

**PENGEMBANGAN ALAT PERAGA VISKOSITAS
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SISWA**



AGUS YULIYONO

3236139284

**Tesis yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Magister**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2017

PENGEMBANGAN ALAT PERAGA VISKOSITAS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bahwa pengembangan alat peraga viskositas dapat meningkatkan keterampilan proses sains. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan mengacu kepada model ASSURE. Hasil uji validasi ahli materi menunjukkan bahwa alat peraga viskositas yang dikembangkan memiliki kebenaran atau ketepatan yang tinggi, dengan skor rata-rata 92,7%. Ahli media menilai 81,8% terhadap media yang dikembangkan, berarti alat peraga viskositas layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika. Hasil uji coba menunjukkan bahwa media ini dinilai dan bermanfaat oleh guru dengan apresiasi 94,1%. Dan hasil uji coba penggunaan alat peraga yang sudah dikembangkan menunjukkan bahwa siswa senang dan merasa mudah dalam memahami materi pelajaran. Hasil belajar kelompok siswa yang diajar menggunakan alat peraga yang dikembangkan lebih baik dibandingkan kelompok yang diajar dengan alat peraga sebelum dikembangkan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa alat peraga viskositas yang sudah dikembangkan layak dan efektif dalam pembelajaran fisika SMA.

Kata Kunci: Alat Peraga, Keterampilan Proses, Viskositas

DEVELOPMENT OF PROPS VISCOSITY TO IMPROVE SCIENCE PROCESS SKILLS

Abstrac

The purpose of this study was to find out that the development of props can increase the viscosity of the science process skills. This research uses methods of research and development refers to the model ASSURE. Expert validation test results showed that props material viscosity develop to own the truth or a high accuracy with an average score of 92,7%. Media experts assess 81,8% against the media develop, meaning props worthy viscosity is used as a medium of learning physics. Test result show that the media is valued and useful by teachers whit an appreciation of 94,1%. Result and try using the tools prop that has been developed indicates that studens are happy and find it easy to understand the subject being developed. Thus it can be concluded that the props viscosity already developed feasible and effective in teaching high school physics.

Keywords: props, process skills, viscosity.

RINGKASAN

BAB I Pendahuluan

A. Latar Belakang Masalah

1. Permasalahan

- a. Kebutuhan media pembelajaran fisika sesuai dengan kurikulum terbaru kurang terpenuhi
- b. Kurangnya kreatif guru dalam mengembangkan alat peraga

2. Penyebab kekurangan media

- a. Alternatif permasalahan
Belum dilakukan penyesuaian kebutuhan dengan sarana prasarana laboratorium
- b. Jalan keluar
Mengembangkan alat peraga

3. Fokus Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka peneliti memfokuskan masalah penelitian mengenai usaha pengembangan alat peraga viskositas untuk meningkatkan keterampilan proses sains.

4. Perumusan masalah

Berdasarkan identifikasi beberapa masalah diatas, maka dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut: “Apakah

pengembangan alat peraga viskositas dapat meningkatkan keterampilan proses sains?”

5. Tujuan penelitian

Sesuai dengan permasalahan yang telah dirumuskan di atas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian adalah untuk mengetahui bahwa pengembangan alat peraga viskositas dapat meningkatkan keterampilan proses sains.

BAB II : Kajian Teoritik

A. Konsep pengembangan model

Penelitian menggunakan pengembangan menurut ASSURE

B. Alat peraga:

1. Bahwa dalam pembelajaran fisika membutuhkan alat peraga yang termasuk model bangun ruang.

2. Fungsi alat peraga

- a. Dengan peragaan dapat meletakkan dasar-dasar yang nyata

Untuk berfikir, oleh karena itu dapat mengurangi terjadinya verbalisme.

- b. Dengan peragaan dapat memperbesar minat dan perhatian siswa

untuk belajar.

- c. Dengan peragaan dapat meletakkan dasar untuk perkembangan belajar sehingga hasil belajar bertambah mantap.
- d. Memberikan pengalaman yang nyata dan dapat menumbuhkan kegiatan berusaha sendiri pada setiap siswa.
- e. Menumbuhkan pemikiran yang teratur dan berkesinambungan
- f. Membantu tumbuhnya pemikiran dan membantu berkembangnya kemampuan berbahasa.
- g. Memberikan pengalaman yang tidak mudah diperoleh dengan caralain serta membantu berkembangnya efisiensi dan pengalaman belajar yang lebih sempurna.

C. Keterampilan proses sains

- 1. Bahwa penggunaan alat peraga dapat meningkatkan keterampilan proses sains
- 2. Jenis keterampilan proses yaitu:
 - a. Pengamatan (observasi)
 - b. Menggolongkan (klasifikasi)
 - c. Meramalkan, menyusun hipotesis (prediksi)
 - d. Mengukur
 - e. Menghitung

- f. Menyajikan dalam grafik
- g. Menafsirkan/interpretasi data
- h. Mengkomunikasikan

BAB III Metodologi Penelitian

A. Metode penelitian

1. Metode penelitian yang digunakan mengarah pada desain ASSURE, diantaranya adalah:

- a. *Analyze Learner Characteristics* (menganalisis karakteristik siswa)
- b. *State Objective* (menetapkan tujuan pembelajaran)
- a. *Select methods, media, and materials* (memilih metode, media dan bahan pelajaran)
- c. *Utilize media and materials* (menggunakan media dan bahan ajar)
- d. *Requires learner participation* (mengaktifkan keterlibatan siswa)
- e. *Evaluate and Revise* (evaluasi dan revisi)

2. Instrumen dan analisis data

- a. Dilakukan validasi ahli materi dan ahli media menggunakan angket:

Ahli materi: 15 butir, dan ahli media: 34 butir

- b. Uji validasi guru dengan angket terdiri dari :

Aspek materi 15 butir dan aspek media 34 butir

- c. Respon siswa dalam kelompok besar kelompok besar ada 27 butir
- d. Semua data diolah menggunakan rumus uji t-test dua sampel

BAB IV Hasil dan Pembahasan

A. Hasil uji validasi

- 1. Uji validasi ahli materi dengan skor rata-rata 92,7%
- 2. Uji validasi ahli media dengan nilai 81,8%
- 3. Uji validasi dari guru memberikan apresiasi 94,1%

B. Pembahasan

Ahli materi mengatakan bahwa keakuratannya sangat tinggi, diperkirakan tidak akan terjadi salah konsep bila alat peraga digunakan dalam pembelajaran.

BAB V Kesimpulan

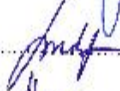
- 1. Pengembangan alat peraga viskositas layak digunakan sebagai alat peraga pembelajaran fisika di sekolah
- 2. Pengembangan alat peraga viskositas dapat meningkatkan keterampilan sains

PERSETUJUAN PANITIA UJIAN TESIS

Pengembangan Alat Peraga Viskositas untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains

Nama : Agus Yuliyono

No. Reg : 3236139284

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: Prof.Dr. Suryono, M.Si NIP. 19671218 199303 1 005		
Wakil Penanggung Jawab			
Pembantu Dekan I	: Dr. Mukliningsih N, M.Si NIP. 19640511 198303 2 001		
Ketua	: Prof.Dr. I Made Astra, M.Si NIP. 19561212 198403 1 004		23/2/2017
Sekretaris	: Dr. Desnita, M.Si NIP. 19591208 198403 2 001		24/2/17
Anggota			
Pembimbing I	: Dr. Betty Zelda Siahaan, MM NIP. 19620205 197810 2 001		24/02/17
Pembimbing II	: Dr. Esmar Budi, MT NIP. 19720728 199903 1 002		23/2/2017
Penguji	: Prof.Dr. Agus Setyo Budi, M.Sc NIP. 19630426 198803 1 002		23/2/17

Dinyatakan lulus ujian tesis pada tanggal : 20 Februari 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tesis yang saya kutip dan hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Jakarta, 25 Februari 2017



6000
KEMAHAMBAHAN
(Agus Yuliyono)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan ridho-Nya, sehingga tesis ini dapat disusun dan diselesaikan. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister. Selama menempuh pendidikan dan penulisan serta penyelesaian tesis ini penulis banyak memperoleh dukungan baik secara moril maupun materiil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan penuh kerendahan hati penulis menyampaikan rasa hormat dan menghaturkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. I Made Astra, M.Si, Ketua Program Pendidikan Fisika atas perhatian dan kesabarannya dalam memberikan motivasi dan bimbingan kepada mahasiswa program Fisika
2. Ibu Dr. Betty Zelda Siahaan MM, sebagai pembimbing I yang telah banyak memberikan ilmu, bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluangkan kepada penulis selaku pembimbing yang di dalam berbagai kesibukan dapat menyempatkan diri membimbing dan mengarahkan serta memberi petunjuk dan saran yang sangat berharga bagi penulisan.
3. Bapak Dr. Esmar Budi, MT, sebagai pembimbing II yang telah memberi masukan dan saran pada saat seminar proposal dan bimbingan tesis.

4. Seluruh dosen program Pascasarjana jurusan Fisika yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk mendalami ilmu pendidikan fisika
5. Istri dan anak-anak, yang selalu memberikan perhatian, doa serta kesabaran dalam menemani penulis
6. Rekan-rekan mahasiswa pendidikan Fisika 2013
7. Kepada semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan berkat dan anugerah-Nya berlimpah bagi beliau-beliau yang tersebut di atas. Sangat disadari dalam tesis ini terdapat banyak kekurangan oleh karena itu semua saran dan kritik penulis terima dengan lapang dada demi kesempurnaan penulisan tesis ini. Akhirnya harapan penulis semoga tesis ini bermanfaat bagi kita semua.

Jakarta, Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
ABSTRAK.....	i
RINGKASAN.....	ii
PERSETUJUAN PANITIAU JIAN TESIS.....	vii
LEMBAR PERNYATAAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
 BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Fokus Masalah.....	7
C. Perumusan Masalah.....	7
D. Tujuan Penelitian.....	7
E. Kegunaan Hasil Penelitian.....	7
BAB II KAJIAN TEORITIK.....	9
A. Konsep Pengembangan Model.....	9
1. Konsep Penelitian Pengembangan.....	9

2. Model-model Penelitian dan Pengembangan.....	10
a. Model Borg and Gall.....	10
b. Model Dick and Carey.....	13
c. Model 4D (<i>four-D Model</i>).....	15
d. Model Kemp.....	17
e. Model ASSURE.....	18
B. Alat Peraga Viskositas dan Keterampilan Proses.....	21
1. Alat	
Peraga.....	21
a. Nilai dan Penggunaan Alat Peraga.....	25
b. Jenis Alat Peraga.....	26
c. Pemilihan Alat Peraga.....	29
d. Penerapan Alat Peraga Dalam Pengajaran.....	29
e. Alat Peraga yang Baik Harus Memiliki	
Beberapa Kriteria.....	32
2. Viskositas.....	33
a. Koefisien Viskositas.....	33
b. Hukum Poiseuille.....	37
c. Hukum Stokes.....	39
d. Bilangan Reynold.....	40
e. Pengukuran Viskositas.....	41
1) Viskositas	
Ostwald.....	41

2) Viskositas Bola Jatuh.....	43
f. Pengaruh Suhu Terhadap Viskositas.....	46
3. Keterampilan Proses Sains.....	47
a. Pengertian Keterampilan Proses.....	47
b. Langkah-langkah Melaksanakan Keterampilan Proses.....	65
c. Kerangka Teoritik.....	67
d. Rancangan Penelitian.....	69
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	71
A. Tujuan Penelitian.....	71
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	71
C. Karakteristik Model yang Dikembangkan.....	71
D. Pendekatan dan Metode Penelitian.....	72
E. Langkah-langkah Pengembangan Model.....	72
F. Pengujian Keefektifan Alat Peraga Dalam Pembelajaran.....	78
G. Pengembangan Alat Peraga Viskositas Bola Jatuh.....	82
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	86
A. Hasil Pengembangan Model.....	86
B. Kelayakan Model.....	89
C. Efektifitas Model.....	101
D. Pembahasan.....	106

BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN.....	109
A. Kesimpulan.....	109
B. Implikasi.....	109
C. Saran.....	109
DAFTAR PUSTAKA.....	111
DAFTAR LAMPIRAN.....	114
A. Lampiran 1. Angket Alat Peraga.....	114
B. Lampiran 2. Kisi-kisi Instrumen Alat Peraga.....	116
C. Lampiran 3. Instrumen Quesioner Alat Peraga.....	117
D. Lampiran 4. Kisi-kisi Instrumen Keterampilan Proses...	123
E. Lampiran 5. Rubrik Penilaian Keterampilan Proses.....	124
F. Lampiran 6. Lembar Kerja Siswa.....	133
G. Lampiran 7. Hasil Validasi Ahli Media.....	141
H. Lampiran 8. Hasil Validasi Ahli Materi.....	143
I. Lampiran 9. Hasil Validasi Guru Aspek Media.....	145
J. Lampiran 10. Hasil Validasi Guru Aspek Materi.....	148

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Koefisien Viskositas Untuk Berbagai Fluida.....	36
Tabel 2.2. Viskositas Cairan Pada Suhu Berbeda.....	46
Tabel 2.3. Jenis Keterampilan Proses.....	62
Tabel 2.4. Jurnal Reverensi.....	68
Tabel 3.1. Kisi-kisi Instrumen Keterampilan Proses.....	79
Tabel 4.1. Spesifikasi Alat Peraga Pengembangan.....	88
Tabel 4.2. Hasil Validasi Kelompok Kecil.....	94
Tabel 4.3. Hasil Validasi Kelompok Besar.....	96
Tabel 4.4. Massa Jenis Bola.....	98
Tabel 4.5. Koefisien Viskositas Untuk Fluida Gliserin.....	98
Tabel 4.6. Koefisien Viskositas Untuk Fluida Oli A.....	98
Tabel 4.7. Koefisien Viskositas Untuk Fluida Oli B.....	99
Tabel 4.8. Perbandingan Hasil Kemampuan Siswa Dengan Alat Peraga.....	101
Tabel 4.9. Peningkatan Keterampilan Proses.....	105

DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1. Angket Alat Peraga.....	114
Lampiran 2. Kisi-Kisi Instrumen Alat Peraga.....	116
Lampiran 3. Instrumen Quesioner Alat Peraga.....	117
Lampiran 4. Kisi-kisiInstrumen Keterampilan Proses.....	122
Lampiran 5. Rubrik Penilaian Keterampilan Proses.....	123
Lampiran 6. Lembar Kerja Siswa.....	130
Lampiran 7. Hasil Validasi Ahli Media.....	139
Lampiran 8. Hasil Validasi Ahli Materi.....	141
Lampiran 9. Hasil Validasi Guru Aspek Media.....	143
Lampiran 10. Hasil Validasi Guru Aspek Materi.....	146

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Tiga pilar utama yang menunjukkan bahwa guru telah bekerja secara profesional dalam melaksanakan tugas kependidikannya adalah: a). menguasai materi pembelajaran, b). profesional untuk menyampaikan materi pembelajaran kepada siswa, dan c). berkepribadian matang (Hery sukarman: 2004). Tiga pilar tersebut saling kait-mengait dan saling mendukung untuk meningkatkan kinerja pembelajaran. Kinerja pembelajaran menentukan tingkat keberhasilan dan kesesuaian hasil belajar siswa dengan tujuan yang telah ditentukan. Sedangkan tingkat keberhasilan dan kesesuaian hasil belajar siswa dengan tujuan sangat dipengaruhi oleh kinerja guru.

Penguasaan materi pembelajaran merupakan kemampuan strategis yang harus dipelajari oleh seorang guru dalam rangka mendukung tercapainya kompetensi secara efektif dan efisien. Sedangkan pencapaian materi pembelajaran yang baik dapat diartikan sebagai usaha guru untuk mengelola proses pembelajaran sehingga siswa dapat belajar dalam suasana yang menyenangkan. Pada prinsipnya proses belajar yang dialami manusia berlangsung sepanjang hayat, artinya belajar adalah proses yang terus-menerus, yang tidak pernah berhenti dan terbatas pada dinding kelas. Hal ini didasari pada asumsi bahwa disepanjang kehidupannya manusia akan

selalu dihadapkan pada masalah-masalah, rintangan-rintangan dalam mencapai tujuan yang ingin dicapai dalam kehidupan ini. Prinsip belajar sepanjang hayat ini sejalan dengan empat pilar pendidikan universal seperti yang dirumuskan UNESCO, yaitu: (1) *learning to know* (2) *learning to do*; (3) *learning to be*, dan (4) *learning to live together*. Pendidikan merupakan hal yang mendasar bagi setiap manusia. Pendidikan bukan sekedar proses perubahan tingkah laku saja tetapi juga proses peningkatan pola berpikir karena pola pikir merupakan hal penting dalam proses pendidikan pada saat ini. Perkembangan teknologi yang pesat mengharuskan seseorang untuk memiliki keterampilan belajar atau memahami sesuatu dengan cepat, tepat, dan mendalam, karena belajar bukan sekedar proses menghafal atau pemberian stimulus saja, akan tetapi belajar merupakan proses berpikir.

Fisika adalah salah satu disiplin ilmu alam yang ada pada proses kegiatan belajar mengajar pada tingkat satuan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) dan Sekolah Menengah Atas (SMA). Mata pelajaran fisika menjelaskan seluruh fenomena yang terjadi di alam ini, sehingga masalah-masalah yang berhubungan dengan fisika kerap kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Fisika maupun sains merupakan ilmu pengetahuan yang berdasarkan fakta, hasil-hasil pemikiran dan hasil-hasil eksperimen yang dilakukan para ahli. Dalam mempelajari fisika tidak dapat hanya mendengarkan melalui ceramah

atau membaca buku teks saja, tetapi juga harus disertai dengan observasi maupun eksperimen diLaboratorium. Untuk itu dalam mempelajari fisika disekolah, guru tidak hanya sekedar membimbing peserta didik dari segi teori saja, tetapi seorang guru juga harus dapat membimbing peserta didik dalam melaksanakan praktikum di laboratorium. Hakikat pembelajaran IPA adalah proses, produk dan sikap. Oleh karena itu, pembelajaran IPA di sekolah tidak hanya mementingkan penguasaan fisika terhadap fakta konsep dan teori IPA tetapi yang lebih penting adalah siswa mengerti proses bagaimana fakta dan teori-teori tersebut ditemukan. Dengan kata lain siswa harus mendapat pengalaman langsung dan menemukan sendiri proses tersebut.

Viskositas merupakan salah satu materi dalam pelajaran fisika dimana siswa merasa sulit dalam memahami konsep dan memecahkan permasalahan yang timbul. Oleh karena itu, perlu adanya upaya peningkatan penguasaan konsep tentang viskositas melalui pembelajaran yang melibatkan siswa secara langsung, sehingga dalam muatan kurikulum menghendaki untuk diajarkan melalui kegiatan eksperimen. Salah satu penyebab kesulitan yang dihadapi siswa dibuktikan dengan masih banyaknya sekolah yang sedikit melakukan praktikum tentang viskositas. Bila ada sekolah yang sudah melakukan praktikum viskositas siswa juga kurang memahami betul tentang kecepatan gerakan bola secara stasioner.

Viskositas merupakan sifat fisik yang penting dalam fluida. Viskositas fluida memiliki peranan yang penting pada aliran fluida dalam pipa. Selain itu, viskositas fluida juga penting dalam pelumasan mesin, keadaan optimum pelumas logam dapat dicapai jika permukaan logam yang bersentuhan dilapisi secara sempurna oleh minyak pelumas. Kemampuan pelumas mesin untuk melumasi seluruh permukaan logam terkait erat dengan viskositas pelumas tersebut. Pengukuran viskositas lebih banyak dilakukan pada zat cair. Pengukuran viskositas fluida yang sederhana dan dapat dilakukan di laboratorium pada prinsipnya menggunakan metode bola jatuh. Pada prinsipnya pengukuran viskositas fluida metode bola jatuh dengan cara mengukur kecepatan bola pejal jatuh di dalam cairan uji. Viskositas fluida ditentukan dengan memasukkan cairan yang akan diukur kekentalannya ke dalam suatu tabung viskosimeter (tabung gelas panjang berskala). Tabung viskositas tersebut diberi dua batas dengan jarak (d) tertentu, selanjutnya diukur waktu yang diperlukan bola pejal untuk menempuh dua batas tersebut. Viskositas fluida dari percobaan diperoleh dari hubungan fungsional antara variabel bebas (jarak) dan variabel terikat (waktu). Namun terlebih dahulu diketahui data jari-jari bola, massa jenis bola, massa jenis fluida dan percepatan gravitasi. Percobaan yang dilakukan di sekolah menggunakan alat viskositas, dalam menentukan waktu jatuhnya bola diukur dengan stopwatch (secara manual). Pada kenyataannya ada kelemahan dalam

viskosimeter metode bola jatuh diantaranya adalah adanya kesalahan dalam pengamatan gerak bola dan kesulitan saat menentukan tepatnya waktu yang ditempuh bola dalam fluida dengan jarak (d). Pengembangan cara pengukuran viskosimeter metode bola jatuh dilakukan oleh peneliti untuk mengurangi kesalahan dan kelemahannya, oleh karena itu peneliti membutuhkan jurnal referensi pendukung diantaranya adalah pengukuran viskositas fluida metode bola jatuh yang sudah dilakukan oleh Oktaviara dkk (2012) yang berjudul Pembuatan Media Pembelajaran Untuk Pengukuran Viskositas dengan Menggunakan Viskometer Dua Kumparan. Jurnal yang dibuat oleh Prasetyarini (2013) tentang pemanfaatan alat peraga IPA untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika pada siswa SMP negeri I Buluspesantren Kebumen tahun pelajaran 2012/.2013.

