitu ketika nilai konsentrasi larutan gula ditambahkan dari konsentrasi larutan gula sebelumnya, maka sudut putar yang dihasilkan akan lebih besar nilainya dari sudut putar sebelumnya. Jadi, semakin besar nilai konsentrasi larutan gula (C) maka semakin besar juga nilai perubahan sudut putar larutan optik aktif ($\Delta\phi$) pada bidang polarisasi.



Gambar 3. Grafik data percobaan sudut putar larutan optik aktif

Dengan menggunakan persamaan (4) didapatkan nilai b sebesar 1255,83. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai sudut putar jenis larutan gula $[\alpha]_D^{20}$ sebesar 62,79 °cm²/gr.

I. KESIMPULAN

Nilai konsentrasi larutan gula berbanding lurus dengan nilai sudut putar larutan yang terukur, semakin besar nilai konsentrasi larutan gula maka semakin besar juga nilai sudut putar larutan pada bidang polarisasi. Nilai sudut putar jenis larutan gula sebagai larutan optik aktif sebesar 62,79 °cm²/gr mendekati kesesuaian nilai sudut putar jenis larutan gula pada literatur yaitu $([\alpha]_D^{20}) = 66,5$ °cm²/gr.

Ucapan Terimakasih

Dalam melaksanakan pengerjaan penyelesaian penelitian ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih dan rasa hormat kepada rekan-rekan pusat teknologi informasi dan komunikasi, dan Laboratorium departemen fisika universitas Indonesia.

Kepustakaan

- [1] Jenkins, Francis A dan Harvey E White. 1981. Fundamentals of Optics. Singapura : Mc Graw-Hill Book Co. pp. 495-507.
- [2] Tipler, Paul. 2001. Fisika untuk Sains dan Teknik, jilid 2 (terjemahan). Jakarta : Erlangga. pp. 422-467.

- [3] Saroyo, Ganijanti Abi. 1981. Seri Fisika Dasar ; Gelombang dan Optika, Edisi ketiga. Jakarta ; Jurusan Fisika FIPIA Universitas Indonesia. pp. 93-187.
- [4] <http://www.parallax.com/sensor/datasheet/standar-servo.pdf>, diakses tanggal 12 Oktober 2015.
- [5] <http://mathworld.wolfram.com/LeastSquaresFitting.html>, diakses tanggal 19 Oktober 2015.
- [6] <http://www.physicsclassroom.com/index/class/light/u12I1e.cfm>, diakses tanggal 20 Oktober 2015.
- [7] <http://www.pasco.com/index/download/OpticsExperiments.pdf>, diakses tanggal 21 Oktober 2015.

Pengukuran Amplitudo dan Frekuensi pada Gerak Osilasi Teredam Terpaksa menggunakan Analisis Video

Sigit Ristanto

Dosen Prodi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Semarang
Jl. Lontar No.1 Dr. Cipto Semarang
Surat-e: sigit.ristanto@gmail.com

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh grafik hubungan amplitudo sebagai fungsi frekuensi dari sistem fisis berupa pegas-massa yang diberi gaya pemaksa berbentuk sinusoidal. Grafik tersebut akan dibandingkan dengan grafik yang diperoleh dari penurunan rumus. Latar belakang penelitian ini adalah pengukuran amplitudo dan frekuensi gerak osilasi teredam terpaksa sulit dilakukan dengan pengamatan langsung. Sementara itu, Pengukuran ini penting dilakukan untuk membantu proses pembelajaran fisika pada pokok bahasan gerak osilasi terpaksa melalui metode praktikum.

Penelitian ini dimulai dari mendesain sistem fisis gerak osilasi teredam terpaksa. Lalu, dilanjutkan dengan pengambilan data dalam bentuk video, terakhir memperoleh besaran amplitudo dan frekuensi dari video yang dihasilkan.

Hasil penelitian menunjukkan pola grafik amplitudo sebagai fungsi frekuensi hasil eksperimen telah sesuai dengan pola grafik dari penurunan rumus.