Sejalan dengan jurnal yang dibuat oleh Rahayu (2011), pembelajaran sains dengan pendekatan proses untuk meningkatkan hasil belajar dan kemampuan berpikir kreatif siswa. Selain itu, penelitian yang dilakukan Handayanto (2011) menunjukkan pengaruh pendekatan keterampilan proses dalam pembelajaran dapat meningkatkan prestasi belajar siswa, karena itu keterampilan proses sains perlu ditingkatkan dalam kegiatan belajar mengajar.

Berdasarkan hal tersebut di atas peneliti berkeinginan untuk mengembangkan alat peraga viskositas metode bola jatuh yang sudah ada di sekolah. Penulis berkeinginan mengembangkan alat peraga

viskositas bola jatuh dengan menggunakan beberapa sensor sebagai variabel bebas (d) untuk mendapatkan variabel terikat (waktu) yang akan terbaca dalam LCD untuk meningkatkan keterampilan proses sains.

Dalam analisis kebutuhan alat, peneliti menyebarkan angket pada tiga sekolah di SMA, yang didapatkan hasil angket sebagai berikut:

1. 86,67%, guru merasa kesulitan ketika menggunakan alat yang telah tersedia di sekolah.
2. 100%, kesulitan pada saat menentukan waktu jatuhnya bola dalam fluida dengan menggunakan stopwatch.
3. 86,67%, saat menentukan kecepatan terminal membutuhkan waktu yang lama.
4. 86,67%, perlu adanya pengembangan alat peraga viskositas dalam pembelajaran

Berdasarkan hasil angket di atas, maka dipandang perlu suatu upaya untuk mengembangkan alat peraga yang mampu meningkatkan keterampilan proses sains dan mencari inovasi baru untuk memaksimalkan kemampuan siswa. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka diperlukan adanya suatu pengembangan alat peraga viskositas. Dengan menggunakan alat peraga secara tepat dan menarik akan menimbulkan gairah belajar siswa sehingga akan meningkatkan keterampilan proses sains.

B. Fokus Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka peneliti memfokuskan masalah penelitian mengenai usaha pengembangan alat peraga viskositas untuk meningkatkan keterampilan proses sains.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi beberapa masalah diatas, maka dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut :

“Apakah pengembangan alat peraga viskositas dapat meningkatkan keterampilan proses sains?”

D. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan permasalahan yang telah dirumuskan di atas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian adalah untuk mengetahui bahwa pengembangan alat peraga viskositas dapat meningkatkan keterampilan proses sains.

E. Kegunaan Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat:

1. Bagi Guru: sebagai bahan pertimbangan untuk menggunakan alat peraga yang tepat pada materi viskositas guna meningkatkan keterampilan proses sains.
2. Bagi Siswa: sebagai usaha untuk meningkatkan keterampilan proses dalam materi viskositas.

3. Bagi Sekolah: hasil penelitian ini dapat memberikan sumbangan untuk meningkatkan mutu pendidikan disekolah.
4. Bagi Pembaca: penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan kajian dan bahan referensi untuk diadakannya penelitian lebih lanjut.

BAB II

KAJIAN TEORITIK

A. Konsep Pengembangan Model

1. Konsep Penelitian Pengembangan

Menurut Sugiyono (2013:407) metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Borg and Gall (2007:589) mendefinisikan penelitian pengembangan sebagai berikut:

“Research and development (R & D) is an industry-based development model in which the findings of research are used to design new products and procedures, which then are systematically field-tested, evaluated and refined until they meet specified criteria of effectiveness, quality, or similar standards.”

Penelitian dan pengembangan (R&D) adalah proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Menurut Mulyatiningsih (2013:161) penelitian dan pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk baru melalui proses pengembangan. Kegiatan penelitian diintegrasikan selama proses pengembangan produk, oleh sebab itu di dalam penelitian ini perlu memadukan beberapa jenis metode penelitian, antara lain jenis penelitian survey dengan eksperimen atau action research

dan evaluasi. Produk penelitian dan pengembangan dalam bidang pendidikan dapat berupa model, media pembelajaran, peralatan, buku, modul, alat evaluasi dan perangkat pembelajaran, kurikulum, kebijakan sekolah, dan lain-lain.

Berdasarkan uraian-uraian tersebut penelitian pengembangan merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengembangkan suatu produk sehingga produk-produk yang digunakan dalam pendidikan tersebut menjadi lebih efektif.

2. Model-model Penelitian dan Pengembangan

Adapun model-model yang dapat digunakan untuk mengembangkan alat peraga pembelajaran yaitu:

a. Model Borg and Gall

- 1) Borg & Gall dalam Setyosari (2012:228) membuat suatu model prosedural yang bersifat deskriptif. Model ini menggariskan langkah-langkah umum yang harus diikuti untuk menghasilkan produk, sebagaimana siklus penelitian dan pengembangan Borg & Gall sebagai berikut:

Penelitian dan pengumpulan informasi awal. Penelitian dan pengumpulan informasi awal, yang meliputi kajian pustaka, pengamatan dan observasi kelas, dan persiapan laporan awal. Penelitian awal atau analisis kebutuhan sangat penting dilakukan guna memperoleh informasi awal untuk melakukan pengembangan. Kajian pustaka dan literatur pendukung

terkait sangat diperlukan sebagai landasan melakukan pengembangan.

2). Perencanaan

Perencanaan yang mencakup merumuskan kemampuan, merumuskan tujuan khusus untuk menentukan urutan bahan, dan uji coba skala kecil. Hal yang sangat urgen dalam tahap ini adalah merumuskan tujuan khusus yang ingin dicapai oleh produk yang dikembangkan. Tujuan ini dimaksudkan untuk memberikan informasi yang tepat untuk mengembangkan program atau produk sehingga program atau produk yang diujicobakan sesuai dengan tujuan khusus yang ingin dicapai.

3). Pengembangan format produk awal

Pengembangan format produk awal, atau draf awal, yang mencakup penyiapan bahan-bahan pembelajaran, handbooks, dan alat evaluasi. Format pengembangan program yang dimaksud apakah berupa bahan cetak, seperti modul dan bahan ajar berupa buku teks, urutan proses atau prosedur dalam rancangan sistem pembelajaran.

4). Uji coba awal

Uji coba ini dilakukan terhadap format program yang dikembangkan apakah sesuai dengan tujuan khusus. Hasil analisis dari uji coba awal ini menjadi bahan masukan untuk melakukan revisi produk awal.

5). Revisi produk

Melalui hasil uji coba awal diperoleh informasi kualitatif tentang program atau produk yang dikembangkan. Berdasarkan data tersebut apakah masih diperlukan untuk melakukan evaluasi yang sama dengan mengambil situs yang sama pula. Produk yang telah direvisi kemudian diadakan ujicoba.

6). Uji coba lapangan

Produk yang telah direvisi, berdasarkan hasil uji coba skala kecil, kemudian diujicobakan lagi kepada unit atau subjek ujicoba yang lebih besar. Data kuantitatif hasil belajar dikumpulkan dan dianalisis sesuai dengan tujuan khusus yang ingin dicapai, atau jika memungkinkan dibandingkan dengan kelompok kontrol, sehingga diperoleh data untuk melakukan revisi produk lebih lanjut.

7). Revisi produk Revisi produk, yang dikerjakan berdasarkan hasil uji coba lapangan.

8). Uji lapangan

Setelah produk direvisi, apabila pengembang menginginkan produk yang lebih layak dan memadai, maka diperlukan uji lapangan. Uji lapangan ini melibatkan unit atau subjek yang lebih besar lagi. Hasil analisis ini kemudian menjadi bahan

untuk keperluan revisi produk berikutnya, atau revisi produk akhir

9). Revisi produk akhir

Revisi produk akhir, yaitu revisi yang dikerjakan berdasarkan uji lapangan yang lebih luas (field testing). Revisi produk akhir inilah yang menjadi ukuran bahwa produk tersebut benar-benar dikatakan valid karena telah melewati serangkaian uji coba secara bertahap.

10). Desiminasi dan implementasi

Desiminasi dan implementasi yaitu menyampaikan hasil pengembangan (proses, prosedur, program, atau produk) kepada para pengguna dan profesional melalui forum pertemuan atau menuliskan dalam jurnal, atau dalam bentuk buku atau handbook.

b. Model Dick & Carey

Menurut Trianto (2009:186) Model Dick–Carey adalah model desain Instruksional yang dikembangkan oleh Walter Dick dan Lou Carey. Model ini adalah salah satu model prosedural, yaitu model yang menyarankan agar penerapan prinsip desain Instruksional disesuaikan dengan langkah-langkah yang harus di tempuh secara berurutan. Model Dick and Carey terdiri dari 10 langkah. Kesepuluh langkah ini menunjukkan hubungan yang sangat jelas satu dengan yang lainnya. Artinya, sistem yang

terdapat pada Dick and Carey sangat ringkas, namun isinya padat dan jelas dari satu urutan ke urutan berikutnya

Langkah–langkah desain pembelajaran menurut Dick and Carey adalah:

- 1) Identifikasi Tujuan (*Identify Instructional Goals*).
- 2) Melakukan Analisis Instruksional (*Conduct Instructional Analysis*).
- 3) Analisis Pembelajar dan Lingkungan (*Analyze Learners and Contexts*).
- 4) Merumuskan Tujuan Kinerja (*Write Performance Objectives*).
- 5) Pengembangan Tes Acuan Patokan (*Develop Assessment Instruments*).
- 6) Pengembangan Siasat Instruksional (*Develop Instructional Strategy*).
- 7) Pengembangan atau Memilih Material Instruksional (*Develop and Select Instructional Materials*).
- 8) Merancang dan Melaksanakan Penilaian Formatif (*Design and Conduct Formative Evaluation of Instruction*).
- 9) Revisi Instruksional (*Revise Instruction*).
- 10) Merancang dan Melaksanakan Evaluasi Sumatif (*Design And Conduct Summative Evaluation*).

Penggunaan model Dick and Carey dalam pengembangan suatu mata pelajaran dimaksudkan agar

- 1) Pada awal proses pembelajaran anak didik atau siswa dapat mengetahui dan mampu melakukan hal–hal yang berkaitan dengan materi pada akhir pembelajaran.
- 2) Adanya pertautan antara tiap komponen khususnya strategi pembelajaran dan hasil pembelajaran yang dikehendaki.
- 3) Menerangkan langkah–langkah yang perlu dilakukan dalam melakukan perencanaan desain pembelajaran.

c. Model 4D (*four-D Model*)

Menurut Trianto (2009:189) tahapan model pengembangan secara garis besar adalah sebagai berikut :

1) Tahap Pendefinisian (*Define*).

Tujuannya adalah menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran diawali dengan analisis tujuan dari batasan materi yang dikembangkan perangkatnya. Tahap ini meliputi 5 langkah pokok, yaitu: (a) Analisis ujung depan, (b) Analisis siswa, (c) Analisis tugas. (d) Analisis konsep, dan (e) Perumusan tujuan pembelajaran.

2) Tahap Perencanaan (*Design*).

Tujuannya adalah menyiapkan prototipe perangkat pembelajaran. Tahap ini terdiri dari empat langkah yaitu, (a) Penyusunan tes acuan patokan, merupakan langkah awal yang menghubungkan antara tahap *define* dan tahap *design*. Tes disusun berdasarkan hasil perumusan Tujuan Pembelajaran

Khusus (Kompetensi Dasar dalam kurikulum KTSP). Tes ini merupakan suatu alat mengukur terjadinya perubahan tingkah laku pada diri siswa setelah kegiatan belajar mengajar, (b) Pemilihan media alat peraga yang sesuai tujuan, untuk menyampaikan materi pelajaran, (c) Pemilihan format. Di dalam pemilihan format ini misalnya dapat dilakukan dengan mengkaji format-format perangkat yang sudah ada dan yang dikembangkan di negara-negara yang lebih maju.

3) Tahap Pengembangan (*Develop*).

Tujuannya adalah untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yang sudah direvisi berdasarkan masukan dari pakar. Tahap ini meliputi: (a) validasi perangkat oleh para pakar diikuti dengan revisi, (b) simulasi yaitu kegiatan mengoperasionalkan rencana pengajaran, dan (c) uji coba terbatas dengan siswa yang sesungguhnya. Hasil tahap (b) dan (c) digunakan sebagai dasar revisi. Langkah berikutnya adalah uji coba lebih lanjut dengan siswa yang sesuai dengan kelas sesungguhnya

4) Tahap penyebaran (*Disseminate*).

Tahap ini merupakan tahap penggunaan perangkat yang telah dikembangkan pada skala yang lebih luas misalnya di kelas lain, di sekolah lain. Tujuan lain adalah untuk menguji efektivitas penggunaan perangkat di dalam KBM.

d. Model Kemp

Menurut Trianto (2009:179) secara singkat, menurut model ini terdapat beberapa langkah dalam penyusunan sebuah bahan ajar, yaitu:

- 1) Menentukan tujuan dan daftar topik, menetapkan tujuan umum untuk pembelajaran tiap topiknya;
- 2) Menganalisis karakteristik pelajar, untuk siapa pembelajaran tersebut didesain;
- 3) Menetapkan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dengan syarat dampaknya dapat dijadikan tolak ukur perilaku pelajar;
- 4) Menentukan isi materi pelajaran yang dapat mendukung tiap tujuan;
- 5) Pengembangan prapenilaian/ penilaian awal untuk menentukan latar belakang pelajar dan pemberian level pengetahuan terhadap suatu topik;
- 6) Memilih aktivitas pembelajaran dan sumber pembelajaran yang menyenangkan atau menentukan strategi belajar-mengajar, jadi siswa akan mudah menyelesaikan tujuan yang diharapkan
- 7) Mengkoordinasi dukungan pelayanan atau sarana penunjang yang meliputi personalia, fasilitas-fasilitas, perlengkapan, dan jadwal untuk melaksanakan rencana pembelajaran;
- 8) Mengevaluasi pembelajaran siswa dengan syarat mereka menyelesaikan pembelajaran serta melihat kesalahan-

kesalahan dan peninjauan kembali beberapa fase dari perencanaan yang membutuhkan perbaikan yang terus-menerus, evaluasi yang dilakukan berupa evaluasi formatif dan evaluasi sumatif.

e. Model ASSURE

Menurut Benny A. Pribadi (2011:29) ASSURE adalah merupakan singkatan dari komponen atau langkah penting yang terdapat didalamnya seperti rumusan kata itu sendiri. Setiap huruf mempunyai arti, yaitu:

1. *Analyze Learner Characteristics* (menganalisis karakteristik siswa)
2. *State Objective* (menetapkan tujuan pembelajaran)
3. *Select methods, media, and materials* (memilih metode, media dan bahan pelajaran)
4. *Utilize media and materials* (menggunakan media dan bahan ajar)
5. *Requires learner participation* (mengaktifkan keterlibatan siswa)
6. *Evaluate and Revise* (evaluasi dan revisi)

Secara lebih rinci masing masing komponen dari model disain pembelajaran ASSURE dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1). *Analyze Learner Characteristic*

Pada disain pembelajaran, peserta belajar adalah hal terpenting. Apapun bentuk produk, model disain pembelajaran maka semua upaya diwujudkan demi kelancaran proses belajar. Dalam melakukan analisis peserta belajar ada beberapa hal yang perlu dilakukan misalnya karakteristik umum peserta belajar, kompetensi awal yang menjadi modal dasarnya, gaya belajar dari peserta belajar, aspek psikologis dari peserta belajar dan banyak lagi sesuai dengan kebutuhan.

2). State Objective

State objective atau merumuskan tujuan pembelajaran untuk merumuskan tujuan pembelajaran dapat menggunakan rumusan tujuan dengan model ABCD, yang berarti :

A = *audience*, pebelajar dengan segala karakteristiknya.

B = *behavior*, kata kerja yang menjabarkan kemampuan yang harus dikuasai;

C = *conditions*, situasi kondisi yang memungkinkan bagi pebelajar dapat belajar dengan baik; dan

D = *degree*, persyaratan khusus yang dirumuskan sebagai Standar baku pencapaian tujuan pembelajaran

Tujuan pembelajaran juga dapat dinyatakan dalam bentuk pernyataan kompetensi dasar dan indikator keberhasilan yang hendak dicapai pada akhir proses pembelajaran

3). Select Methods, Media, and Learning Materials

Pada tahapan ini adalah memilih metode, media dan bahan ajar. Ada tiga tahapan penting untuk huruf S kedua dari ASSURE ini. Ketiganya adalah :

- a) Menentukan metode yang tepat untuk kegiatan belajar
- b) tertentu, kemudian Memilih format media yang disesuaikan dengan metode yang diterapkan; dan
- c) Memilih, merancang, memodifikasi, atau memproduksi bahan ajar. Baik media maupun metode tidak adayang lebih baik atau terbaik diantaranya. Media dan metode ditentukan karena keduanya cocok, tepat, dan sesuai untuk suatu proses belajar.

4). Utilize Media and Materials

Pemanfaatan media dan bahan ajar pada model ASSURE dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a) *Preview the Materials (Kaji bahan ajar)*
- b) *Prepare the Materials (Siapkan bahan ajar)*
- c) *Prepare Environment (Siapkan lingkungan)*
- d) *Prepare the Learners (Siapkan peserta didik)*
- e) *Provide the Learning Experience (Tentukan pengalaman belajar)*

5). Required Learner Participation

Mengembangkan peran serta peserta belajar, tujuan utama pembelajaran adalah agar peserta belajar. Oleh karena itu melibatkan peserta untuk belajar adalah aktivitas yang harus dilakukan oleh guru dalam proses pembelajaran.

6). Evaluate and revise

Salah satu tujuan penilaian adalah mengukur tingkat pemahaman atas materi yang baru saja diberikan. Dalam hal ini, penilaian bukan untuk menentukan tingkat kepiharian seorang pembelajar, namun cenderung untuk memberi masukan kepada mereka. Demikian juga evaluasi berguna untuk melakukan penilaian apakah seluruh proses pembelajaran sudah berjalan dengan baik, atau ada proses pembelajaran yang perlu ditingkatkan dan direvisi untuk meningkatkan kualitas kegiatan belajar mengajar itu sendiri.

B. Alat Peraga Viskositas dan Keterampilan Proses

1. Alat Peraga

Sekolah sebagai salah satu institusi pendidikan yang secara langsung bertanggung jawab penuh terhadap kinerja pendidikan yang berkualitas harus mampu membenahi segala aspek yang menjadi wewenang dalam pelaksanaan manajemen sekolah. Diantaranya adalah peningkatan proses pembelajaran agar menjadi lebih bermutu sehingga mampu menghasilkan output yang diharapkan. Proses pembelajaran

yang diterapkan di sekolah harus memperlihatkan spesifikasi dari karakteristik mata pelajaran serta perkembangan peserta didik sehingga tercipta suasana kelas yang kondusif dan nampak semangat mereka dalam mengikuti pembelajaran. Kegiatan pembelajaran yang seperti inilah yang semestinya mendapat perhatian lebih dari pihak sekolah melalui program-program yang dirancang sistematis dan berkesinambungan. Pada lingkup pembelajaran berbasis IPA karakteristik yang paling menonjol yaitu adanya pengaitan konsep dengan kehidupan nyata melalui pengamatan atau percobaan di laboratorium. Dari sini timbul perilaku antusias yang besar dalam diri tiap peserta didik mengikuti pembelajaran IPA yang selama ini seakan menjadi 'hantu' karena lebih banyak dicekoki konsep abstrak yang seharusnya mampu mereka bangun melalui aktivitas di laboratorium. Beberapa hal yang penting diperhatikan dalam mendukung pembelajaran IPA sehingga penyampaian konsep lebih bermakna yaitu tersedianya sarana dan prasarana berupa ruang laboratorium dan alat peraga (alat praktek) yang sesuai.

Menurut Nana Sudjana (2002:59), Alat peraga adalah suatu alat yang dapat diserap oleh mata dan telinga dengan tujuan membantu guru agar proses belajar mengajar siswa lebih efektif dan efisien.