Kata kunci: amplitudo, frekuensi, gerak osilasi teredam terpaksa, video analisis

I. Pendahuluan

Gerak osilasi teredam terpaksa [1] merupakan salah satu pokok bahasan pada mata kuliah mekanika. Berdasarkan pengalaman peneliti materi ini sulit dipahami oleh mahasiswa. Oleh karena itu, peneliti berusaha membuat media pembelajaran dan dilengkapi dengan kegiatan praktikum. Salah satu alat yang dibutuhkan untuk mewujudkan kegiatan praktikum osilasi teredam terpaksa adalah alat ukur yang mampu mengukur frekuensi dan amplitudo. Pada gerak osilasi teredam terpaksa frekuensi sistem dan amplitudo sistem dapat berubah-ubah mengikuti masukan frekuensi gaya pemaksa dari luar sistem. Oleh karena itu, pengukuran kedua besaran ini sulit dilakukan menggunakan *stopwatch* dan dengan pengamatan manual. Untuk mengatasi masalah tersebut akan dilakukan penelitian penggunaan video analisis sebagai salah satu alternatif metode pengukuran frekuensi dan amplitudo.

Penelitian ini mengambil titik fokus pada metode pengukuran amplitudo dan frekuensi menggunakan video analisis. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh besaran frekuensi dan amplitudo sistem berbantuan video analisis, memperoleh grafik hubungan amplitudo sebagai fungsi frekuensi dari sistem fisis berupa pegas-massa yang

diberi gaya pemaksa berbentuk sinusoidal. Grafik tersebut dibandingkan dengan grafik yang diperoleh dari penurunan rumus. Hasil penelitian ini menjadi langkah awal untuk merancang kegiatan praktikum osilasi teredam terpaksa berbasis video analisis.

II. Kajian Pustaka

Gerak osilasi teredam terpaksa adalah gerak osilasi teredam yang diberi gaya pemaksa dari luar [1]. Pada gerak ini ada tiga gaya yang terlibat antara lain gaya pemulih yang berperan menghasilkan gerak osilasi, gaya gesek yang memberikan efek peredaman, dan gaya pemaksa. Gaya pemaksa dari luar yang umum digunakan adalah gaya sinusoidal. Bentuk persamaan differensial gerak osilasi teredam terpaksa adalah

$$\ddot{\chi} + 2\gamma\dot{\chi} + \omega_0^2 \chi = F_0 e^{i\omega t} \quad (1)$$

dengan γ adalah faktor peredaman, ω_0 sebagai frekuensi sudut alamiah, dan F_0 sebagai amplitudo gaya eksternal. Solusi persamaan (1) dapat dinyatakan sebagai

$$x(t) = A e^{i(\omega t - \phi)} \quad (2)$$

dengan amplitudo diberikan oleh

$$A(\omega) = \frac{F_0 / m}{\left[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2 \omega^2 \right]^{1/2}} \quad (3)$$

dan pergeseran fase dengan

$$\tan \phi = \frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \quad (4)$$

Persamaan 3 memberikan amplitudo sebagai fungsi frekuensi gaya pemaksa.

Sartika, dkk[2] telah menunjukkan hasil yang sama antara solusi numeris dan solusi analitik pada gerak osilator harmonik dengan gaya pemaksa bebas[2]. Sementara itu, solusi numerik tentang model pegas teredam dan gerak osilasi sederhana berhasil ditunjukkan[3][4]. Pramudya telah menganalisis gerak osilasi teredam pada rangkaian RLC dengan *Spreadsheet Excel*. Hasil simulasi menunjukkan periode yang berbeda dari masing-masing kasus redaman[5].

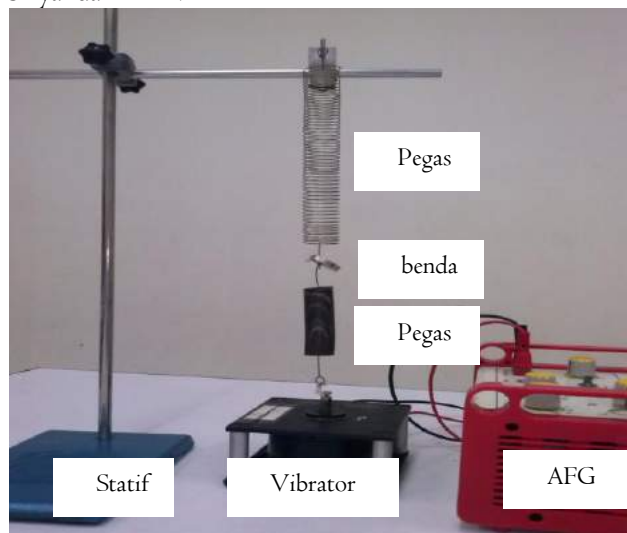
Penggunaan perangkat lunak Tracker untuk pembelajaran telah banyak dilakukan. Hubungan kecepatan terminal dan viskositas zat cair berhasil ditunjukkan dengan video analisis. Kecepatan terminal berbanding terbalik dengan viskositas zat cair[6]. Koefisien restitusi tumbukan dua bola berhasil di ukur dengan video trackers[7]. Demikian juga dengan Koefisien momen inersia bola besi dan bola bekel berhasil di ukur dengan video analisis[8].

III. Metode Penelitian/Eksperimen

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah menelaah pustaka yang relevan untuk mendesain dan merancang sistem osilasi teredam terpaksa. Selain itu, juga digunakan untuk menelaah artikel terkait. Kedua, menentukan sistem fisis osilasi teredam terpaksa beserta alat dan bahan yang dibutuhkan. Ketiga, membuat sistem fisis tersebut dan menghitung besaran-besaran yang relevan menggunakan pendekatan teoritis. Penelitian ini difokuskan pada pengukuran amplitudo dan frekuensi. Keempat, merekam gerak sistem fisis yang telah dibuat. Kelima, menganalisis file video yang telah diperoleh menggunakan *software video trackers* untuk memperoleh amplitudo dan frekuensi osilasi. Keenam, membandingkan hasil eksperimen dengan teori.

IV. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Sistem fisis yang dipilih adalah sistem pegas massa yang dihubungkan dengan generator vibrator seperti pada Gambar I. Pegas yang digunakan ada dua dengan konstanta pegas yang sama sebesar 10 N/m. Benda bermassa sebesar 20 gram diletakkan diantara kedua pegas. Ujung pegas atas dibuat diam sedangkan ujung pegas bawah dihubungkan dengan vibrator yang berfungsi sebagai gaya pemaksa. Getaran vibrator diatur dengan sinyal dari AFG.



Gambar I. Setting alat Percobaan sistem fisis osilasi teredam terpaksa

Berdasarkan konstanta pegas dan massa benda yang dipilih, besar frekuensi gaya pemaksa dapat dihitung menggunakan persamaan

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\quad} \quad (5)$$

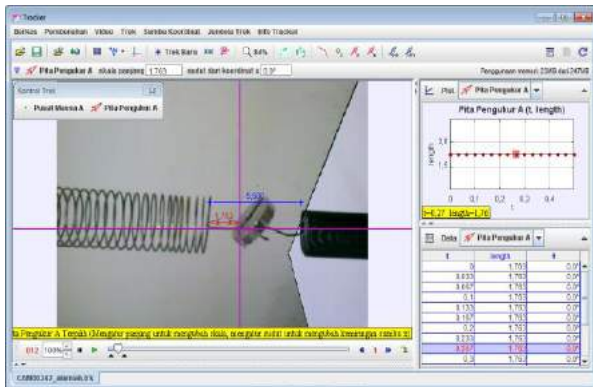
dengan f_0 sebagai frekuensi alamiah benda, k sebagai konstanta pegas, dan m sebagai massa. Ketika kedua pegas dianggap terhubung paralel maka diperoleh nilai frekuensi alamiah sebesar 5 Hz. Ketika kedua pegas dianggap seri maka diperoleh frekuensi resonansi sebesar 2,5 Hz. Sedangkan, ketika dianggap satu pegas diperoleh nilai frekuensi alamiah sebesar 3,6 Hz. Hasil ini dapat dilihat pada Tabel I.