Sedangkan menurut Rayandra Asyhar (2011:11), Alat peraga pengajaran adalah alat atau bahan yang digunakan oleh pembelajar untuk: (1) membantu pembelajar dalam meningkatkan keterampilan dan

pengetahuan pembelajar; (2) mengilustrasikan dan memantapkan pesan dan informasi; dan (3) menghilangkan ketegangan dan hambatan dan rasa malas peserta didik.

Menurut Nasution (2013:98), Alat peraga sebagai alat pembantu dalam mengajar agar efektif, dalam garis besarnya memiliki faedah atau nilai sebagai berikut: (1) menambah kegiatan belajar murid; (2) menghemat waktu belajar; (3) menyebabkan agar hasil belajar lebih permanen atau mantap; (4) membantu anak yang ketinggalan dalam pelajarannya; (5) memberikan alasan yang wajar untuk belajar karena membangkitkan minat perhatian dan aktivitas pada murid; (6) memberikan pemahaman yang lebih tepat dan jelas.

Menurut Aristo Rohadi (2003:10), Alat peraga adalah alat (benda) yang digunakan untuk memperagakan fakta, konsep, prinsip, atau prosedur tertentu agar tampak lebih nyata atau kongrit.

Sementara menurut Farida Hanum (2014:99), Alat peraga adalah alat yang digunakan untuk memperjelas konsep/teori/cara kerja tertentu yang dipergunakan dalam proses pembelajaran atau bimbingan.

Dari beberapa pengertian tentang alat peraga, maka penulis dapat mengambil suatu kesimpulan bahwa alat peraga adalah suatu alat bantu dalam proses pembelajaran agar menjadi lebih menarik dan membangkitkan minat sehingga mudah dimengerti dan dipahami oleh siswa secara efektif dan efisien. Alat peraga memegang peranan yang penting sebab dengan adanya alat peraga ini materi pelajaran dapat

dengan mudah dipahami oleh siswa. Penggunaan alat peraga dalam pembelajaran yang tepat dapat mengoptimalkan fungsi panca indera siswa dan memungkinkan terwujudnya kebermanaknaan sehingga akan menimbulkan kesan yang positif, mempengaruhi masa ingatan siswa tentang materi fisika yang lebih lama dibandingkan dengan pembelajaran yang bersifat hafalan dan mempengaruhi motivasi serta minat siswa terhadap fisika. Minat siswa ini dapat dibangkitkan untuk kemudian seluruh perhatiannya dapat dipusatkan kepada bahan pelajaran yang akan dipelajari, yang berimbas pada konsep fisika yang mudah diterima dan dimengerti oleh siswa yang selanjutnya disimpan dan diingat dan pada waktunya mudah pula disimak untuk ditimbulkan kembali. Seperti yang diungkapkan Sugiyarti (2010:4) "Dengan tumbuhnya minat dalam diri seseorang, akan melahirkan perhatian untuk melakukan segala sesuatu dengan tekun dalam jangka waktu yang lama, lebih berkonsentrasi, mudah untuk mengingat dan tidak mudah bosan dengan apa yang dipelajarinya."

Siswa yang memiliki minat terhadap pelajaran fisika akan tampak terdorong terus untuk tekun belajar, lain halnya dengan siswa yang hanya memiliki sikap menerima pelajaran saja. Oleh sebab itu, untuk memperoleh hasil yang baik dalam belajar fisika, seorang siswa harus mempunyai minat yang besar terhadap fisika itu sendiri sehingga siswa akan terdorong untuk terus belajar dan mempelajari fisika.

a. Nilai dan manfaat penggunaan alat peraga

Nana Sudjana (2002:100) menyatakan ada beberapa nilai dan manfaat penggunaan alat peraga dalam proses belajar mengajar, antarlain :

- 1) Dengan peragaan dapat meletakkan dasar-dasar yang nyata
Untuk berfikir, oleh karena itu dapat mengurangi terjadinya verbalisme.
- 2) Dengan peragaan dapat memperbesar minat dan perhatian siswa untuk belajar.
- 3) Dengan peragaan dapat meletakkan dasar untuk perkembangan belajar sehingga hasil belajar bertambah mantap.
- 4) Memberikan pengalaman yang nyata dan dapat menumbuhkan kegiatan berusaha sendiri pada setiap siswa.
- 5) Menumbuhkan pemikiran yang teratur dan berkesinambungan
- 6) Membantu tumbuhnya pemikiran dan membantu berkembangnya kemampuan berbahasa.
- 7) Memberikan pengalaman yang tidak mudah diperoleh dengan caralain serta membantu berkembangnya efisiensi dan pengalaman belajar yang lebih sempurna.

Uzer Usman (2006:31) menyatakan alat peraga atau *audiovisual aids* menurut *Encyclopedia of Educational Research* memiliki nilai sebagai berikut.

- 1) Meletakkan dasar-dasar yang konkret untuk berpikir. Oleh karena itu mengurangi verbalisme (tahu istilah tetapi tidak tahu arti, tahu nama tetapi tidak tahu bendanya).
- 2) Memperbesar perhatian siswa.
- 3) Membuat pelajaran lebih menetap atau tidak mudah dilupakan.
- 4) Memberikan pengalaman yang nyata yang dapat menumbuhkan kegiatan berusaha sendiri di kalangan para siswa.
- 5) Menumbuhkan pemikiran yang teratur dan kontinu.
- 6) Membantu tumbuhnya pengertian dan membantu perkembangan kemampuan berbahasa.

Sedangkan manfaat penggunaan alat peraga adalah :

- 1) Sangat menarik minat siswa dalam belajar;
- 2) Mendorong anak untuk bertanya dan berdiskusi karena ia ingin dengan banyak perkataan, tetapi dengan memperlihatkan suatu gambar, benda yang sebenarnya, atau alat lain.

b. Jenis alat peraga

Nana Sudjana (2002:100) membedakan alat peraga menjadi dua jenis yaitu: alat peraga dua dan tiga dimensi dan alat peraga yang diproyeksi.

- 1) Alat peraga dua dan tiga dimensi.

Alat peraga dua dimensi artinya alat yang mempunyai ukuran panjang dan lebar, sedangkan alat peraga tiga dimensi di

samping mempunyai ukuran panjang dan lebar juga mempunyai ukuran tinggi. Alat peraga dua dan tiga dimensi ini antara lain.

a) Bagan

Bagan ialah gambaran dari sesuatu yang dibuat dari garis dan gambar. Bagan bertujuan untuk memperlihatkan hubungan perkembangan, perbandingan, dan lain-lain.

b) Grafik

Grafik adalah penggambaran data kerangka, bertitik, bergaris, bergambar yang memperlihatkan hubungan timbal balik informasi secara statistik. Sehingga dibedakan, ada grafik garis, batang, lingkaran dan grafik bergambar.

c) Poster

Poster merupakan penggambaran yang ditunjukkan sebagai pemberitahuan, peringatan, maupun penggugah selera yang biasanya berisi gambar-gambar

d) Gambar mati

Sejumlah gambar, foto, lukisan, baik dari majalah, buku, Koran atau dari sumber lain dapat digunakan sebagai alat bantu pengajaran.

e) Peta datar

Peta datar adalah gambaran rata suatu permukaan bumi yang mewujudkan ukuran dan kedudukan yang kecil dilakukan dalam garis, titik, dan lambang.

f) Peta timbul

Peta timbul pada dasarnya peta datar yang dibentuk dengan tiga dimensi, dibuat dari tanah liat atau bubur kertas. Penggunaan peta timbul sama dengan peta datar.

g) Globe

Globe merupakan model penampang bumi yang dilukiskan dalam bentuk benda bulat.

h) Model bangun ruang

Model yaitu gambaran yang berbentuk tiga dimensi dari sebuah benda nyata. Model bangun ruang merupakan model yang digunakan untuk membantu siswa untuk memahami pengertian dan unsur-unsur bangun ruang.

2) Alat-alat peraga yang diproyeksi.

Alat peraga yang diproyeksi adalah alat peraga yang menggunakan proyektor sehingga gambar tampak pada layar. Alat peraga yang diproyeksi ini antara lain .

a) Film

Film adalah serangkaian gambar yang diproyeksikan ke layar pada kecepatan tertentu sehingga menjadikan urutan tingkatan yang berjalan terus sehingga menggambarkan pergerakan yang normal.

b) Slide dan filmstrip

Slide dan filmstrip adalah gambar yang diproyeksikan yang

dapat dilihat dengan mudah oleh siswa di dalam kelas.

c. Pemilihan alat peraga

William Burton (Uzer Usman, 2006: 32), memberikan petunjuk bahwa dalam memilih alat peraga yang akan digunakan hendaknya memperhatikan hal-hal berikut.

- 1) Alat-alat yang dipilih harus sesuai dengan kematangan dan pengalaman siswa serta perbedaan individual dalam kelompok.
- 2) Alat yang dipilih harus tepat, memadai, dan mudah digunakan.
- 3) Harus direncanakan dengan teliti dan diperiksa lebih dahulu.
- 4) Penggunaan alat peraga disertai kelanjutannya seperti dengan diskusi, analisis, dan evaluasi.
- 5) Sesuai dengan batas kemampuan biaya.

d. Penerapan alat peraga dalam pengajaran

Dalam menggunakan alat peraga hendaknya guru memperhatikan sejumlah prinsip tertentu agar penggunaan alat peraga tersebut dapat mencapai hasil yang baik. Nana Sudjana (2002:104) menyatakan beberapa prinsip penggunaan alat peraga adalah sebagai berikut.

- 1) Menentukan jenis alat peraga dengan tepat, artinya sebaiknya guru memilih terlebih dahulu alat peraga manakah yang sesuai dengan tujuan dan bahan pelajaran yang hendak diajarkan.
- 2) Menetapkan atau memperhitungkan subyek dengan tepat, artinya

perlu diperhitungkan apakah penggunaan alat peraga itu sesuai dengan tingkat kematangan/kemampuan anak didik.

- 3) Menyajikan alat peraga dengan tepat, artinya teknik dan metode penggunaan alat peraga dalam pengajaran haruslah disesuaikan dengan tujuan, bahan, metode, waktu, dan sarana yang ada.
- 4) Menempatkan atau memperlihatkan alat peraga pada waktu, tempat, dan situasi yang tepat. Artinya kapan dan dalam situasi mana pada waktu mengajar alat peraga digunakan. Tentu tidak setiap saat atau selama proses mengajar terus menerus memperlihatkan atau menjelaskan sesuatu dengan alat peraga.

Selanjutnya Kenneth H. Hoover (User Usman, 2006: 32)

menyatakan beberapa prinsip penggunaan alat peraga antara lain:

- 1) Tidak ada alat yang dapat dianggap paling baik.
- 2) Alat-alat tertentu lebih tepat daripada yang lain berdasarkan jenis pengertian atau dalam hubungannya dengan tujuan.
- 3) Audiovisual dan sumber-sumber yang digunakan merupakan bagian integral dari pengajaran.
- 4) Perlu diadakan persiapan yang saksama oleh guru dan siswa mengenai alat audiovisual.
- 5) Siswa menyadari tujuan alat audiovisual dan merespon data yang diberikan.
- 6) Perlu diadakan kegiatan lanjutan.

- 7) Alat audiovisual dan sumber-sumber yang digunakan untuk menambah kemampuan komunikasi memungkinkan belajar lebih karena adanya hubungan-hubungan.

Adapun langkah-langkah yang harus ditempuh guru dalam menggunakan alat peraga adalah sebagai berikut .

- 1) Menetapkan tujuan mengajar dengan menggunakan alat peraga, yaitu guru merumuskan tujuan yang akan dicapai.
- 2) Persiapan guru, yaitu guru memilih dan menetapkan alat peraga yang tepat untuk mencapai tujuan.
- 3) Persiapan kelas, yaitu siswa harus mempunyai persiapan sebelum mereka menerima pelajaran dengan menggunakan alat peraga.
- 4) Langkah penyajian pelajaran dengan peragaan.

Guru harus memperhatikan bahwa tujuan utama adalah pencapaian tujuan mengajar dengan baik, sedangkan alat peraga hanya sekedar alat bantu bukan sebagai tujuan.

- 5) Langkah kegiatan belajar.

Guru dan siswa melakukan kegiatan belajar dengan menggunakan alat peraga

- 6) Langkah evaluasi pelajaran dan keperagaan.

Nana Sudjana, (2002:105) Evaluasi dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh tujuan itutercapai, dan sejauh mana pengaruh alat peraga dapat menunjang proses belajar,

Sedangkan menurut Rina Dyah Rahmawati, dkk, (2006: 2) langkah-langkah penggunaan alat peraga antara lain.

- 1) Mempelajari.
- 2) Mengidentifikasi kemampuan-kemampuan yang hendak dikembangkan.
- 3) Menentukan kedalaman dan keluasan materi.
- 4) Menetapkan strategi belajar mengajar yang efektif.
- 5) Menentukan jumlah dan jenis alat peraga dalam pembelajaran.
- 6) Persiapan mengajar

Hal yang dapat dilakukan yaitu dengan mencoba alat yang dibuat, mempersiapkan jumlah dan jenis alat peraga serta menetapkan cara pengorganisasian kelas.

- 7) Melaksanakan pembelajaran

e. Alat peraga yang baik harus memiliki beberapa kriteria

alat peraga dikatakan baik bila memiliki kriteria, diantaranya:

- 1) Kesesuaian alat pengajaran yang dipilih dengan materi pengajaran atau jenis kegiatan yang akan dilakukan oleh siswa
- 2) Dapat menjelaskan konsep secara tepat
- 3) Menarik
- 4) Tahan lama
- 5) Multifungsi (dapat dipakai untuk menjelaskan berbagai konsep)
- 6) Murah dan mudah dibuat
- 7) Mudah digunakan

2. Viskositas

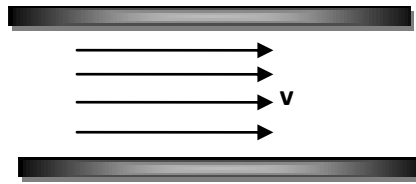
Setiap zat cair memiliki sifat atau karakteristik yang khas yang membedakan dari semua zat cair lainnya dan memberikan identitas yang unik. Salah satu sifat fisika yang mencirikan dari suatu cairan adalah viskositas. Banyak manfaat mempelajari viskositas dalam kehidupan sehari-hari terutama dalam bidang industri. Dalam industri otomotif viskositas merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas minyak pelumas atau oli yang diperuntukkan pada jenis mesin tertentu.

Estien Yazid (2015:168), Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida. Kekentalan merupakan sifat cairan yang berhubungan erat dengan hambatan untuk mengalir. Beberapa cairan ada yang dapat mengalir cepat seperti air. Alkohol dan bensin memiliki viskositas kecil. Sedangkan cairan yang mengalir lambat seperti gliserin, oli, dan madu mempunyai viskositas besar. Jadi viskositas tidak lain menentukan kecepatan mengalirnya suatu cairan.

Viskositas cairan akan menimbulkan gesekan antara bagian-bagian fluida zat cair.

a. Koefisien viskositas

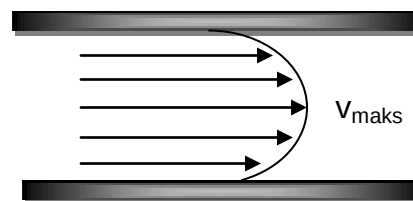
Dalam fluida ideal (zat alir tidak kental) tidak ada kekentalan yang menghambat lapisan-lapisan cairan ketika bergeser satu di atas



Gambar 2.1 Aliran fluida tidak kental

lainnya. Dalam suatu pipa dengan luas penampang yang sama, setiap lapisan bergerak dengan kecepatan yang sama.

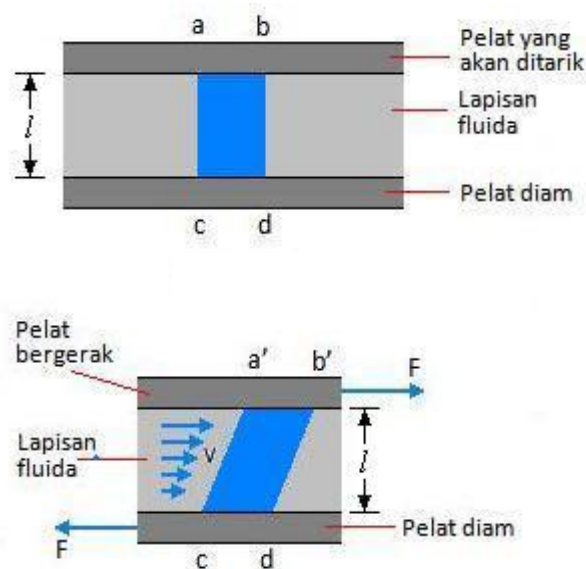
Pada fluida kental, antara lapisan-lapisan cairan mengalami gesekan, sehingga kecepatan aliran tidak seluruhnya sama. Pada bagian tengah disekitar sumbu cairan mengalir lebih cepat karena lebih leluasa. Sebaliknya disekitar dinding pipa cairan mengalir lebih lambat, bahkan yang melekat pada dinding sama sekali tidak bergerak.



Gambar 2.2 Aliran fluida kental

Giancoli (2001:347), Viskositas ada pada zat cair maupun gas, dan pada intinya merupakan gaya gesekan antara lapisan-lapisan yang bersisian pada fluida pada waktu lapisan-lapisan tersebut bergerak satu melewati yang lainnya. Pada zat cair viskositas terutama disebabkan oleh gaya kohesi antara molekul, pada gas viskositas muncul dari tumbukan antar molekul.

Fluida yang berbeda memiliki besar viskositas yang berbeda: sirup lebih kental (lebih viskos) dari air, air lebih viskos dari gas. Viskositas fluida yang berbeda dapat dinyatakan secara kuantitatif dengan koefisien viskositas (η) yang didefinisikan sebagai berikut. Satu lapisan tipis fluida ditempatkan antara dua lempeng yang rata. Satu lempeng diam dan yang lainnya bergerak dengan laju konstan.



Gambar 2.3. Penentuan viskositas

Fluida yang langsung bersentuhan dengan setiap lempeng ditahan pada permukaan oleh gaya adhesi antara molekul zat cair dan lempeng. Dengan demikian permukaan atas fluida bergerak dengan laju v yang sama seperti lempeng yang atas, sementara fluida yang bersentuhan dengan lempeng yang diam tetap diam. Perubahan kecepatan dibagi dengan jarak terjadinya perubahan dinyatakan

dengan gradient kecepatan (v/l), untuk menggerakkan lempeng yang atas dibutuhkan gaya sebesar:

$$F = \frac{\eta v A}{L}$$

$$\eta = \frac{FL}{Av} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

η = koefisien viskositas (cP)

v = kecepatan fluida (cm/s)

A = luas fluida yang bersentuhan dengan setiap lempeng (cm^2)

L = jarak antara kedua lempeng (cm)

F = gaya tarik lempeng (dyne)

Satuan SI untuk η adalah $\text{Ns/m}^2 = \text{Pa.s}$ (Pascal.sekon), pada sistem cgs satuan tersebut dyne.s/cm^2 disebut dengan *poise* (P). koefisien viskositas sering dinyatakan dalam sentipoise (cP).

Tabel 2.1

Koefisien viskositas untuk berbagai fluida

No	Fluida	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Koefisien viskositas (Pa.s)
1	Air	0	$1,8 \times 10^{-3}$
		20	$1,0 \times 10^{-3}$
		100	$0,3 \times 10^{-3}$
2	Darah utuh	37	$4,0 \times 10^{-3}$
3	Plasma darah	37	$1,5 \times 10^{-3}$
4	Ethyl alkohol	20	$1,2 \times 10^{-3}$
5	Oli mesin	30	200×10^{-3}

	(SAE 10)		
6	Gliserin	20	1500×10^{-3}
7	Udara	20	$0,018 \times 10^{-3}$
8	Hidrogen	0	$0,009 \times 10^{-3}$
9	Uap air	100	$0,013 \times 10^{-3}$
1 pa.s = 10 P = 1000 cP			

b. Hukum Poiseuille

Suatu fluida tidak kental bisa mengalir melalui pipa yang bertingkat tanpa adanya gaya yang diberikan. Pada fluida kental (viskos) diperlukan perbedaan tekanan antara ujung-ujung pipa untuk menjaga kesinambungan aliran, apakah air atau oli pada pipa atau darah pada sistem sirkulasi manusia.