Tabel I. Hasil perhitungan frekuensi alamiah

Susunan Pegas	k (N/m)	m (kg)	f_0
seri	5	0,02	2,5
paralel	20	0,02	5,0
tunggal	10	0,02	3,6

Sebelum diberi gaya pemaksa dari luar, frekuensi alamiah sistem pegas massa tersebut perlu di ukur. Benda

ditarik dengan tangan lalu dilepaskan. Setelah itu direkam untuk memperoleh data dalam bentuk file video. Proses pengukuran dilakukan menggunakan teknik video analisis menggunakan *software video trackers* seperti pada Gambar 2. Hasil yang diperoleh sebesar $3,5 \pm 0,2$ Hz.



Gambar 2. Proses pengolahan data menggunakan *software video trackers*

Hasil ini sedikit berbeda dengan hasil teori. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa nilai frekuensi pegas tunggal lebih mendekati dibanding pegas seri maupun paralel. Jika dilihat dari rentang ketelitian hasil ukur, nilai 3,6 Hz masih masuk dalam batas ketelitian hasil ukur tersebut. Dengan sudut pandang ini nilai 3,6 Hz dan 3,7 Hz dapat dianggap sama.

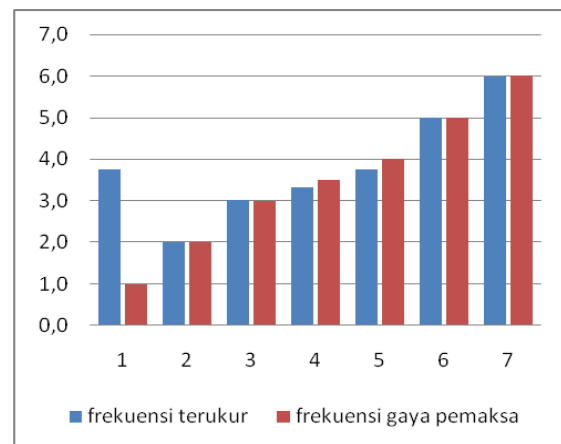
Langkah berikutnya adalah menentukan rentang frekuensi gaya pemaksa. Berdasarkan nilai frekuensi alamiah tersebut, dipilih rentang frekuensi antara 1 Hz hingga 6 Hz berupa sinyal sinusoidal. Hasil pengukuran amplitudo dan frekuensi disajikan pada Tabel 2.

Frekuensi gaya pemaksa adalah frekuensi eksternal yang berlaku sebagai variabel bebas. Frekuensi terukur adalah frekuensi osilasi sistem pegas massa ketika mendapat gaya pemaksa. Frekuensi ini diukur menggunakan video analisis. Amplitudo adalah simpangan terbesar benda ketika diberi gaya pemaksa dari luar.

Tabel 2. Data frekuensi input, frekuensi terukur dan amplitudo sebagai fungsi frekuensi

frekuensi gaya pemaksa (Hz)	frekuensi terukur (Hz)	Amplitudo (cm)
1	3,7	1,2
2	2,0	1,4
3	3,0	2,9
3,5	3,3	9,4
4	3,8	4,6
5	5,0	2,1
6	6,0	0,9

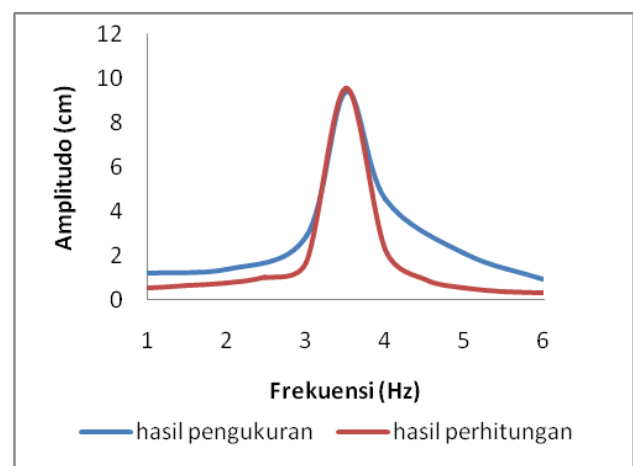
Untuk membandingkan frekuensi gaya pemaksa dan frekuensi terukur dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbedaan frekuensi gaya pemaksa dengan frekuensi terukur

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa frekuensi terukur menunjukkan hasil yang mendekati frekuensi input kecuali pada frekuensi 1 Hz. Secara teori, frekuensi terukur seharusnya sama dengan frekuensi input, akan tetapi sama dengan frekuensi alamiah sistem pegas massa. Dengan demikian pada saat gaya pemaksa diberikan dengan frekuensi 1 Hz tidak mampu mempengaruhi gerak osilasi sistem pegas massa yang tetap berosilasi dengan frekuensi alamiahnya.

Untuk membandingkan pola grafik amplitudo sebagai fungsi frekuensi dari hasil pengukuran dengan hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 4. Pada gambar tersebut, warna biru menunjukkan hasil pengukuran, sedangkan warna merah menunjukkan hasil perhitungan. Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa pola grafik keduanya identik. Pada saat frekuensi gaya pemaksa sama dengan frekuensi alamiah sistem pegas massa, keduanya sama-sama mencapai nilai maksimum. Pada saat frekuensi gaya pemaksa semakin kecil dan semakin besar dibandingkan frekuensi alamiah nilai amplitudo semakin kecil. Perbedaan kedua grafik tersebut yaitu pada grafik hasil pengukuran perubahan amplitudo lebih landai dibanding grafik hasil perhitungan.



Gambar 4. Grafik pengaruh frekuensi gaya pemaksa terhadap amplitudo.

V. Kesimpulan

Pola grafik amplitudo yang diperoleh melalui praktikum telah sesuai dengan pola grafik dari hasil teori. Amplitudo maksimum terjadi pada saat frekuensi gaya pemaksa sama dengan frekuensi alamiah sistem pegas massa. Amplitudo semakin kecil pada saat frekuensi gaya pemaksa makin menjauhi frekuensi alamiah.

Ucapan Terimakasih

Rasa terima kasih kami sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UPGRIS yang telah mendanai penelitian ini. Selain itu, kami juga menyampaikan terima kasih kepada kepala laboratorium pengembangan Fisika UPGRIS yang telah memberikan fasilitas sarana dan prasarana yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

Kepustakaan

- [1] G. R. Fowles and G. L. Cassiday, *Analytical Mechanics (7th Edition)*, 2004.
- [2] D. Sartika, T. Surungan, and E. Juarlin, "Analisis Gerak Osilator Harmonik Dengan Gaya pemaksa Bebas Menggunakan Metode Elemen Hingga."
- [3] I. N. Hanifah, *Analisis model getaran pegas teredam dengan metode adams-basforth-moulton dan runge-kutta skripsi*. 2013.
- [4] A. Susilo, M. Yunianto, and V. I. Variansi, "Simulasi Gerak Harmonik Sederhana dan Osilasi Teredam pada Cassy-E 524000," vol. 2, no. 2, 2012.
- [5] Y. Pramudya, "Analisis Gerak Harmonik Teredam pada Rangkaian RLC dengan Spreadsheet Excel," no. April, pp. 348–351, 2014.
- [6] B. B. Hantoro, "Menyelidiki Hubungan Kecepatan Terminal Dan Viskositas Zat Cair dengan Video Analisis Tracker," no. April, pp. 35–37, 2014.
- [7] S. Purwanti and Y. Pramudya, "Penentuan Koefisien Restitusi Tumbukan 2 Bola dengan Video," no. April, pp. 27–30, 2014.
- [8] S. Riswanto, "Penentuan Koefisien Momen Inersia Bola Pejal Melalui Video Gerak pada Bidang Miring dengan Fitting Data," no. April, 2014.