Banyaknya debit atau cairan yang mengalir per satuan waktu (Q) melalui penampang melintang berbentuk silinder berjari-jari r , yang panjangnya l , selain ditentukan oleh beda tekanan (ΔP) pada kedua ujung yang memberikan gaya pengaliran juga ditentukan oleh viskositas cairan dan luas penampang pipa. Hubungan tersebut dirumuskan oleh Poiseuille yang dikenal dengan hukum Poiseuille sebagai berikut:

$$Q = \frac{(\Delta P)\pi r^4}{8\eta l} \dots\dots\dots (2)$$

Bruce R. Murson (2003:420), untuk suatu penurunan tekanan per satuan panjang yang diberikan, laju volume aliran berbanding terbalik

dengan viskositas dan sebanding dengan jari-jari tabung pangkat empat. atau dapat pula dinyatakan dengan persamaan:

$$\frac{V}{t} = \frac{(\Delta P)\pi r^4}{8\eta l} \dots\dots\dots(3)$$

dengan:

Q = volume fluida yang mengalir tiap satuan waktu (cm^3/s)

V = volume cairan yang melewati pipa (cm^3)

t = waktu (s)

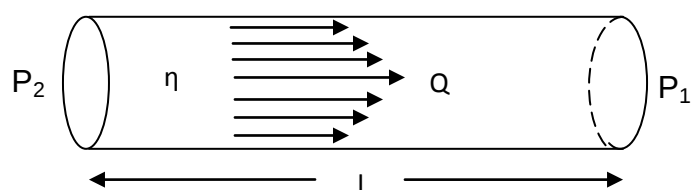
r = jari-jari pipa (cm)

l = panjang pipa (cm)

$\Delta P = P_2 - P_1$ = perbedaan tekanan kedua ujung pipa (dyne/cm^2)

η = Koefisien Viskositas (centipoise)

Berdasarkan hukum Poiseuille di atas memperlihatkan bahwa Q berbanding terbalik dengan viskositas cairan. Makin besar viskositas, hambatan aliran juga semakin besar sehingga Q menjadi rendah. Kecepatan aliran volume juga sebanding dengan gradient tekanan $\Delta P/l$ dan pangkat empat jari-jari pipa. Ini berarti bahwa jika r diperkecil sehingga menjadi setengahnya, maka akan dibutuhkan 16 kali lebih besar tekanan untuk memompa cairan lewat pipa pada kecepatan aliran volume semula.



Gambar 2.4 Profil aliran zat cair seperti darah dalam pembuluh

Hubungan yang menarik dari ketergantungan r^4 ini adalah aliran darah dalam pembuluh pada tubuh manusia. Tubuh manusia mengendalikan aliran darah dengan pita-pita kecil otot yang mengelilingi arteri. Jika diameter pembuluh arteri berkurang, misalnya sebagai akibat pengerasan arteri dan tertumpuknya kolesterol, maka kecepatan aliran volume darah sangat berkurang sehingga akan menaikkan tekanan darah atau menambah regangan jantung untuk mempertahankan kecepatan aliran darah yang sama. Timbulnya penyakit darah tinggi merupakan indikasi bahwa jantung bekerja lebih keras dan kecepatan aliran darah diperkecil.

c. Hukum Stokes

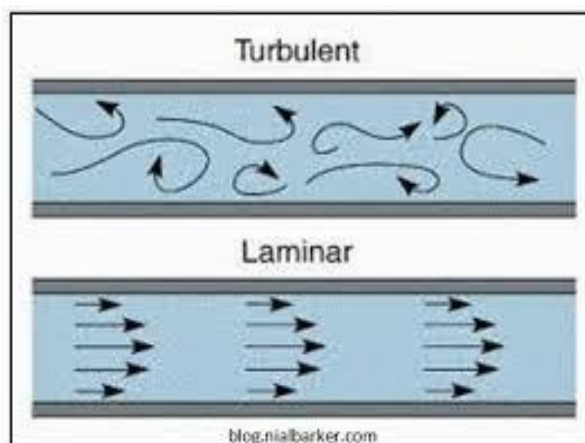
Peter Soedjo (2004:49) pada dasarnya hambatan gerakan benda di dalam fluida itu disebabkan oleh gaya gesekan antara bagian fluida yang melekat ke permukaan benda dengan bagian fluida di sebelahnya dimana gaya gesekan itu sebanding dengan koefisien viskositas (η) fluida, radius bola (r), dan kecepatan relatif terhadap fluida (v). Bila dianalisa selengkapnya, maka persamaan untuk gaya viskositas adalah:

$$F = 6\pi r\eta v \dots\dots\dots (4)$$

Persamaan ini pertama kali dinyatakan oleh Sir George Stokes pada tahun 1845 yang kemudian dikenal dengan hukum Stokes.

d. Bilangan Reynolds

Hukum Poiseuille berlaku hanya untuk aliran laminar (harga bilangan Reynold=2000) dengan viskositas konstan yang tidak dipengaruhi kecepatan aliran. Aliran laminar (*laminar flow*) atau aliran kental adalah aliran yang salah satu lapisannya bergeser relatif perlahan terhadap lapisan yang lain. Aliran ini secara umum menggambarkan kecepatan aliran kecil melalui sebuah pipa dengan diameter kecil. Aliran yang tidak laminar adalah arus pusar yang lazim disebut aliran turbulen (*turbulent flow*). Aliran ini menggambarkan kecepatan aliran cukup besar melalui pipa dengan diameter besar.



Gambar 2.5 Jenis aliran fluida

Perubahan dari aliran laminar ke turbulen sering kali terjadi secara tiba-tiba. Pola aliran stabil pada kecepatan aliran rendah dapat tiba-tiba menjadi tidak stabil ketika mencapai kecepatan kritis. Ketidakteraturan pola aliran ini dapat disebabkan karena kekasaran dinding pipa atau perbedaan rapatannya fluida. Pada kecepatan aliran

rendah gangguan tidak terlalu berpengaruh sehingga pola aliran cenderung stabil dan tetap pada keadaan laminar.

Untuk memperkirakan apakah aliran akan turbulen diperoleh dengan menghitung besaran tak berdimensi yang dinyatakan dengan bilangan *Reynolds* (Re), yaitu:

$$Re = \frac{2Rdv}{\eta} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

R = jari-jari pipa (cm)

d = rapatuan cairan (gr/cm³)

v = kecepatan rata-rata cairan sepanjang pipa (cm/s)

η = koefisien viskositas (cP)

Jika harga $Re > 4000$, maka alirannya termasuk turbulen, sebaliknya jika nilai $Re < 2000$, aliran tersebut dinyatakan sebagai aliran laminar. Sedangkan jika harga Re terletak antara 2000-4000 maka aliran tersebut dinyatakan sebagai aliran transisi.

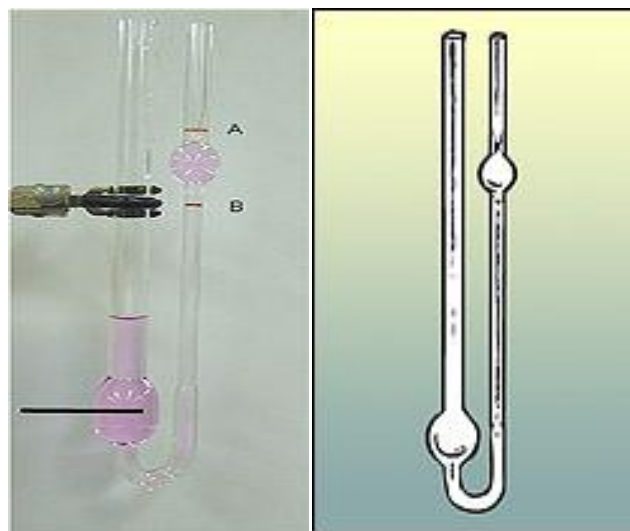
e. Pengukuran Viskositas

Viskometer merupakan peralatan yang digunakan untuk mengukur viskositas suatu fluida. Viskositas cairan dapat ditentukan dengan beberapa cara, di antaranya dapat dilakukan dengan viskositas kapiler Ostwald dan viskositas bola jatuh.

1) Viskositas Ostwald

Metode ini ditentukan berdasarkan hukum Poiseuille menggunakan alat viskositas. Penerapannya dilakukan dengan jalan mengukur

waktu yang diperlukan untuk mengalirnya suatu cairan dalam pipa kapiler dengan gaya yang disebabkan oleh berat cairan itu sendiri dari A ke B. sejumlah tertentu cairan yang akan diukur viskositasnya dimasukkan kedalam viskometer yang diletakkan pada thermostat. Cairan kemudian diisap dengan pompa ke dalam bola bagian atas sampai di atas tanda A seperti gambar di bawah.



Gambar 2.6 Viskometer Ostwald

Cairan dibiarkan mengalir ke bawah dan waktu yang diperlukan dari A ke B dicatat menggunakan stopwatch. Viskositas dihitung sesuai persamaan Poiseuille berikut:

$$\eta = \frac{\pi Pr^4 t}{8Vl} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

t = waktu yang diperlukan cairan bergerak dalam pipa (s)

V = volume cairan (cm³)

l = panjang cairan dalam pipa (cm)

r = jari-jari pipa (cm)

P = perbedaan tekanan aliran kedua ujung pipa (dyne/cm^2)

Pengukuran viskositas yang tepat dengan cara di atas sulit dicapai.

Hal ini disebabkan harga r dan l sukar ditentukan secara tepat.

Kesalahan pengukuran terutama r , sangat besar pengaruhnya

karena harga ini dipangkatkan empat. Untuk menghindari

kesalahan tersebut dalam praktiknya digunakan suatu cairan

pembanding. Cairan yang paling sering digunakan sebagai

pembanding adalah air. Untuk dua cairan yang berbeda dengan

pengukuran alat yang sama, diperoleh hubungan:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\pi P_1 r^4 t_1}{8Vl} \times \frac{8Vl}{\pi P_2 r^4 t_2} = \frac{P_1 t_1}{P_2 t_2}$$

Karena tekanan berbanding lurus dengan rapat cairan (d), maka

berlaku:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2} \dots\dots\dots (7)$$

Jadi, bila η dan d cairan pembanding diketahui, maka

dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk mengalir kedua

cairan melalui alat yang sama dapat ditentukan η cairan yang

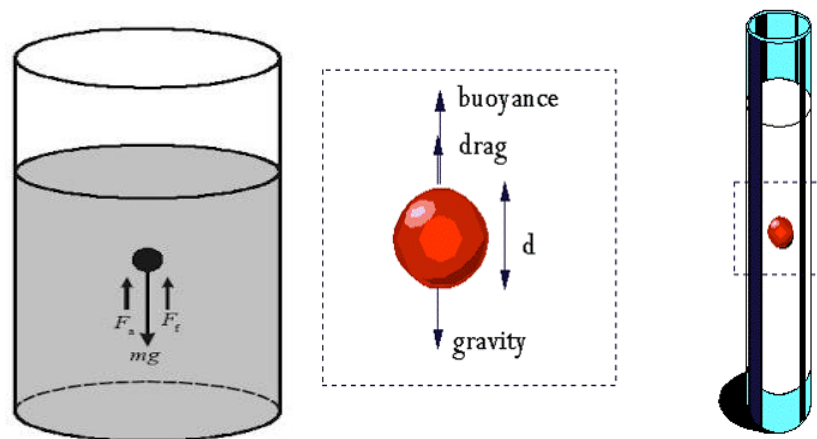
sudah diketahui rapatannya.

2) viskositas Bola Jatuh

Sebuah bola yang bergerak jatuh didalam fluida yang kental

bekerja tiga macam gaya, yaitu :

1. Gaya gravitasi atau gaya berat (w). gaya inilah yang menyebabkan benda bergerak ke bawah dengan suatu percepatan.
2. Gaya apung (*buoyant force*) atau gaya Archimedes (B). arah gaya ini keatas dan besarnya sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda itu.
3. Gaya gesek (*Frictional force*) F_g , arahnya keatas.



Gambar 2.7 Viskositas bola jatuh

Makin cepat gerakannya, makin besar gaya gesekannya sehingga gaya berat itu tepat seimbang dengan gaya gesekan dan jatuhnya bola dengan kecepatan terminal, misal massa jenis bola (ρ) dan massa jenis fluida (ρ'), berlaku persamaan:

$$\Sigma F_y = 0 \dots\dots\dots (8)$$

$$W - F_a - F_s = 0$$

$$F_a + F_s = w$$

$$V\rho'g + 6\pi r\eta v = mg$$

Karena benda berbentuk bola, volume bola adalah:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

Massa jenis bola (ρ)

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$m = \rho \cdot V = \rho \frac{4}{3} \pi r^3$, maka:

$$\frac{4}{3} \pi r^3 \rho' g + 6 \pi r \eta v = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g$$

Dengan ρ adalah massa jenis bola, sehingga persamaannya menjadi:

$\frac{4}{3} \pi r^3 \rho g - \frac{4}{3} \pi r^3 \rho' g = 6 \pi r \eta v$, didapat:

$$\eta = \frac{2(\rho - \rho')gr^2}{9v} \dots\dots\dots (9)$$

Satuan koefisien viskositas adalah Pa.s (Poise), untuk menghormati ilmuwan perancis yang bernama Jean Louis Marie Poiseuille.

Keterangan:

η = Koefisien viskositas (cP)

r = Jari-jari bola (cm)

ρ = Massa jenis bola (gr/cm³)

ρ' = Massa jenis zat cair (gr/cm³)

v = Kecepatan (cm/s)

g = percepatan gravitasi (cm/s²)

f. Pengaruh Suhu Terhadap Viskositas

Viskositas merupakan besaran yang harganya tergantung pada jenis cairan dan suhu. Pada kebanyakan fluida cair, bila suhu cairan naik maka viskositas akan turun, dan sebaliknya bila temperatur turun maka viskositas akan naik. Hubungan koefisien viskositas suatu cairan dan suhu dirumuskan oleh Arrhenius dengan persamaan:

$$\eta = Ae^{\frac{E_a}{RT}} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

A = konstanta untuk cairan tertentu

E_a = energi pengaktifan (J)

R = tetapan gas ideal (8.314J/K mol)

T = suhu mutlak (K)

Tabel 2.2

Viskositas cairan pada suhu berbeda dengan satuan centipoise (cP)

Cairan	Suhu °C			
	0	20	25	37
Air	1,793	1,005	0,895	-
Etanol	1,77	1,194	1,09	-
Benzena	0,91	0,64	0,61	-
Gliserin	10590	1490	945	-
Kloroform	-	0,563	-	-
Aceton	-	0,32	-	-
Darah	-	-	-	4,0
Plasma darah	-	-	-	1,5

3. Keterampilan Proses Sains

a. Pengertian Keterampilan Proses

Pembelajaran adalah suatu proses interaksi atau hubungan timbal balik antara guru dengan siswa. Tercapainya tujuan pembelajaran ditandai oleh tingkat penguasaan kemampuan dan pembentukan kepribadian. Proses pembelajaran melibatkan berbagai kegiatan dan tindakan yang perlu dilakukan oleh siswa untuk memperoleh hasil belajar yang baik. Kesempatan untuk melakukan kegiatan dan perolehan hasil belajar ditentukan oleh pendekatan yang digunakan oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran.

Belajar bukan menghafal dan bukan pula mengingat. Belajar adalah suatu proses yang ditandai dengan adanya perubahan pada diri seseorang. Perubahan sebagai hasil proses dapat ditunjukkan dalam berbagai bentuk seperti berubah pengetahuannya, pengalamannya, sikap dan tingkah lakunya, keterampilannya, kecakapan dan kemampuannya, daya reaksinya, daya penerimaannya, dan lain-lain aspek pada diri individu.

Menurut Oemar Hamalik (2009;149) Pendekatan Keterampilan Proses adalah pendekatan pembelajaran yang bertujuan mengembangkan sejumlah kemampuan fisik dan mental sebagai dasar untuk mengembangkan kemampuan yang lebih tinggi pada diri siswa.

Sedangkan menurut Mulyasa (2005:99) pendekatan keterampilan proses merupakan pembelajaran pendekatan yang menekankan pada proses belajar, aktivitas dan kreativitas peserta didik dalam memperoleh pengetahuan, keterampilan, nilai dan sikap, serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari yang dibutuhkan untuk memperoleh hasil (perolehan) sehingga anak-anak mampu menemukan dan mengembangkan sendiri pengetahuan yang berupa fakta dan konsep.

Sejalan dengan Dimiyati (2002:138), mengatakan bahwa pendekatan keterampilan proses dimaksudkan untuk mengembangkan kemampuan yang dimiliki oleh siswa adalah :

Pendekatan keterampilan proses memberikan kepada pengertian yang tepat tentang hakekat ilmu pengetahuan siswa dapat mengalami rangsangan ilmu pengetahuan dan dapat lebih baik mengerti fakta dan konsep ilmu pengetahuan

Menurut Setiawan (2002:16), pendekatan keterampilan proses pada hakikatnya adalah suatu pengelolaan kegiatan belajar mengajar yang berfokus pada pelibatan siswa secara aktif dan kreatif dalam proses pemerolehan hasil belajar.

Kurniati (2001:11) Mengatakan bahwa: Pendekatan keterampilan proses adalah pendekatan yang memberikan kesempatan kepada siswa agar dapat menemukan fakta-fakta, membangun konsep-konsep melalui kegiatan dan pengalaman seperti ilmuwan.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa pendekatan keterampilan proses adalah pendekatan pembelajaran yang bertujuan mengembangkan kemampuan yang melibatkan siswa secara aktif dan kreatif, sehingga siswa dapat menemukan fakta dan konsep dengan jalan mengembangkan keterampilan dan kemampuan yang ada.

Keterampilan proses dibagi menjadi dua tingkatan:

1) Keterampilan proses tingkat dasar (*basic science process skill*)

Keterampilan proses tingkat dasar meliputi: observasi, klasifikasi, komunikasi, pengukuran, prediksi, dan inferensi.

2) Keterampilan proses terpadu (*integrated science process skill*)

Keterampilan proses terpadu meliputi: menentukan variabel, menyusun tabel data, menyusun grafik, memberi hubungan variabel, memproses data, menganalisis penyelidikan, menyusun hipotesis, menentukan variabel secara operasional, merencanakan penyelidikan, dan melakukan eksperimen.

a) Keterampilan Proses Dasar

Dimyati (2013:140) keterampilan proses tingkat dasar terdiri dari enam keterampilan yakni: mengobservasi, mengklasifikasi, mengkomunikasikan, mengukur, memprediksi, dan menyimpulkan.

1) Keterampilan Mengamati (Observasi)

Melalui kegiatan mengamati, kita belajar tentang dunia sekitar kita yang fantastis. Manusia mengamati obyek-obyek dan

fenomena alam dengan pancaindra: penglihatan, pendengaran, perabaan, penciuman, dan perasa. Informasi yang kita peroleh, dapat menuntut keingintahuan, mempertanyakan, memikirkan, melakukan interpretasi tentang lingkungan kita, dan meneliti lebih lanjut. Selain itu, kemampuan mengamati merupakan keterampilan paling dasar dalam proses dan memperoleh ilmu pengetahuan serta merupakan hal terpenting untuk mengembangkan keterampilan-keterampilan proses yang lain. Mengamati merupakan tanggapan kita terhadap berbagai objek dan peristiwa alam dengan menggunakan pancaindra. Dengan kata lain, melalui observasi kita mengumpulkan data tentang tanggapan-tanggapan kita.

Mengamati memiliki dua sifat utama, yakni sifat kualitatif dan sifat kuantitatif. Mengamati bersifat kualitatif apabila dalam pelaksanaannya hanya menggunakan pancaindra untuk memperoleh informasi. Contoh, menentukan warna (penglihatan), mengenali suara jengkerik (pendengaran), membandingkan rasa manis gula dengan sakarin (perasa), menentukan kasar halus suatu objek (perabaan), membedakan bau jahe dengan bau lengkuas (penciuman). Mengamati bersifat kuantitatif apabila dalam pelaksanaannya selain menggunakan pancaindra, juga menggunakan

peralatan lain yang memberikan informasi khusus dan tepat. Contoh, menghitung panjang ruang kelas dengan satuan ukuran tegel, menentukan suhu air yang mendidih dengan bantuan thermometer, membedakan luas daerah satu dengan daerah lain, dan kegiatan lain yang sejenis.

2) Keterampilan Mengklasifikasi (menggolongkan)

Agar kita memahami sejumlah besar objek, peristiwa, dan segala yang ada dalam kehidupan disekitar kita, lebih mudah apabila menentukan berbagai jenis golongan. Kita menentukan golongan dengan mengamati persamaan, perbedaan, perbedaan, dan hubungan serta pengelompokan objek berdasarkan kesesuaian dengan berbagai tujuan. Syarat-syarat dasar dari berbagai sistem pengelompokan adalah bahwa hal itu berguna sepenuhnya. Mengklasifikasikan merupakan keterampilan proses untuk memilah berbagai objek peristiwa berdasarkan sifat-sifat khususnya, sehingga didapatkan golongan sejenis dari objek peristiwa yang dimaksud. Contoh: mengklasifikasi makhluk hidup selain manusia menjadi dua kelompok: binatang dan tumbuhan, mengklasifikasikan binatang menjadi binatang beternak dan bertelur, mengklasifikasikan cat berdasarkan warna, dan kegiatan lain yang sejenis.

3) Keterampilan mengkomunikasikan

Keterampilan berkomunikasi dengan orang lain merupakan dasar untuk segala yang kita kerjakan. Grafik, bagan, peta, lambang-lambang, diagram, persamaan matematik dan demonstrasi visual, sama baiknya dengan kata-kata yang ditulis atau dibicarakan, semuanya adalah cara-cara komunikasi yang sering kali digunakan dalam ilmu pengetahuan. Komunikasi efektif yang jelas, tepat dan tidak samar-samar menggunakan keterampilan-keterampilan yang perlu dalam komunikasi, hendaknya dilatih dan dikembangkan pada diri siswa. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa semua orang mempunyai kebutuhan untuk mengemukakan ide, perasaan, dan kebutuhan lain pada diri kita. Manusia mulai belajar pada awal-awal kehidupan bahwa komunikasi merupakan dasar untuk memecahkan masalah. Mengkomunikasikan dapat diartikan sebagai menyampaikan dan memperoleh fakta, konsep, dan prinsip ilmu pengetahuan dalam bentuk suara , visual, atau suara visual. Contoh mendiskusikan suatu masalah, membuat laporan, membaca peta, dan kegiatan lain yang sejenis.

4) Keterampilan Mengukur

Mengukur, berapa banyak? Berapa jaraknya? Berapa ukurannya? Berapa jumlahnya? Pertanyaan-pertanyaan ini

sering kita dengar atau ajukan dalam kehidupan sehari-hari, dan kita perlu untuk memiliki kemampuan menjawabnya dengan mudah. Pengembangan yang baik terhadap keterampilan mengukur merupakan hal yang terpenting dalam membina observasi kuantitatif, mengklasifikasikan, dan membandingkan segala sesuatu disekeliling kita, serta mengkomunikasikan secara tepat dan efektif kepada yang lain. Mengukur dapat diartikan sebagai membandingkan yang diukur dengan satuan ukuran tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya. Contoh: mengukur panjang garis, mengukur berat badan, mengukur temperature kamar, dan kegiatan lain yang sejenis.

5) Keterampilan Memprediksi

Suatu prediksi merupakan suatu ramalan dari apa yang kemudian hari mungkin dapat diamati. Untuk dapat membuat prediksi yang dapat dipercaya tentang objek dan peristiwa, maka dapat dilakukan dengan memperhitungkan penentuan secara tepat perilaku terhadap lingkungan kita. Keteraturan dalam lingkungan kita mengizinkan untuk mengenal pola-pola dan untuk memprediksi terhadap pola-pola apa yang mungkin dapat diamati kemudian hari. Memprediksi dapat diartikan sebagai mengantisipasi atau membuat ramalan tentang segala hal yang akan terjadi pada waktu mendatang,

berdasarkan perkiraan pada pola atau kecenderungan tertentu, atau hubungan antara fakta, konsep, dan prinsip dalam ilmu pengetahuan. Contoh: berdasarkan pola-pola waktu terbitnya matahari yang telah diobservasi dapat diprediksikan waktu terbitnya matahari pada tanggal tertentu, memprediksi waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tertentu dengan menggunakan kendaraan yang kecepatannya tertentu, dan kegiatan lain yang sejenis.

6) Keterampilan Menyimpulkan (Inferensi)

Kita mempunyai suatu penghargaan dan penghayatan yang lebih baik terhadap lingkungan kita, jikalau kita mampu menjabarkan dan menjelaskan segala sesuatu yang membahagiakan dari sekitar kita. Kita belajar untuk mengenal pola-pola dan memperkirakan pola-pola ini akan terjadi lagi pada kondisi yang sama. Pada umumnya perilaku manusia didasarkan pada pembuatan kesimpulan tentang kejadian-kejadian. Contoh: belajar merupakan suatu kesimpulan yang dibuat dari perubahan dalam perilaku pembelajar yang diamati. Menyimpulkan dapat diartikan sebagai suatu keterampilan untuk memutuskan keadaan suatu objek atau peristiwa berdasarkan fakta, konsep, dan prinsip yang diketahui. Kegiatan yang menampakkan keterampilan menyimpulkan, antara lain: berdasarkan pengamatan

diketahui bahwa api lilin mati setelah ditutup dengan gelas rapat-rapat, siswa dapat menyimpulkan bahwa lilin dapat menyala bila ada oksigen. Yaitu kemampuan menarik kesimpulan dengan menggunakan logika induktif dari data yang telah terkumpul melalui hasil observasi. Menyimpulkan dapat diartikan sebagai suatu keterampilan untuk memutuskan keadaan suatu objek atau peristiwa berdasarkan fakta, konsep dan prinsip yang diketahui.

Kegiatan yang menampakkan keterampilan menyimpulkan misalnya: berdasarkan pengamatan diketahui bahwa lilin mati setelah ditutup dengan gelas rapat-rapat. Peserta didik dapat menyimpulkan bahwa lilin bisa menyala apabila ada oksigen. Kegiatan menyimpulkan dalam kegiatan belajar mengajar dilakukan sebagai pengembangan keterampilan peserta didik yang dimulai dari kegiatan observasi lapangan tentang apa yang ada di alam ini.

Menurut Rezba (2001), keenam keterampilan proses dasar di atas terintegrasi secara bersama-sama ketika ilmuwan merancang dan melakukan penelitian, maupun dalam kehidupan sehari-hari. Semua komponen keterampilan proses dasar penting baik secara parsial maupun ketika terintegrasi secara bersama-sama. Keterampilan proses dasar merupakan pondasi bagi terbentuknya landasan

berpikir logis. Oleh karena itu, sangat penting dimiliki dan dilatihkan bagi siswa sebelum melanjutkan ke keterampilan proses yang lebih rumit dan kompleks.

b) Keterampilan proses terpadu (terintegrasi)

Dimiyati (2002). Keterampilan proses terintegrasi pada hakekatnya merupakan keterampilan-keterampilan yang diperlukan untuk melakukan penelitian. Sepuluh keterampilan terpadu/terintegrasi meliputi mengidentifikasi variabel, membuat tabulasi data, menyajikan data dalam bentuk grafik, menggambarkan hubungan antar variabel, mengumpulkan dan mengolah data, menganalisis penelitian, menyusun hipotesis, mendefinisikan variabel secara operasional, merancang penelitian, dan melaksanakan eksperimen.

1). Mengenal Variabel

Sebelum melakukan penelitian (riset) perlu mengenali variabel terlebih dahulu. Ada dua variabel yang perlu dikenal, Yakni: variabel termanipulasi dan variabel terikat. Pengenalan variabel berguna untuk merumuskan hipotesa penelitian. Variabel merupakan konsep yang mempunyai variasi nilai atau segala sesuatu yang dapat berubah dalam satu situasi. Variabel bebas yakni variabel yang diselidiki pengaruhnya. Dengan kata lain variabel bebas atau variabel termanipulasi dapat kita artikan sebagai variabel

yang dengan sengaja diubah-ubah dalam suatu situasi dan diselidiki pengaruhnya. Variabel terikat atau variabel hasil yakni variabel yang diramalkan akan timbul dalam hubungan yang fungsional, sebagai pengaruh dari variabel bebas. Kegiatan yang dapat dilaksanakan untuk mengembangkan keterampilan mengenali variabel diantaranya adalah menentukan variabel yang ada dalam suatu pernyataan, membedakan suatu pernyataan sebagai suatu variabel bebas atau terikat, dan memberikan contoh variabel.

2). Membuat Tabel Data

Setelah melaksanakan pengumpulan data, seorang peneliti harus mampu membuat tabel data. Keterampilan membuat tabel data perlu dibelajarkan kepada siswa karena fungsinya yang penting untuk menyajikan data yang diperlukan peneliti. Kegiatan yang dilaksanakan untuk mengembangkan keterampilan membuat tabel data di antaranya adalah membuat tabel frekuensi, menyelidiki data, dan membuat tabel silang.

3). Membuat Grafik

Untuk memudahkan dan lebih meningkatkan daya tarik penyajian data, seringkali kita memvisualisasikan data dalam bentuk grafik. Keterampilan membuat grafik adalah

kemampuan mengolah data untuk disajikan dalam bentuk visualisasi garis atau bidang datar dengan variabel termanipulasi selalu pada sumbu datar dan variabel hasil selalu ditulis sepanjang sumbu vertikal. Kegiatan yang dapat dilaksanakan untuk mengembangkan keterampilan membuat grafik diantaranya adalah membaca data dalam tabel, membuat grafik garis, membuat grafik balok, dan membuat grafik bidang lain.

4). Menggambarkan Hubungan Antar-Variabel

Hubungan antar variabel dalam penelitian perlu dideskripsikan oleh setiap peneliti. Keterampilan menggambarkan hubungan antar variabel dapat diartikan sebagai kemampuan mendeskripsikan hubungan antara variabel termanipulasi dengan variabel hasil. Kegiatan yang dapat dilaksanakan untuk mengembangkan keterampilan menggambarkan hubungan antar variabel diantaranya adalah: menggambarkan hubungan variabel simetris, menggambarkan hubungan variabel timbal-balik, dan hubungan variabel simetris.

5). Mengumpulkan dan Mengolah Data

Keterampilan mengumpulkan dan mengolah data diperlukan untuk pengukuran dan pengujian hipotesis. Keterampilan mengumpulkan dan mengolah data adalah

kemampuan memperoleh informasi atau data dari orang atau sumber informasi lain dengan cara lisan, tertulis, atau pengamatan dan mengkajinya lebih lanjut secara kuantitatif atau kualitatif sebagai dasar pengujian hipotesis atau penyimpulan. Untuk mengembangkan keterampilan mengumpulkan dan mengolah data dapat melalui kegiatan yang diantaranya adalah membuat instrument pengumpulan data, mentabulasi data, menghitung nilai kai kuadrat, menentukan tingkat signifikasi hasil perhitungan, dan kegiatan lain yang sejenis.

6). Menganalisis Penelitian

Keterampilan menganalisis penelitian merupakan kemampuan menelaah laporan penelitian orang lain untuk meningkatkan pengenalan terhadap unsur-unsur penelitian. Kegiatan yang dapat dilaksanakan untuk mengembangkan keterampilan menganalisis diantaranya adalah mengenali variabel, mengenali runusan hipotesis, dan kegiatan lain yang sejenis.

7). Menyusun Hipotesa

Pentingnya keterampilan menyusun hipotesis dalam pelaksanaan penelitian, menyebabkan penting pula untuk dimiliki oleh para cara calon penyalidik/siswa. Keterampilan menyusun hipotesis dapat diartikan sebagai kemampuan

untuk menyatakan "dugaan yang dianggap benar" mengenai adanya suatu faktor yang terdapat dalam satu situasi, maka akan ada akibat tertentu yang dapat diduga akan timbul. Keterampilan menyusun hipotesa menghasilkan rumusan dalam bentuk kalimat pernyataan. Kegiatan yang dapat dilaksanakan untuk mengembangkan keterampilan menyusun hipotesa di antaranya adalah menyusun hipotesis kerja, menyusun hipotesis nol, memperbaiki rumusan suatu hipotesis, atau kegiatan sejenis lainnya.

8). Mendefinisikan Variabel

Keterampilan mendefinisikan variabel secara operasional dapat diartikan sebagai kemampuan mendeskripsikan variabel beserta segala atribut sehingga tidak menimbulkan penafsiran ganda. Kegiatan yang dapat dilaksanakan untuk mengembangkan keterampilan mendefinisikan variabel di antaranya adalah mengenal atribut variabel bebas, mendefinisikan variabel bebas, membatasi lingkup variabel terikat, dan kegiatan lain yang sejenis.

9). Merancang Penelitian

Ilmu pengetahuan dan teknologi terlahir dari sejumlah penelitian yang mendahuluinya. Hasil penelitian boleh jadi mengkonstruksikan suatu ilmu pengetahuan atau

merekonstruksi ilmu pengetahuan. Agar suatu penelitian dapat dilaksanakan secara baik dan menghasilkan sesuatu yang berguna dan bermakna, maka diperlukan adanya rancangan penelitian. Rancangan penelitian ini diharapkan selalu dibuat pada setiap kegiatan penelitian. Merancang penelitian dapat diartikan sebagai suatu kegiatan untuk mendeskripsikan variabel-variabel yang dimanipulasi dan direspon dalam penelitian secara operasional, kemungkinan dikontrolnya variabel hipotesis yang diuji dan cara pengujiannya, serta hasil yang diharapkan dari penelitian yang akan dilaksanakan. Kegiatan yang mencakup dalam keterampilan merancang penelitian adalah:

- a) Mengenali, menentukan, dan merumuskan masalah yang akan diteliti.
- b) Merumuskan satu atau lebih "dugaan yang dianggap benar" ini disebut menyusun hipotesis.
- c) Menyusun hipotesis dapat dilakukan dengan mendasarkan dugaan pada pengalaman sebelumnya atau observasi atau intuisi.
- d) Memilih alat/instrument yang tepat untuk membuktikan kebenaran hipotesis yang dirumuskan.

10). Bereksperimen

Bereksperimen dapat diartikan sebagai keterampilan untuk mengadakan pengujian terhadap ide-ide yang bersumber dari fakta, konsep, dan prinsip ilmu pengetahuan sehingga dapat diperoleh informasi yang menerima atau menolak ide-ide itu. Contoh yang menampakkan keterampilan bereksperimen antara lain: menguji kebenaran pernyataan bahwa semua zat memuai bila terkena panas, menanam tanaman yang terkena sinar matahari langsung dan yang tidak langsung terkena sinar matahari.

Tabel 2.3

Jenis Keterampilan Proses

No	Jenis Keterampilan Proses Menurut Para Ahli	
	Menurut	Jenis Keterampilan Proses
1	Dimiyati	<u>Keterampilan dasar:</u> Observasi, klasifikasi, prediksi, mengukur, menyimpulkan, mengkomunikasikan. <u>Keterampilan terpadu:</u> Mengidentifikasi variabel, membuat tabulasi data, menyajikan data dalam grafik, menggambarkan hubungan antara variabel, mengumpulkan dan

		mengolah data, menganalisa penelitian, menyusun hipotesa, mendefinisikan variabel, merancang penelitian, dan melaksanakan eksperimen.
2	Oemar Hamalik	Mengamati, mengklasifikasi, menginterpretasi, meramalkan, menerapkan, merencanakan penelitian, mengkomunikasikan.
3	Setiawan	Mengamati, menghitung, mengukur, mengklasifikasi, menemukan hubungan, menyusun hipotesa, melaksanakan percobaan, mengumpulkan dan menganalisa data, menginterpretasi data, mengkomunikasikan data.
4	Mulyasa	Mengobservasi, menghitung, mengukur, mengklasifikasi, mencari hubungan ruang atau waktu, membuat hipotesa, merencanakan eksperimen, mengendalikan variabel, menginterpretasi/menafsirkan data, inferensi, meramalkan atau

		memprediksi, mengaplikasikan, mengkomunikasikan.
5	Kurniati	Pengamatan, menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis, menjelaskan hasil percobaan, mendiskusikan hasil penelitian, menggambarkan data dalam grafik, membaca grafik.

Berdasarkan yang telah diuraikan oleh para ahli di atas, maka penulis menyimpulkan bahwa jenis keterampilan proses yaitu:

- 1) Pengamatan (observasi)
- 2) Menggolongkan (klasifikasi)
- 3) Meramalkan, menyusun hipotesis (prediksi)
- 4) Mengukur
- 5) Menghitung
- 6) Menyajikan dalam grafik
- 7) Menafsirkan/interpretasi data
- 8) Mengkomunikasikan

b. Langkah-langkah Melaksanakan Keterampilan Proses

Untuk dapat melaksanakan kegiatan keterampilan proses dalam pembelajaran guru harus melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pendahuluan atau pemanasan

Tujuan dilakukan kegiatan ini adalah mengarahkan peserta didik pada pokok permasalahan agar mereka siap, baik mental emosional maupun fisik. Kegiatan pendahuluan atau pemanasan tersebut berupa :Pengulasan atau pengumpulan bahan yang pernah dialami peserta didik yang ada hubungannya dengan bahan yang akan diajarkan. Kegiatan menggugah dan mengarahkan perhatian peserta didik dengan mengajukan pertanyaan, pendapat dan saran, menunjukkan gambar atau benda lain yang berhubungan dengan materi yang akan diberikan.

2, Pelaksanaan proses belajar mengajar atau bagian inti

Dalam kegiatan proses pembelajaran suatu materi, seperti yang dikemukakan di depan hendaknya selalu mengikutsertakan secara aktif akan dapat mengembangkan kemampuan proses berupa mengamati, mengklasifikasi, menginteraksikan, meramalkan, mengaplikasikan konsep, merencanakan dan melaksanakan penelitian serta

mengkomunikasikan hasil perolehannya yang pada dasarnya telah ada pada diri peserta didik.

Sedangkan menurut Djamarah (2002:92) kegiatan-kegiatan yang tergolong dalam langkah-langkah proses belajar mengajar atau bagian inti yang bercirikan keterampilan proses, meliputi :

- 1). Menjelaskan bahan pelajaran yang diikuti peragaan, demonstrasi, gambar, modal, bangun yang sesuai dengan keperluan. Tujuan kegiatan ini adalah untuk mengembangkan kemampuan mengamati dengan cepat, cermat dan tepat.
- 2). Merumuskan hasil pengamatan dengan merinci, mengelompokkan atau mengklasifikasikan materi pelajaran yang diserap dari kegiatan pengamatan terhadap bahan pelajaran tersebut.
- 3). Menafsirkan hasil pengelompokkan itu dengan menunjukkan sifat, hal dan peristiwa atau gejala yang terkandung pada tiap-tiap kelompok.
- 4). Meramalkan sebab akibat kejadian perihai atau peristiwa lain yang mungkin terjadi di waktu lain atau mendapat suatu perlakuan yang berbeda.

- 5). Menerapkan pengetahuan keterampilan sikap yang ditentukan atau diperoleh dari kegiatan sebelumnya pada keadaan atau peristiwa yang baru atau berbeda.
- 6). Merencanakan penelitian umpamanya mengadakan percobaan sehubungan dengan masalah yang belum terselesaikan.
- 7). Mengkomunikasikan hasil kegiatan pada orang lain dengan diskusi, ceramah mengarang dan lain-lain.

3. Penutup

Setelah melaksanakan proses belajar tersebut, hendaknya sebagai seorang pendidik untuk :

- 1). Mengkaji ulang kegiatan yang telah dilaksanakan serta merumuskan hasil yang telah diperolehnya
- 2). Mengadakan tes akhir
- 3). Memberikan tugas-tugas lain.

C. Kerangka Teoritik

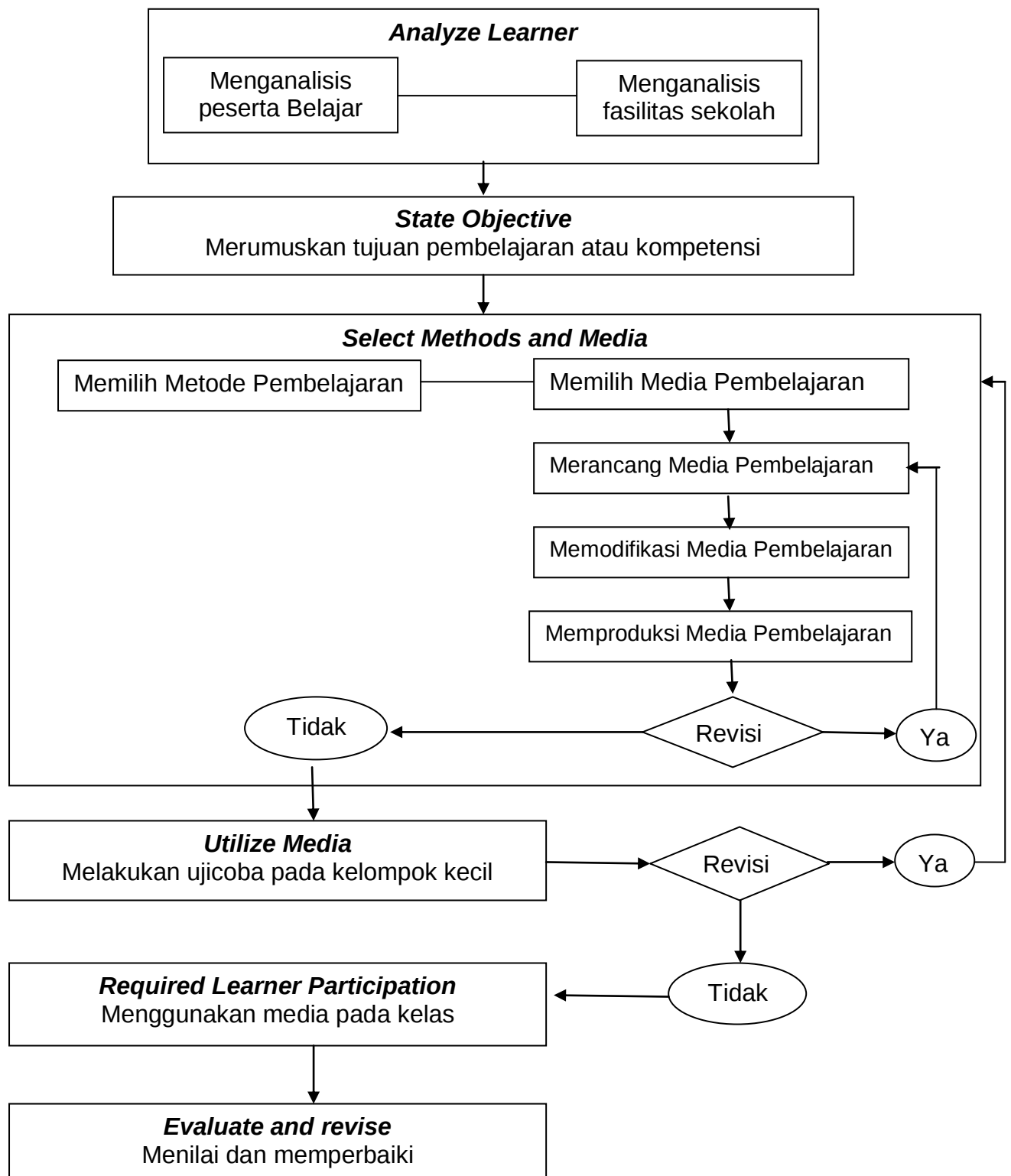
Alat peraga yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran akan menjadi efektif terdapat keserasian antara karakteristik pembelajarannya (audiens) dengan metode, media, dan bahan yang digunakan. Untuk mewujudkan hal tersebut di atas perlu adanya perencanaan yang efektif. Berdasarkan penjabaran beberapa model pengembangan terlihat karakteristik dari tiap-tiap model tersebut. Terdapat kelebihan dan kekurangan tiap model.