Optimasi Penentuan Titik Fokus Kolektor Surya Berbahan Wajan Berlapis Aluminium Foil dengan Bantuan Perangkat Lunak Logger Pro

Rismawan, Yudhiakto Pramudya

Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Kampus II, Jl. Pramuka 42, Sidikan, Yogyakarta 55161 Lt 3. Telp. (0274) 371120, Fax. 564604
Surat-e: Dick.aries@gmail.com

Persediaan energi berbasis bahan bakar fosil mendekati batas ketersediaannya. Penyediaan sumber energi alternatif mutlak diperlukan untuk menjaga ketersediaan energi penunjang kehidupan manusia. Salah satu sumber energi yang melimpah adalah matahari. Matahari memberikan energi yang sangat besar sepanjang hari. Untuk memanfaatkan energi matahari berupa panas diperlukan perangkat pengumpul, salah satunya adalah kolektor surya. Kolektor surya berbentuk wajan umum digunakan. Untuk memaksimalkan pengumpulan energi matahari pada wajan diperlukan penentuan titik fokusnya. Penentuan titik fokus menggunakan metode uji coba langsung dan perekaman data menggunakan kamera. Citra dari kamera dianalisis menggunakan perangkat logger pro. Hasil analisis didapatkan fokus wajan berupa zona (daerah terang) pada jarak $(2,084 \pm 0,139)$ cm hingga $(6,311 \pm 0,305)$ cm diukur dari dasar wajan.

Kata kunci: energi matahari, wajan, kolektor surya, logger pro

I. Pendahuluan

Manusia membutuhkan energi untuk menunjang aktifitas hidupnya. Sumber energi siap pakai yang digunakan manusia sekarang ini adalah bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil relatif mudah dimanfaatkan karena mudah dikonversi menjadi bentuk lain. Namun, karena ketersediaannya yang sangat terbatas perlu untuk segera dicarikan alternatifnya agar ketersediaan sumber energi terjamin.

Salah satu sumber energi di bumi yang melimpah adalah matahari. Di Indonesia matahari bersinar sepanjang hari. Memancarkan energi harian rata-rata sebesar $4,5 \text{ kWh/m}^2$. Potensi energi sebesar ini mempunyai peluang sangat besar untuk dimanfaatkan. Energi matahari juga bersih, nyaris tanpa polusi, dan juga tersedia secara bebas.

Pemanfaatan energi matahari secara konvensional dilakukan secara langsung untuk pengeringan bahan pangan, pembuatan garam, dll. Energi matahari dimanfaatkan secara langsung tanpa upaya peningkatan efisiensinya.

Peningkatan daya guna energi matahari diperlukan sebagai upaya efisiensi dan optimalisasi penyerapan energinya. Perangkat-perangkat tambahan diperlukan untuk memperbesar nilai efisiensi ini.

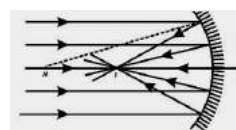
Salah satu teknologi pemanfaatan energi matahari adalah kompor surya. Umumnya kompor surya, umum disebut kolektor surya, berbentuk piringan cekung. Terbuat dari material yang mengkilap. Memanfaatkan prinsip pemantulan cahaya pada cermin cekung, kolektor

surya didesain agar mampu mengumpulkan energi sebanyak mungkin tiap satu satuan luasnya.

II. Kajian Pustaka

Kolektor surya

Kolektor surya merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan energi matahari [1]. Kolektor surya dibuat berdasarkan prinsip pemantulan cahaya pada cermin cekung. Cermin cekung mempunyai permukaan mengkilap yang memantulkan cahaya menuju satu titik, yaitu titik fokus. Cermin cekung idealnya memantulkan seluruh sinar yang datang sejajar sumbu utamanya menuju satu titik fokus [3].



Gambar I. Pemantulan sinar pada cemi cekung cermin cekung

Panjang fokus pada cermin cekung mengikuti persamaan berikut:

$$f = \frac{R}{2} \quad (1)$$

dengan:

f = panjang fokus diukur dari dasar cermin (meter)

R = jari-jari cermin (meter)

Penentuan panjang fokus wajan bolic

Wajan bolic merupakan perangkat lunak wajan sebagai antena. Wajan bolic memanfaatkan prinsip pemantulan gelombang pada cermin cekung. Berlaku sama pada cahaya wajan bolic mengumpulkan gelombang elektromagnetik pada satu titik, yaitu titik fokus.