Tabel 2.4
Jurnal referensi

No	Judul Jurnal	Nama peneliti	Tahun
1	pemanfaatan alat peraga IPA untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika pada siswa SMP negeri I Buluspesantren Kebumen tahun pelajaran 2012/.2013.	Prasetyarini	2013
2	Pembelajaran sains dengan pendekatan proses untuk meningkatkan hasil belajar dan kemampuan berpikir kreatif siswa.	Rahayu	2011
3	Pengaruh viskositas terhadap aliran fluida gas-cair melalui pipa vertical dengan perangkat lunak ansys fluent 13.0	Khairul Muhajir	2011
4	Otomatisasi pengukuran koefisien viskositas zat cair menggunakan gelombang ultrasonik	Eka Suci Ariyanti	2010
5	Viskosimeter digital menggunakan water flow sensor G1/2 berbasis mikrokontroller	Kalam TT Siregar	2011
6	Pembuatan media pembelajaran untuk pengukuran viskositas dengan menggunakan viscometer dua kumparan	Angi Oktaviara	2012
7	Pengembangan alat peraga dan lembar kerja siswa berorientasi konstruktivisme dalam pembelajaran kimia SMA	Wiwit Yuni Kurniawati	2011

D. Rancangan Penelitian

Langkah-langkah penelitian dan pengembangan yang diadaptasi dari model ASSURE (Mulyatiningsih, 2012: 90)



Gambar 2.8

Skema penelitian

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat peraga viskositas untuk meningkatkan keterampilan proses sains.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Jurusan Fisika, Universitas Negeri Jakarta dan diujicoba di SMA Negeri 47 Jakarta. Proses penyusunan proposal ini dilaksanakan pada bulan Desember 2014 - Maret 2015. Proses pengembangan alat dilaksanakan pada bulan April - Mei 2015. Proses uji coba dilaksanakan pada bulan Juni - Juli 2015. Penyusunan laporan penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2015

C. Karakteristik Model yang Dikembangkan

Objek penelitian ini adalah alat peraga pembelajaran pada materi viskositas dengan konsep karakteristik kecepatan stasioner benda. Alat peraga yang dikembangkan berupa alat peraga yang memiliki efisiensi dan efektifitas penggunaan yang akan mampu meningkatkan keterampilan proses sains, dimana alat peraga tersebut mampu memberikan kesempatan kepada siswa untuk memahami kecepatan benda secara stasioner ditampilkan dalam grafik dan menghitung nilai viskositas fluida.

D. Pendekatan dan Metode Penelitian

Pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dilakukan dengan cara pengembangan alat peraga pembelajaran yang ada di sekolah kemudian dilanjutkan dengan penelitian terhadap efektivitas penggunaan alat peraga pembelajaran tersebut terhadap keterampilan proses siswa dengan cara membandingkan keterampilan proses siswa sebelum dan sesudah menggunakan alat peraga pembelajaran yang telah dikembangkan.

Dalam mengembangkan alat peraga pembelajaran ini, peneliti menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model ASSUARE

E. Langkah-langkah Pengembangan Model

Berikut ini langkah-langkah penelitian pengembangan:

1. Analyze Learner

Pada tahap ini peneliti melakukan analisis kebutuhan dari aspek siswa dengan segala karakteristiknya, guru, fasilitas penunjang yang ada di sekolah, maupun lingkungan sehingga didapatkan masalah utama dan penyebab timbulnya masalah yang telah dijelaskan didalam latar belakang. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data pada tahap ini adalah dengan menyebarkan angket. Angket dilakukan untuk memperoleh data tentang sarana dan prasarana pembelajaran dan aktivitas pembelajaran.

2. State Objective

Tujuan Pembelajaran yang akan dicapai pada penelitian kali ini adalah siswa mampu menentukan koefisien viskositas (kekentalan) suatu fluida, dan memahami adanya gaya gesekan yang dialami benda yang bergerak dalam fluida.

3. Select Methods, Media, and Materials

Pada tahap ini peneliti memilih metode, media dan bahan ajar. Tahapan penting pada bagian ini adalah:

- a) Menentukan metode yang tepat untuk kegiatan belajar, untuk melakukan pembelajaran mengenai materi viskositas, penggunaan metode pembelajaran secara eksperimen dirasa merupakan metode yang paling tepat untuk mencapai tujuan pembelajaran.
- b) Memilih media yang disesuaikan dengan metode yang diterapkan. Media yang digunakan berupa alat peraga viskositas dimana siswa dapat mengubah jarak jatuhnya bola didalam fluida untuk mendapatkan waktu jatuhnya bola dalam fluida, mengetahui kecepatan stasioner, dan menentukan koefisien viskositas suatu fluida.
- c) Memilih, merancang, memodifikasi, atau memproduksi media pembelajaran

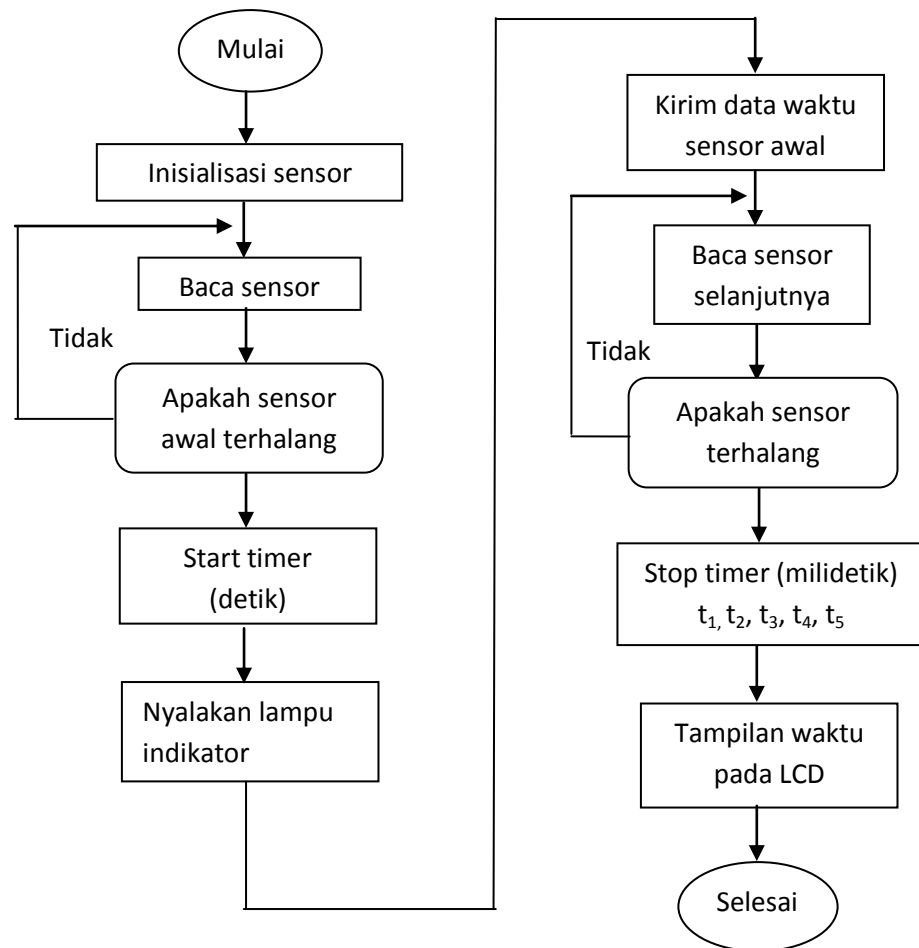
1) Memilih

Setelah peneliti menganalisis dan merumuskan tujuan bagi peserta didik selanjutnya memilih media pembelajaran yang tepat bagi siswa. Media pembelajaran yang dipilih merupakan alat peraga viskositas dengan menggunakan sensor untuk mempermudah dalam mengukur waktu jatuhnya bola dalam fluida yang digunakan untuk menentukan kecepatan stasioner sehingga siswa dapat menentukan nilai koefisien viskositas suatu fluida.

2) Merancang

Rancangan yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah siswa terampil dalam proses dengan tepat dan benar yang meliputi kegiatan berupa mengamati (mengobservasi), menggolongkan (kalsifikasi), meramalkan (menyusun hipotesa), menyajikan dalam grafik, menafsirkan (menginterpretasikan), mengukur, menghitung, dan mengkomunikasikan. Selanjutnya memilih alat peraga pembelajaran yang tepat. Alat peraga pembelajaran yang dipilih merupakan alat peraga viskositas dengan menggunakan beberapa sensor sebagai alat pendeteksi waktu secara tepat dengan mengubah variabel bebas (jarak) sehingga siswa dapat melakukan pengumpulan data agar mampu meningkatkan keterampilan proses sains.

Selanjutnya peneliti membuat desain dari alat peraga pembelajaran tersebut. Peneliti menggunakan program mikrokontroler untuk membantu membuat desain alat peraga secara virtual disertai dengan analisisnya. Berikut ini adalah rancangan alat peraga pembelajaran viskositas.



Gambar 3.1.

Rancangan alat peraga pembelajaran viskositas

3) Memproduksi

Tahap berikutnya adalah peneliti memproduksi alat peraga pembelajaran tersebut sesuai dengan desain yang telah dibuat.

4) Memodifikasi

Tahap berikutnya peneliti melakukan *expert judgement* kepada ahli media dan ahli materi. Pada tahap ini, peneliti melakukan validasi terhadap media yang telah dikembangkan. Validasi ini dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dan guru berpengalaman. Selain memvalidasi, ahli media, ahli materi dan guru juga memberikan masukan kepada peneliti terhadap alat peraga yang dikembangkan.

Instrumen yang digunakan pada tahap validasi ini berupa kuesioner yang diberikan kepada ahli media, ahli materi, dan guru. Skala penilaian yang digunakan pada kuesioner menggunakan skala Likert (Sugiyono, 2012: 134) yang terdiri dari lima kategori yaitu:

Sangat Baik (Skor 5)

Baik (Skor 4)

Sedang (Skor 3)

Tidak Baik (Skor 2)

Sangat Tidak Baik (Skor 1)

Rentang penilaian keefektifan dari alat peraga baru untuk dijadikan sebagai alat peraga pembelajaran yaitu:

0 – 20 % : Sangat Tidak Baik

21 – 40% : Tidak Baik

41 – 60% : Sedang

61 – 80% : Baik

81 – 100% : Sangat Baik

Penilaian akhir dihitung berdasarkan skor perolehan tiap item:

$$\%Interpretasiskor = \frac{\sum perolehanskor}{\sum skormaksimum} \times 100\%$$

Berikutnya peneliti melaksanakan perbaikan terhadap alat peraga pembelajaran yang dikembangkannya sehingga alat peraga tersebut menjadi layak untuk digunakan.

4. Utilize Media

Pada tahap berikutnya, peneliti melakukan pemanfaatan media yang melalui tahap ujicoba terhadap kelompok kecil terlebih dahulu, agar dapat memberikan gambaran sekaligus mampu memberikan masukan sehingga alat peraga tersebut layak digunakan pada kelompok besar. Instrumen yang digunakan pada tahap ini adalah berupa kuosioner. Kuosioner digunakan untuk mendapatkan informasi pendapat dan masukan dari siswa terkait dengan penggunaan alat peraga yang telah dikembangkan.

5. Required Learner Participation

Setelah melakukan perbaikan berdasarkan hasil ujicoba pada kelompok kecil, langkah selanjutnya adalah menggunakan alat peraga tersebut pada kelompok besar. Penggunaan alat peraga pada kelompok besar tersebut dilaksanakan sesuai dengan RPP yang telah disusun sebelumnya.

6. Evaluate

Langkah terakhir dalam model ASSURE adalah melakukan evaluasi, yaitu dengan mengukur keterampilan proses sains pada materi viskositas. Instrumen yang digunakan berupa tes observasi. Tes observasi dibuat pada tingkat keterampilan siswa sesuai dengan indikator yang telah dibuat yang diharapkan pada saat siswa setelah menggunakan alat peraga yang telah dikembangkan keterampilan proses sains meningkat.

F. Pengujian Keefektifan Alat Peraga Dalam Pembelajaran

Pengujian keefektifan pengembangan alat peraga dalam meningkatkan keterampilan proses, indikatornya diambil dari teori beberapa para ahli. Instrumen berupa observasi kepada peserta didik pada saat proses pembelajaran. Adapun instrumen penelitian yang digunakan ditunjukkan dalam tabel dibawah:

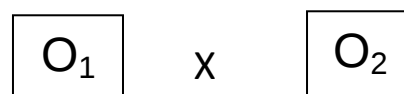
Tabel 3.1

Kisi-kisi Instrumen Keterampilan Proses

No	Variabel	Dimensi	Indikator	No. Item Instrumen
	1	2	3	4
1	Keterampilan Proses	Aktif	A. Mengajukan pertanyaan	1, 2
			B. Mengemukakan gagasan	3, 4
			C. Memecahkan masalah	5, 6
		Kreatif	D. Menciptakan kegiatan belajar yang beragam	7, 8
		Mengembangkan pengetahuan berupa fakta dan konsep	E. Mengamati	9, 10, 11
			F. Menggolongkan	12, 13
			G. Memprediksi	14, 15
			H. Menyajikan dalam grafik	16, 17
			I. Menafsirkan data	18, 19
			J. Mengukur	20, 21
			K. Menghitung	22, 23, 24
			L. Mengkomunikasikan	25, 26, 27
	Jumlah Item Instrumen			27 butir

Observasi untuk memperoleh gambaran peningkatan kemampuan keterampilan proses sains yaitu setelah mengikuti proses pembelajaran dengan alat peraga sebelum dikembangkan dan setelah mengikuti proses pembelajaran dengan menggunakan alat peraga yang setelah dikembangkan. Hasil keduanya dibandingkan untuk melihat apakah ada peningkatan keterampilan proses siswa setelah mengikuti proses pembelajaran dengan menggunakan alat peraga viskositas yang telah dikembangkan.

Untuk pengujian alat peraga dapat dilakukan dengan eksperimen yaitu membandingkan kelompok yang menggunakan alat peraga yang sudah dikembangkan disebut kelompok eksperimen dengan kelompok yang menggunakan alat peraga sebelum dikembangkan disebut kelompok kontrol.



Gambar 3.2.

Desain eksperimen (*before-after*). O_1 nilai sebelum *treatment* dan O_2 nilai sesudah *treatment*.

Berdasarkan gambar 3.2 dapat diberikan penjelasan sebagai berikut. Eksperimen dilakukan dengan membandingkan hasil observasi O_1 dan O_2 . O_1 adalah nilai keterampilan proses siswa dengan menggunakan alat peraga sebelum dikembangkan, sedangkan O_2 adalah nilai keterampilan proses siswa dengan

menggunakan alat peraga setelah dikembangkan. Efektivitas pengembangan alat peraga diukur dengan cara membandingkan antara nilai O_2 dengan O_1 . Bila nilai O_2 lebih besar daripada O_1 , maka pengembangan alat peraga tersebut efektif.

Pengujian signifikansi efektivitas alat peraga baru dapat menggunakan t-test berpasangan. Untuk membuktikan signifikansi perbedaan alat peraga lama dan baru, perlu diuji secara sistematis dengan t-test berkorelasi dengan rumus:

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} - 2r\left(\frac{S_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{S_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

Dimana:

$\overline{X}_1$ = Rata-rata sampel 1 (sistem kerja alat peraga lama)

$\overline{X}_2$ = Rata-rata sampel 2 (sistem kerja alat peraga baru)

S_1 = Simpangan baku sampel 1

S_2 = Simpangan baku sampel 2

S_1^2 = Varian sampel 1

S_2^2 = Varian sampel 2

r = Korelasi antara data dua kelompok

Dalam penelitian ini dirumuskan hipotesa sebagai berikut.

H_o = Efektivitas alat peraga baru lebih kecil atau sama dengan sistem kerja alat peraga lama.

H_i = Efektivitas alat peraga baru lebih baik dari sistem kerja alat peraga lama.

$$H_o = \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_i = \mu_1 > \mu_2$$

G. Pengembangan Alat Peraga Viskositas Bola Jatuh

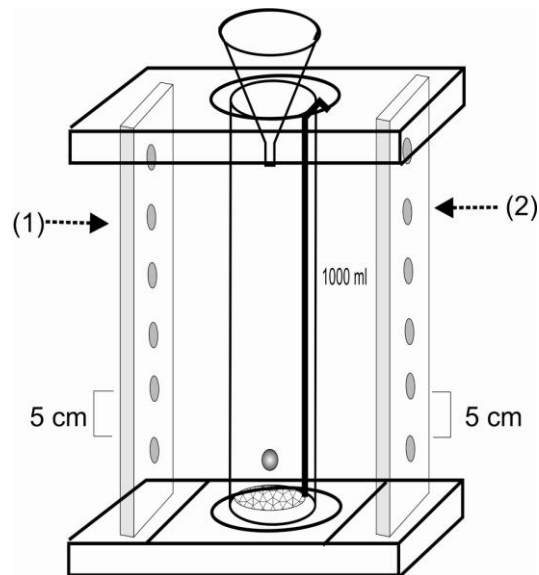
Sesuai dengan latar belakang, alat peraga yang ada di sekolah siswa merasa kesulitan pada saat menentukan waktu jatuhnya bola di dalam fluida dengan menggunakan stopwatch.



Gambar 3.3.

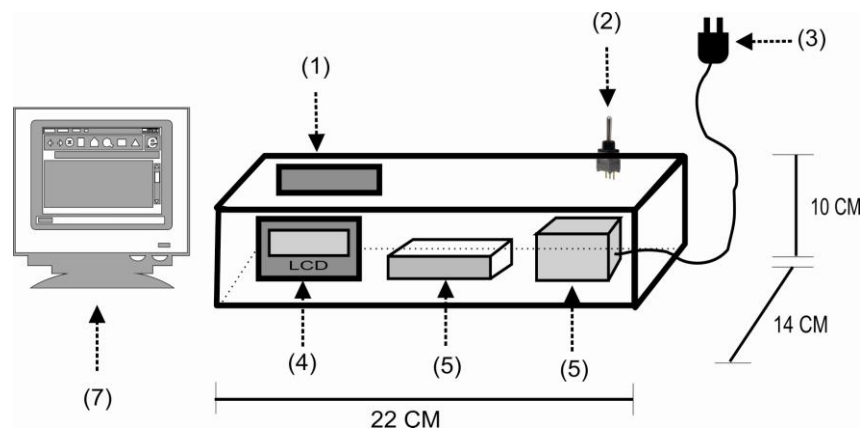
Alat peraga viskositas lama

Oleh karena itu peneliti melakukan pengembangan alat peraga viskositas dengan menggunakan sensor sebagai pengukur waktu jatuhnya bola di dalam fluida.



Keterangan:

1. Sensor photodiode
2. Laser diode



Gambar 3.4.

Rancangan Alat peraga viskositas baru

Keterangan:

1. Interface
2. Saklar on/off
3. Stop kontak AC
4. LCD
5. Mikrokontroler
6. Power Suplay
7. Komputer/laptop

Cara Kerja Alat:

1. Identifikasikan terlebih dahulu beberapa alat yang akan digunakan dalam percobaan.
2. Rangkai seperangkat alat mikrokontroler dan Letakkan tabung viskositas pada tempatnya seperti pada gambar.
3. Ukur diameter dan jari-jari bola dengan menggunakan jangka sorong.
4. Timbang bola dengan menggunakan neraca ohaus, hitung massa jenis bola(ρ_{bola}) .
5. Timbang tabung viskositas kosong dengan neraca, tuangkan fluida dalam tabung viskositas lalu timbang kembali. Hitung massa jenis fluida (ρ_{cair}) dengan mengukur massa dan volumenya.
6. Nyalakan sumber tegangan pada alat viskositas.

7. Jatuhkan bola ke dalam tabung yang berisi fluida dan amati waktu yang terdapat pada LCD.
8. Amati grafik yang ada di layar monitor, hitung kecepatan terminal bola saat jatuh dalam fluida.
9. Hitung koefisien viskositas fluida (η) dengan menggunakan rumus Poiseuille.
10. Lakukan kegiatan 7 sampai 9, dengan cara yang sama isi tabung dengan fluida yang lain.

BAB IV

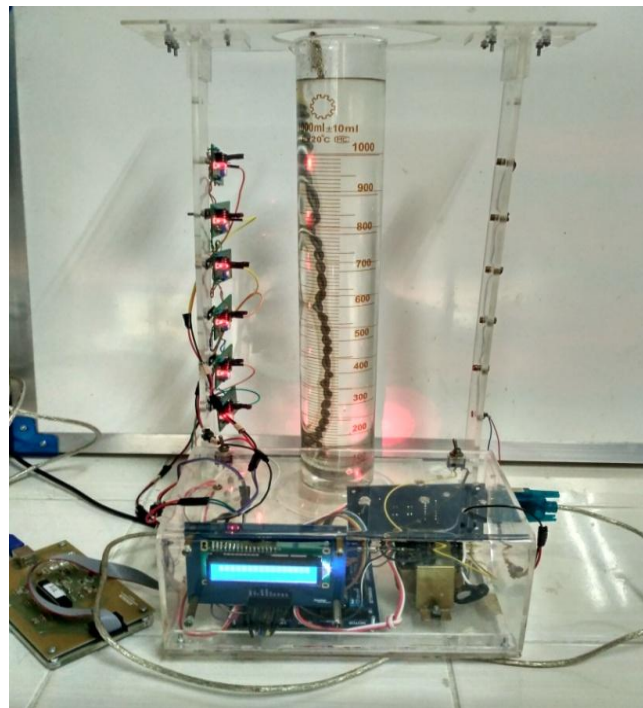
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Model

Hasil pengembangan model dalam penelitian ini adalah pengembangan alat peraga viskositas. Sebelum mengembangkan produk yang ada, dilakukan analisis kebutuhan terlebih dahulu dengan melakukan penyebaran angket pada tiga SMA di Jakarta. Dalam penyebaran angket didapatkan hasil bahwa siswa merasa kesulitan dalam menentukan waktu jatuhnya bola dalam tabung yang berisi fluida dengan menggunakan stopwatch. Oleh karena itu perlu adanya pengembangan suatu alat peraga viskositas metode bola jatuh.

Langkah pertama dalam pembuatan produk ini adalah membuat desain alat peraga yang akan digunakan. Untuk mengembangkan dan menganalisis alat peraga pengukuran viskositas metode bola jatuh menggunakan sensor photodiode sebagai detektor pencatat waktu jalannya bola jatuh. Sensor diantarmukakan (*interfacing*) dengan mikrokontroler tipe ATmega8M yang dihubungkan ketampilan LCD dengan menggunakan penghubung kabel data pada komputer akan ditampilkan grafik kecepatan termal. Viskosimeter menggunakan tabung kaca bervolume 1000 ml, 6 dioda laser dipasang pada jarak masing-masing 5 cm sebagai variabel bebas (jarak). Pada saat bola jatuh didalam tabung yang berisi fluida dan sensor terhalang bola maka LCD akan mencatat waktu sebagai variabel kontrol secara tepat dan

akurat. Komputer akan menampilkan grafik kecepatan yaitu hubungan antara jarak dan waktu tempuh gerakan bola didalam tabung. Dengan menggunakan rumus Stokes koefisien viskositas fluida dapat dihitung.



Gambar 4.1

Alat peraga viskositas hasil pengembangan

Alat peraga ini didesain agar dapat membuat siswa lebih efektif dalam melakukan praktikum. Oleh karena itu perlu dibuat alat peraga yang praktis yang dapat menghemat waktu praktikum. Hal ini sesuai dengan karakteristik kurikulum 2013 yaitu memberi waktu yang cukup leluasa untuk mengembangkan berbagai sikap, pengetahuan dan keterampilan. Langkah selanjutnya adalah memproduksi alat peragabeserta perangkat pembelajarannya yang berisi silabus, Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), dan Lembar Kerja

Siswa (LKS). Hasil pengembangan model dalam penelitian ini adalah media pembelajaran khususnya viskositas dengan kelengkapan alat sebagai berikut:

Tabel 4.1

Spesifikasi alat peraga pengembangan

No	Nama Alat	Spesifikasi
1	Sensor	Photodiode
2	Dioda Laser	-
3	Mikrokontroler	Atmega8M
4	LCD	16 x 2 karakter
5	Catu Daya	1 A
6	Interface	-
7	Tabung	1000 ml
8	Sendok Bola	-
9	Downloader	-
10	Kabel Data 1	-
11	Kabel Data 2	8 pin
12	Saklar	-
13	Laptop	-

Kegunaan masing-masing komponen alat adalah sebagai berikut:

- a. Sensor, menangkap cahaya
- b. Dioda laser, menghasilkan cahaya

- c. Mikrokontroler, pusat proses dan kontrol
- d. LCD, menampilkan waktu yang terukur
- e. Catu daya, mengubah tegangan AC menjadi DC
- f. Interface, mengirim data dari mikrokontroler ke komputer
- g. Komputer, menampilkan grafik
- h. Tabung, tempat fluida
- i. Sendok bola, mengambil bola
- j. Downloader, mendownload
- k. Kabel data, menghubungkan komputer ke downloader
- l. Kabel data 8 pin, menghubungkan downloader ke komputer
- m. Saklar kanan, dari tegangan AC ke catu daya
- n. Saklar kiri, dari catu daya ke mikrokontroler

B. Kelayakan Model

1. Hasil Expert Judgement untuk ahli media dan ahli materi

Pada penelitian ini terdapat lima jenis data yang dikumpulkan, yaitu data hasil validasi ahli media, data hasil validasi ahli materi, data hasil validasi guru berpengalaman, data hasil kelompok kecil, dan data hasil kelompok besar. Data-data dari ahli media, ahli materi, dan guru didapatkan dari expert judgement ahli media, ahli materi, dan guru. Data dari siswa didapatkan dari uji coba kelompok kecil dan ujicoba kelompok besar. Data dari ahli media, ahli materi dan guru digunakan sebagai acuan dalam revisi awal sebelum diujicoba pada siswa.

Sedangkan data dari siswa digunakan untuk mengetahui respon siswa terhadap alat peraga pembelajaran yang telah dikembangkan.

a) Hasil validasi ahli media

Ahli media dalam penelitian ini adalah Prof. Dr. Yetti Supriyati, M.Si dan Prof. Dr. I Made Astra, M.Si, dosen Pendidikan Fisika Universitas Negeri Jakarta. Hasil validasi oleh ahli media bernilai 81,8%. Hasil validasi ahli media kemudian dianalisis dan digunakan sebagai dasar untuk merevisi alat peraga yang dikembangkan. Hasil validasi ahli media menunjukkan bahwa produk layak diujicobakan dengan revisi. Revisi pada media ini adalah:

- I. Dibuat penyangga atas untuk menahan sensor agar tetap permanen
- II. Dibuat tempat dasar tabung agar tabung tepat pada posisinya

b) Hasil validasi ahli materi

Ahli materi dalam penelitian ini adalah Dr. Iwan Sugihartono , M.Si, dan Riser Fahardian, M.Si, dosen jurusan Fisika Universitas Negeri Jakarta. Hasil validasi oleh ahli materi bernilai 92,7%. Hasil validasi ahli materi dianalisis dan kemudian digunakan sebagai dasar untuk merevisi materi pembelajaran yang dikembangkan. Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa produk layak diujicobakan dengan revisi. Revisi pada media ini adalah:

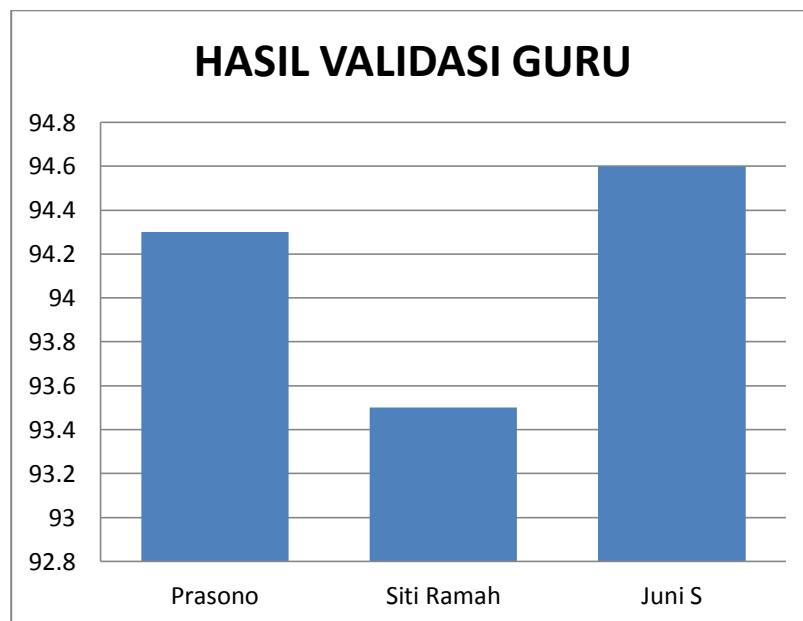
- i. Jika memungkinkan sensor yang digunakan jenis sensor yang dapat menembus fluida gelap
- ii. Merevisi LKS alat peraga
- iii. Perlu diperbaiki instrumen questioner alat peraga

c) Hasil validasi guru

Guru yang dijadikan validator adalah guru yang memiliki pengalaman mengajar minimal 15 tahun. Guru validator dalam penelitian ini adalah:

- I. Drs. Prasono (Guru Fisika SMAN 47 Jakarta)
- II. Dra Siti Ramah Sebayang (Guru Fisika SMAN 47 Jakarta)
- III. Juni Sudibyo S.Pd (Guru Fisika SMAN 47 Jakarta)

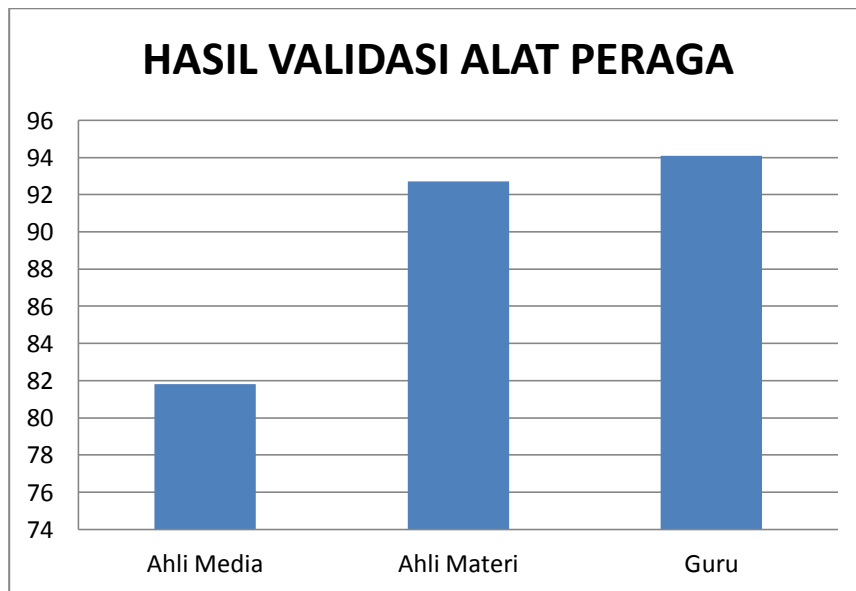
Berdasarkan data dapat diketahui nilai rata-rata validasi guru dari segi media oleh guru sebesar 94,3% dan nilai rata-rata validasi guru dari segi materi sebesar 93,7%. Hasil validasi oleh guru digunakan sebagai dasar untuk merevisi alat peraga pada pembelajaran yang dikembangkan. Hasil validasi guru menunjukkan bahwa produk layak diujicobakan dengan revisi untuk memperindah tampilan alat peraga pembelajaran.



Gambar 4.2

Grafik hasil validasi guru

Berdasarkan data dapat diketahui nilai kelayakan dari ahli media 81,8% yang berarti sangat baik. Nilai kelayakan dari ahli materi 92,7% yang berarti sangat baik. Nilai kelayakan dari tiga guru fisika professional dari segi media dan materi menunjukkan rata-rata 94,1% yang berarti sangat baik.



Gambar 4.3

Grafik hasil validasi alat peraga

2. Evaluasi Kelompok Kecil

Evaluasi kelompok kecil bertujuan untuk mendapatkan informasi yang digunakan sebagai bahan untuk revisi alat peraga pembelajaran tahap berikutnya yang dilihat dari sudut pandang siswa. Tahap evaluasi dilakukan oleh 8 orang siswa. Evaluasi ini dilakukan dengan memberikan kuesioner ke siswa, kemudian peneliti mempresentasikan penggunaan alat peraga pembelajaran tersebut dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mencobanya. Selanjutnya siswa mengisi kuesioner yang telah diberikan.

Tabel 4.2

Hasil validasi kelompok kecil

NO	PERTANYAAN	NILAI
1	Alat peraga membuat tidak bosan saat mengikuti kegiatan belajar mengajar	85,0
2	Alat peraga mempermudah dalam mengingat materi pelajaran	85,0
3	Alat peraga membantu untuk meningkatkan keterampilan	97,5
4	Alat peraga membantu untuk meningkatkan sikap kerja sama	95,0
5	Alat peraga membuat semangat saat mengikuti pelajaran	90,0
6	Alat peraga dapat memusatkan perhatian saat belajar	90,0
7	Alat peraga dapat mengoptimalkan panca indera	77,5
8	Alat peraga membuat lebih berkonsentrasi saat mengikuti pelajaran	82,5
9	Alat peraga dapat menghilangkan ketegangan saat mengikuti pelajaran	90,0
10	Alat peraga dapat menghilangkan rasa malas saat mengikuti pelajaran	75,0
11	Alat peraga dapat mengembangkan sikap ilmiah	92,5
12	Alat peraga dapat menggambarkan keadaan yang kongrit tentang suatu peristiwa	75,0
13	Alat peraga dapat meletakkan dasar-dasar yang nyata untuk berfikir	85,0
14	Alat peraga dapat mengurangi terjadinya verbalisme	75,0
15	Alat peraga dapat memberikan pengalaman yang nyata sehingga menumbuhkan kegiatan berusaha sendiri di kalangan para siswa	85,0
16	Alat peraga membuat pelajaran lebih menetap dan tidak	75,0

	mudah dilupakan	
17	Alat peraga dapat membawa hasil yang lebih akurat	85,0
18	Alat peraga menyebabkan hasil belajar lebih permanen	67,5
19	Alat peraga mempermudah dalam menguasai konsep pelajaran	75,0
20	Alat peraga membuat siswa termotivasi untuk giat belajar	75,0
21	Alat peraga lebih cepat digunakan untuk memahami konsep materi pelajaran.	82,5
22	Alat peraga dapat mencapai tujuan pembelajaran dalam waktu yang lebih singkat.	77,5
23	Alat peraga dapat membantu siswa yang tertinggal dalam pelajaran	70,0
24	Alat peraga menggunakan bahan yang sederhana.	80,0
25	Alat peraga dapat digunakan secara berulang.	87,5
26	Alat peraga sebagai alat bantu untuk mempermudah dalam menjelaskan materi pelajaran.	85,0
27	Alat peraga dapat mempermudah siswa dalam mengembangkan keterampilan inkuiri.	80,0
Rata-rata		82,22

Data dari hasil ujicoba kelompok kecil kemudian dianalisis dan digunakan sebagai persiapan untuk ujicoba kelompok besar. Hasil ujicoba kelompok kecil menunjukkan bahwa produk mendapat respon positif dari siswa

3. Evaluasi Kelompok Besar

Alat peraga kemudian di ujicoba pada kelompok besar. Evaluasi kelompok besar diikuti oleh satu kelas yang berisi 36 siswa di SMA Negeri 47 Jakarta. Pembelajaran dilakukan sesuai dengan RPP.

Pada kegiatan belajar tahap mengumpulkan informasi, siswa melakukan praktikum dengan menggunakan alat peraga yang telah dikembangkan. Diakhir pembelajaran peserta didik diberikan kuesioner untuk mendapatkan tanggapan mengenai alat peraga tersebut. Berikut ini data hasil kuesioner siswa kelompok besar:

Tabel 4.3

Hasil validasi kelompok besar

NO	PERTANYAAN	NILAI
1	Alat peraga membuat tidak bosan saat mengikuti kegiatan belajar mengajar	93,1
2	Alat peraga mempermudah dalam mengingat materi pelajaran	89,7
3	Alat peraga membantu untuk meningkatkan keterampilan	90,8
4	Alat peraga membantu untuk meningkatkan sikap kerja sama	86,9
5	Alat peraga membuat semangat saat mengikuti pelajaran	86,9
6	Alat peraga dapat memusatkan perhatian saat belajar	82,9
7	Alat peraga dapat mengoptimalkan panca indera	85,7
8	Alat peraga membuat lebih berkonsentrasi saat mengikuti pelajaran	84,0
9	Alat peraga dapat menghilangkan ketegangan saat mengikuti pelajaran	81,7
10	Alat peraga dapat menghilangkan rasa malas saat mengikuti pelajaran	83,4
11	Alat peraga dapat mengembangkan sikap ilmiah	87,4
12	Alat peraga dapat menggambarkan keadaan yang kongrit tentang suatu peristiwa	82,3
13	Alat peraga dapat meletakkan dasar-dasar yang nyata untuk berfikir	82,9
14	Alat peraga dapat mengurangi terjadinya verbalisme	80,6

15	Alat peraga dapat memberikan pengalaman yang nyata sehingga menumbuhkan kegiatan berusaha sendiri di kalangan para siswa	87,4
16	Alat peraga membuat pelajaran lebih menetap dan tidak mudah dilupakan	82,3
17	Alat peraga dapat membawa hasil yang lebih akurat	82,3
18	Alat peraga menyebabkan hasil belajar lebih permanen	84,0
19	Alat peraga mempermudah dalam menguasai konsep pelajaran	84,0
20	Alat peraga membuat siswa termotivasi untuk giat belajar	85,7
21	Alat peraga lebih cepat digunakan untuk memahami konsep materi pelajaran.	85,7
22	Alat peraga dapat mencapai tujuan pembelajaran dalam waktu yang lebih singkat.	85,7
23	Alat peraga dapat membantu siswa yang tertinggal dalam pelajaran	81,1
24	Alat peraga menggunakan bahan yang sederhana.	86,9
25	Alat peraga dapat digunakan secara berulang.	86,9
26	Alat peraga sebagai alat bantu untuk mempermudah dalam menjelaskan materi pelajaran.	86,9
27	Alat peraga dapat mempermudah siswa dalam mengembangkan keterampilan inkuiri.	83,4
Rata-rata		88,4

Data dari hasil ujicoba kelompok besar didapatkan respon positif dari siswa. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui nilai respon siswa terhadap alat peraga hasil pengembangan untuk kelompok kecil sebesar 82,22% dan ujicoba kelompok besar sebesar 88,4%.