Perhitungan untuk menentukan titik fokus pada wajan bolic memenuhi hubungan [4]:

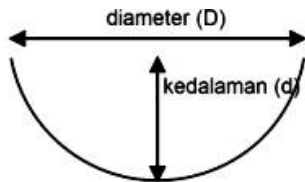
$$f = \frac{D^2}{16d} \tag{2}$$

dengan:

f = panjang fokus wajan (meter)

D = diameter wajan (meter)

d = kedalaman wajan (meter)



Gambar 2. Komponen perhitungan penentuan fokus wajan bolic

III. Metode Penelitian

Kolektor surya dibuat menggunakan wajan yang dilapisi alumunium foil. *Alumunium foil* berupa lembaran dipotong menjadi lembaran-lembaran kecil, disebut petal, untuk memudahkan pemasangan pada wajan. Petal dirancang kecil-kecil dan panjangnya mampu memenuhi permukaan wajan dari dasar hingga bibir wajan. Pemasangan petal ini membutuhkan ketelitian untuk mengurangi terbentuknya gelembung pada petal dan juga mengurangi terbentuknya gelombang pada permukaan alumunium foil [2].

Kolektor surya diujicobakan dengan cara menghadapkannya pada matahari. Pada proses ini diperlukan adanya panduan untuk mengarahkan kolektor pada sudut yang tepat sehingga kolektor tepat sejajar dengan arah datangnya sinar matahari. Hal ini diperlukan agar pantulan sinar matahari tepat sesuai hukum pemantulan cahaya pada permukaan datar.



Gambar 3. Kolektor surya siap diuji coba

Kolektor surya diarahkan sesuai dengan panduan yang didapatkan dari data daring. Posisi kolektor menghadap

matahari ditentukan menggunakan bandul yang kemudian dianalisis menggunakan pengolahan citra.

Data penentuan posisi fokus kolektor surya diperoleh melalui pengamatan pantulan cahaya oleh kolektor surya pada indikator kertas sepanjang 26,4 cm yang diletakkan di tengah-tengah kolektor. Indikator ini menjadi penunjuk visual posisi titik pusat pantulan cahaya matahari oleh kopor surya. Titik pusat ini diamati setiap 10 menit. Interval waktu ini diambil didasarkan pada pola pergerakan matahari, yaitu 15° setiap jam. Menurut pola ini posisi matahari bergeser 1° tiap 4 menit. Sehingga setiap 10 menit posisi matahari bergeser 2,5°. Perubahan ini perlu dikompensasi dengan menggerakkan kolektor sehingga diperoleh pantulan yang selalu mengarah ke titik fokus. Data ini direkam menggunakan kamera digital untuk dianalisis lebih lanjut.

Analisis citra dari kamera dilakukan dengan bantuan fasilitas analisis foto perangkat lunak logger pro. Foto dianalisis satu persatu untuk menentukan panjang fokus kolektor surya dihitung dari dasar kolektor. Analisis dilakukan dengan memetakan daerah yang mempunyai kontras tinggi. Daerah fokus menjadi pusat pantulan matahari mempunyai kecerlangan relatif sangat tinggi dibandingkan daerah disekitarnya. Nilai inilah yang dijadikan dasar menentukan titik fokus wajan.

Nilai yang didapatkan dari analisis foto merupakan hasil pengukuran berulang sehingga perlu ditentukan nilai rata-ratanya berikut kesalahan pengukurannya[6]. Nilai rata-rata didapatkan melalui persamaan:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \tag{3}$$

Dimana:

\bar{x} = nilai rata-rata pengukuran

x_i = nilai data pengukuran ke- i

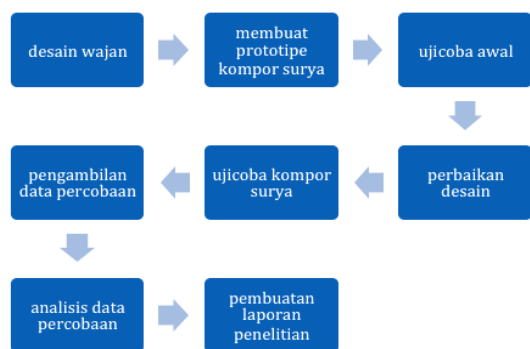
n = jumlah pengukuran

Sedangkan untuk mencari nilai kesalahan pengukuran ditentukan melalui nilai standar deviasi menurut persamaan:

$$s = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \tag{4}$$

Dimana:

s = simpangan baku



Gambar 4. Diagram alir penelitian

IV. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Hasil pengukuran diameter wajan menggunakan penggaris didapatkan 30 cm dengan kedalaman 8 cm. Maka melalui persamaan 1 didapatkan nilai fokus adalah 7,50 cm. Sedangkan menurut persamaan 2 didapatkan 7,031 cm.

Pada uji coba langsung kolektor surya ini didapatkan hasil seperti ditunjukkan oleh tabel I.

Tabel I. Hasil uji coba kolektor surya

No	Jam	Batas Bawah (cm)	Batas Atas (cm)
1	11:37:00	2,577	5,769
2	11:49:00	2,588	6,114
3	12:07:00	2,787	6,131
4	12:17:00	2,794	6,443
5	12:28:00	3,022	6,717
6	12:37:00	2,966	6,281
7	12:46:00	2,758	6,580
8	12:56:00	2,961	6,750
9	13:05:00	2,663	6,695
10	13:17:00	2,942	6,625
11	13:28:00	2,815	6,329
12	13:37:00	2,832	6,210
13	13:48:00	2,860	6,375
14	13:56:00	2,859	5,947

Nilai batas bawah daerah fokus diperoleh dari rata-rata nilai pengukuran melalui persamaan 3, yaitu $a=2,804$ cm dengan simpangan baku pengukuran diperoleh melalui persamaan 4, yaitu $s=0,139$ cm. Sehingga didapatkan hasil batas bawah daerah fokus adalah $(2,804 \pm 0,139)$ cm.

Sedangkan untuk batas atas daerah fokus didapatkan melalui persamaan 3, yaitu $b=6,331$ cm dengan simpangan baku pengukuran batas atas daerah fokus didapatkan melalui persamaan 4, yaitu sebesar $s=0,305$ cm. Sehingga didapatkan batas atas daerah fokus adalah $(6,331 \pm 0,305)$ cm.

V. Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kolektor surya berbahan wajan dapat dijadikan sebagai media pengumpul energi matahari menggunakan prinsip pemantulan cahaya pada cermin cekung. Pemantulan cahaya pada kolektor surya berbahan wajan ini tidak cukup baik karena dari hasil analisis rekaman data tidak diperoleh fokus wajan berupa titik yang jelas. Fokus kolektor surya melebar. Didapatkan pada rentang $(2,804 \pm 0,139)$ cm hingga $(6,331 \pm 0,305)$ cm.

Ketidakjelasan fokus pada wajan ini disebabkan oleh ketidaksempurnaan permukaan wajan dan juga profil permukaan bahan pelapis, yaitu *aluminum foil*, yang cenderung bergelombang.

Perlu dilakukan upaya perbaikan pada pelapisan aluminum foil sehingga diperoleh permukaan yang lebih mulus, *smooth*.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada moh. Toifur atas masukan-masukan perbaikan metode penelitian.

Kepustakaan

- [1] Sigit Iswahyudi, Kun Suharno, Agung Trihasto, Peningkatan Produktivitas Sel Surya dengan Memanfaatkan Parabola sebagai Konsentrator
- [2] A. Borah, S.M. Khayer, LN Sethi, Development of a Compound Parabolic Solar Concentrator to increase Solar Intensity and Duration of Effective Temperature
- [3] Molin Adiyanto, Pembuatan Antena Wajan Bolic, ITS, Skripsi, 2008
- [4] Lifang Li, Steven Dubowsky, New Design Approach for Solar Concentrating Parabolic Dish Based on Optimized Flexible Petals
- [5] Serway, Raymond A, John Jewet, *Physic for Scientist and Engineer*, Thomson Brooks, 2004
- [6] Molin adiyanto, Pembuatan Antena Wajan Bolic, ITS, Skripsi, 2008