Selain menguji kelayakan penggunaan didalam kelas, dilakukan juga pengujian validitas hasil pengukuran pada alat peraga pembelajaran viskositas. Hasil pengukuran dengan menggunakan alat peraga pembelajaran viskositas tersebut adalah:

Tabel 4.4

Massa jenis bola

No	Diameter (cm)	Jari-jari (cm)	Volume (cm ³)	Massa (gr)	Massa Jenis (gr/cm ³)
1	3,15	1,58	16,53	30,4	1,84

Tabel 4.5

Koefisien viskositas untuk fluida gliserin pada suhu 30°C

No	Jarak (cm)	Waktu (s)	Kecepatan (cm/s)	Koefisien viskositas (cP)
1	5	0,64	7,81	115,79
2	10	1,31	7,63	118,69
3	15	2,32	6,47	139,97
4	20	2,70	7,41	122,21
5	25	3,39	7,37	122,87
Rata-rata koefisien viskositas				123,91

Tabel 4.6

Koefisien viskositas untuk fluida oli A pada suhu 30°C

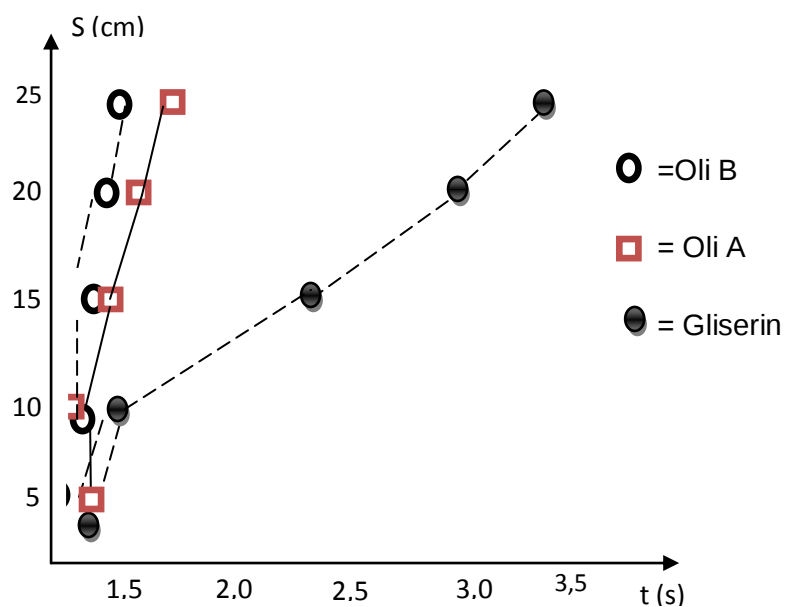
No	Jarak (cm)	Waktu (s)	Kecepatan (cm/s)	Koefisien viskositas (cP)
1	5	0,35	14,29	63,37
2	10	0,74	13,51	67,03
3	15	1,06	14,15	63,99

4	20	1,38	14,49	62,49
5	25	1,70	14,71	61,56
Rata-rata koefisien viskositas				63,69

Tabel 4.7

Koefisien viskositas untuk fluida oli B pada suhu 30°C

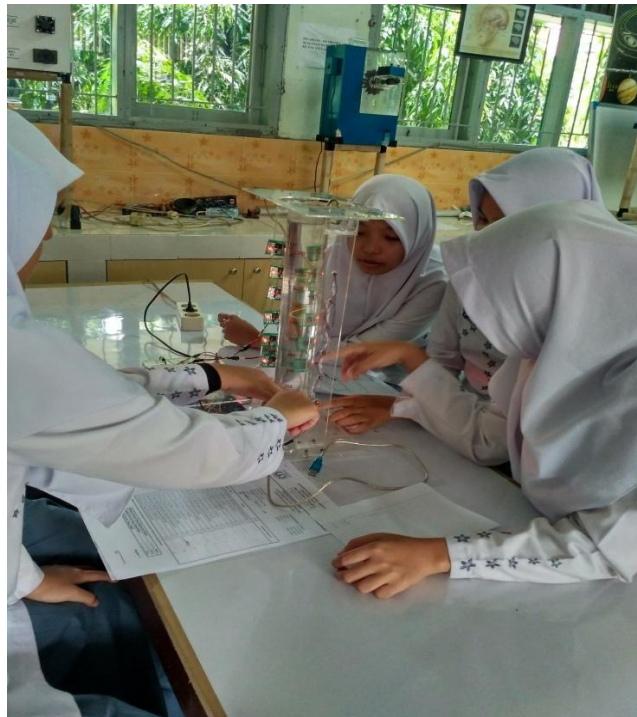
No	Jarak (cm)	Waktu (s)	Kecepatan (cm/s)	Koefisien viskositas (cP)
1	5	0,18	27,78	32,59
2	10	0,37	27,03	33,50
3	15	0,52	28,85	31,39
4	20	0,73	27,40	33,05
5	25	0,94	26,60	34,04
Rata-rata koefisien viskositas				32,91



Gambar 4.4

Grafik hubungan antara jarak dengan waktu

Hasil percobaan tersebut sudah sesuai dengan teori yang ada bahwa semakin kental suatu fluida nilai koefisien viskositasnya semakin besar. Bila dibandingkan dengan nilai pada tabel koefisien viskositas yang ada perbedaan, hal ini disebabkan karena beberapa faktor diantaranya: faktor cahaya luar, besar kecilnya bola bola yang digunakan, dan tekanan fluida yang ditimbulkan oleh bola..



Gambar 4.5

Siswa menggunakan alat peraga pengembangan

Dari data di atas diperoleh kesimpulan bahwa, koefisien viskositas suatu fluida yang dihasilkan sebanding dengan tingkat kekentalan suatu fluida semakin kental suatu fluida semakin kecil kecepatan bola saat jatuh dalam suatu fluida.

C. Efektifitas Model

Pengujian keefektifan alat peraga dilakukan dengan tes observasi. Kegiatan ini dilaksanakan selama kegiatan belajar mengajar dengan mengambil sampel 36 siswa di kelas XI MIPA 2 di SMAN 47 Jakarta.

Tabel 4.8

Perbandingan hasil kemampuan analisis siswa sebelum dan sesudah menggunakan alat peraga

No	NAMA SISWA	Alat Peraga Lama	Alat Peraga Baru
1	A	88.9	90.1
2	B	90.1	91.4
3	C	86.4	87.7
4	D	84.0	85.2
5	E	85.2	86.4
6	F	90.1	90.1
7	G	87.7	90.1
8	H	84.0	84.0
9	I	85.2	87.7
10	J	90.1	91.4
11	K	88.9	90.1
12	L	82.7	82.7
13	M	91.4	91.4
14	N	86.4	87.7
15	O	82.7	85.2
16	P	82.7	86.4

17	Q	87.7	90.1
18	R	86.4	88.9
19	S	86.4	87.7
20	T	86.4	86.4
21	U	96.3	97.5
22	V	79.0	81.5
23	W	86.4	88.9
24	X	72.8	81.5
25	Z	82.7	84.0
26	A	86.4	90.1
27	B	88.9	88.9
28	C	90.1	92.6
29	D	85.2	86.4
30	E	84.0	86.4
31	F	82.7	86.4
32	G	85.2	86.4
33	H	87.7	88.9
34	I	88.9	90.1
35	J	85.2	86.4
36	K	86.4	88.9

Berikut ini data yang diperoleh pada proses pengujian keefektifan alat peraga yang telah dikembangkan.

1. Angket

Berdasarkan hasil angket yang dilakukan terdapat beberapa hasil, yaitu:

- a. Waktu melakukan percobaan menjadi lebih efektif karena alat peraga menggunakan sensor untuk mengukur waktu bola jatuh. Alat peraga juga dilengkapi dengan mikrokontroler sehingga memudahkan siswa untuk melihat grafik kecepatan terminal bola pada komputer.
- b. Kemampuan untuk bertanya dan menjawab pertanyaan meningkat.
- c. Dengan alat peraga yang dikembangkan peserta didik relative lebih banyak menguasai konsep fisika, seperti kecepatan terminal, gaya Stokes, dan viskositas suatu fluida.

2. Observasi

Saat siswa melakukan percobaan secara berkelompok dengan alat peraga viskositas, penilaian dilakukan dengan cara pengamatan pada masing-masing siswa.

3. Uji komparatif

Tujuan dari uji ini adalah untuk membandingkan apakah kedua data tersebut sama atau berbeda. Untuk menguji signifikansi efektivitas alat peraga yang dilakukan pada dua kelompok dapat menggunakan t-test berpasangan. Rumus uji t-test dua sampel:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} - 2r \left[\frac{S_1}{\sqrt{n_1}} \right] \left[\frac{S_2}{\sqrt{n_2}} \right]}}$$

Keterangan:

r = nilai korelasi X_1 dan X_2

X_1 = rata-rata sampel ke-1

X_2 = rata-rata sampel ke-2

S_1 = standar deviasi sampel ke-1

S_2 = standar deviasi sampel ke-2

S_1^2 = varians sampel ke-1

S_2^2 = varians sampel ke-2

n_1 dan n_2 = jumlah sampel

untuk dapat menggunakan rumus tersebut, maka perlu dicari terlebih dahulu korelasi nilai efektivitas alat peraga yang ada dan pengembangan, rata-rata, varians, dan simpangan baku.

a. Menentukan korelasi:

$$r = \frac{\sum XY}{\sqrt{(\sum X^2)(\sum Y^2)}}$$

b. Menentukan simpangan baku:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}}$$

Dalam penelitian ini menggunakan hipotesis sebagai berikut.

Ho: efektivitas alat peraga baru sama atau lebih kecildengan alat peraga lama

Hi: efektivitas alat peraga baru lebih baik dari alat peraga lama

Untuk membuat keputusan, apakah perbedaan itu signifikan atau tidak, maka harga t hitung perlu dibandingkan perlu dengan t tabel dengan $dk=n-2=34$ dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, maka diperoleh nilai t tabel = 1,697 sedangkan t hitung = -7,5. Karena harga t hitung jatuh pada daerah penerimaan H_1 dan menolak H_0 . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan efektifitas alat peraga baru dan lama, dimana alat peraga yang baru lebih efektif dari alat peraga yang lama.

Tabel 4.9

Peningkatan keterampilan proses

No	Indikator	Alat Peraga Lama	Alat Peraga Baru
1	Mengajukan pertanyaan	78,24	90,74
2	Mengemukakan gagasan	79,17	89,35
3	Memecahkan masalah	81,94	82,87
4	Menciptakan kegiatan belajar yang beragam	80,09	88,43
5	Mengamati	78,70	88,58
6	Menggolongkan	84,26	90,74
7	Memprediksi	77,31	85,65
8	Menyajikan dalam grafik	79,63	83,33
9	Menafsirkan data	75,93	85,19
10	Mengukur	89,98	91,67
11	Menghitung	85,19	90,12
12	Mengkomunikasikan	79,01	86,73
Rata-rata		80,25	87,78

D . Pembahasan

Secara garis besar pengembangan alat peraga ini diawali dengan tahap pengumpulan data dari aspek peserta didik, guru dan lingkungan. Langkah ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kebutuhan akan pengembangan alat peraga viskositas.

Tahap kedua pembuatan prototype model pengembangan alat peraga viskositas. Pembuatan prototype dikonsultasikan kepada Dosen pembimbing, dilanjutkan dengan pembuatan model awal. Langkah selanjutnya adalah uji coba kelompok kecil yang hasilnya dikonsultasikan ke Dosen Pembimbing dan direvisi sesuai masukan Dosen pembimbing. Hasil model awal yang telah direvisi diujicobakan kembali ke kelompok besar. Setelah model diujicoba untuk yang kedua, hasilnya dikonsultasikan ke Dosen pembimbing setelah direvisi model dimintakan validasi kepada 2 Dosen ahli media dan 2 Dosen ahli materi. Masukan dari Dosen ahli media dan Dosen ahli materi digunakan sebagai masukan untuk merevisi alat peraga. Alat peraga hasil revisi divalidasi kembali kepada 2 Dosen ahli media, 2 Dosen ahli Materi dan 3 orang guru fisika yang peneliti anggap sebagai guru senior. Setelah tidak ada lagi revisi dari Dosen pembimbing, Dosen validasi ahli media, Dosen validasi ahli materi serta Guru dan masing-masing menyatakan bahwa alat peraga layak digunakan, barulah alat peraga viskositas diujicobakan ke lapangan dengan mengambil 36 peserta didik yang berbeda.

Proses uji coba lapangan digunakan untuk pembelajaran kelas XI MIPA 2 di SMAN 47 Jakarta. Tujuan utama dari ujicoba di lapangan adalah untuk mengetahui efektifitas alat peraga akhir dalam mendukung pembelajaran. Alat peraga juga digunakan untuk mengukur peningkatan keterampilan proses peserta didik. Keterampilan proses peserta didik dinilai setelah peserta didik mengikuti pembelajaran menggunakan alat peraga lama dan setelah menggunakan alat peraga baru hasil pengembangan.

Hasil validasi Dosen ahli media, Dosen ahli materi, Guru bidang studi fisika dan angket yang diisi oleh peserta didik menunjukkan bahwa alat peraga viskositas hasil pengembangan layak digunakan untuk pembelajaran di sekolah. Hasil observasi dan angket siswa menunjukkan alat peraga dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses peserta didik.

Setelah melalui proses ujicoba lapangan, menurut peneliti alat peraga ini memiliki beberapa kelebihan dan kelemahan.

Kelebihan yang dimiliki alat peraga viskositas diantaranya:

1. Dapat digunakan untuk mempelajari konsep kecepatan terminal, gaya Stokes, kekentalan suatu fluida.
2. Bentuk alat peraga menarik perhatian peserta didik, sehingga menambah semangat siswa untuk belajar.
3. Alat peraga meningkatkan rasa ingin tahu peserta didik.

4. Alat peraga mudah digunakan oleh siapapun sehingga guru dan peserta didik dapat bergantian dalam menggunakannya.

Selain memiliki kelebihan alat peraga viskositas ini juga memiliki kelemahan:

1. Alat peraga ini menggunakan sensor sehingga berpengaruh terhadap cahaya disekitarnya.
2. Alat peraga tidak bisa digunakan untuk jenis fluida terlalu gelap
3. Alat peraga kurang bisa digunakan untuk fluida yang sangat encer

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengembangan alat peraga viskositas layak digunakan sebagai alat peraga pembelajaran fisika disekolah.
2. Pengembangan alat peraga viskositas dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

B. Implikasi

Hasil penelitian dan pengembangan alat peraga ini memberikan implikasi terutama berkenaan dengan materi fluida statis khususnya viskositas, diantaranya:

1. Dengan menggunakan alat peraga yang telah dikembangkan peserta didik dapat belajar secara aktif dalam menemukan konsep viskositas.
2. Guru fisika lainnya dapat mengembangkan model alat peraga dengan menggunakan alat peraga yang telah dikembangkan karena memudahkan peserta didik untuk memahami konsep fluida statis khususnya viskositas.

C. Saran

Memperhatikan hasil penelitian di atas, maka dapat disarankan hal-hal berikut antara lain:

1. Alat peraga ini masih dapat dikembangkan lagi untuk skala yang lebih luas.
2. Menghimbau bagi para peneliti lain yang ingin melanjutkan pengembangan alat peraga sebaiknya menggunakan sensor yang mampu untuk mendeteksi fluida yang berwarna gelap.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2012. *Dasar-dasar evaluasi pendidikan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Ariyanti Eka Suci. 2010. *Otomatisasi Pengukuran Koefisien Viskositas Zat Cair Menggunakan Gelombang Ultrasonik*.
<http://download.portalgaruda.org/article.php?article=116206&val=5269>
- Azyhar, Rayandra. 2011. *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Gaung Persada.
- Budianto Anwar. 2008. *Metode Penentuan Koefisien Kekentalan Zat Cair dengan Menggunakan Regresi Linear Hukum Stokes*. <http://jurnal.sttn-batan.ac.id/wp-content/uploads/2008/12/12-anwar157-166.pdf>
- Branch, Robert Maribe. 2009. *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.
- Bruce R. Munson. 2003. *Mekanika Fluida*. Jakarta: Erlangga.
- Dimyati dan Mudjiono. 2013. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Estien Yazid. 2015. *Kimia Fisika untuk Mahasiswa Kesehatan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Gall, Meredith D. 2007. *Educational Research, An Introduction*. New York: Pearson Inc.
- Giancoli, Douglas C. 2004. *Fisika Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Hamalik, Oemar. 2009. *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Harun, Farida. 2014. *Karya Tulis Penelitian dan Nonpenelitian Untuk Guru*. Yogyakarta: Araska.
- Jonsson, A. & Lennung, S. A. 2011. *Investigating the Development of Analytical Skills in Teacher Education*. Educational Measurement and Evaluation Review (2).

- Marzano, Robert. J. & Kendall, John S. 2007. *The New Taxonomy of Educational Objectives*. California: Corwin Press
- Muhajir Khairul. 2011. *Pengaruh Viskositas Terhadap Aliran Fluida Gas-Cair Melalui Pipa Vertikal Dengan Perangkat Lunak Ansys Fluent 13.0*. http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fjournal.unnes.ac.id%2Fnju%2Findex.php%2FJKT%2Farticle%2Fdownload%2F2085%2F2199&ei=VA05Vf_2HJSQuAT9t4GgAQ&usg=AFQjCNHSta_5aPu7GYQv7AiglHRHkMsRFA
- Mulyasa. 2005. *Menjadi Guru Profesional. : Menciptakan Pembelajaran Kreatif dan Menyenangkan*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.
- Nugroho Stefan Raharjo. 2012. *Identifikasi Fisis Viskositas Oli Mesin Kendaraan Bermotor terhadap Fungsi Suhu dengan Menggunakan Laser Helium Neon*. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-23816-1107100047-Paper.pdf>.
- Nursyamsuddin. 2008. *Panduan Praktikum Terpilih*. Jakarta: Erlangga.
- Oktaviara Angi. 2012. *Pembuatan Media Pembelajaran untuk Pengukuran Viskositas dengan Menggunakan Viskometer Dua Kumparan*. http://repository.uksw.edu/bitstream/handle/123456789/1850/T1_192007036_Full%20text.pdf?sequence=2
- Pribadi, Benny A. 2011. *Model ASSURE Untuk Mendesain Pembelajaran Sukses*. Jakarta: PT Dian Rakyat.
- Pribadi, Benny A. 2010. *Model Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: PT Dian Rakyat.
- Riduwan. 2003. *Dasar-dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Riduwan. 2002. *Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta.
- Ridwan. 2010. *Pembuatan dan Pengujian Viskometer Tabung*. http://www.gunadarma.ac.id/library/articles/graduate/industrial-technology/2008/Artikel_20402787.pdf
- Setijawan, Conny. 2002. *Pendekatan Keterampilan Proses*. Jakarta: PT Gramedia.

- Soedoyo, Peter. 2004. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sugiyono. 2014. *Cara Mudah Menyusun Skripsi, Tesis, dan Disertasi*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: CV Alfabeta.
- Suharsimi Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta ; Rineka Cipta.
- S. Nasution. 2012. *Didaktik Asas-asas Mengajar*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Trianto. 2014. *Model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Warsito. 2012. *Desain dan Analisis Pengukuran Viskositas dengan Metode Bola Jatuh Bebas Berbaisi Sensor Optocoupler dan Sistem Akuisisinya pada Komputer*.
<http://ejournal.unri.ac.id/index.php/JN/article/viewFile/839/832>

Lampiran 1. Angket Alat Peraga

Nama Guru :

Jenis Kelamin : Laki-laki/Perempuan*

Instansi :

- a. Berilah jawaban pernyataan dengan tanda (√) pada kolom yang tersedia sesuai dengan pendapat saudara.
b. Ada lima alternatif jawaban yang dipilih, yaitu:

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

N : Netral

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

No	PERNYATAAN	ALTERNATIF JAWABAN				
		SS	S	N	TS	STS
1	Apakah bpk/Ibu menggunakan alat peraga dalam proses belajar mengajar viskositas?					
2	Apakah dengan menggunakan alat peraga dapat menambah pemahaman siswa terhadap pelajaran yang diberikan?					
3	Apakah pembelajaran dengan menggunakan alat peraga dapat meningkatkan keterampilan proses siswa?					
4	Apakah pembelajaran dengan menggunakan alat peraga membuat siswa lebih termotivasi dalam belajar?					
5	Selama menggunakan alat peraga viskositas apakah bpk/ibu mengalami kesulitan?					
6	Apakah membutuhkan waktu yang lama dalam keakuratan waktu jatuhnya bola dalam fluida?					
7	Apakah bpk/Ibu pernah berfikir untuk mengembangkan penggunaan alat peraga viskositas ketika menjelaskan pelajaran?					

8	Apakah menurut bpk/ibu pengembangan alat peraga viskositas dengan menggunakan sensor dalam membaca waktu lebih baik dibanding dengan manual (stopwatch)?					
9	Apakah menurut bpk/ibu mengembangkan alat peraga viskositas dengan menggunakan sensor lebih efektif dan efisien.?					
10	Apakah bpk/ibu merasa kesulitan dalam membuat analisis grafik kecepatan gerak bola dalam fluida?					
11	Apakah menghubungkan sensor dengan komputer dapat mempermudah dalam menganalisis grafik kecepatan gerak bola dalam fluida?					

Lampiran 2. Kisi-kisi Instrumen Alat Peraga

No	Variabel	Dimensi	Indikator	No. Item Instrumen
	1	2	3	4
1	Alat Peraga	Alat bantu	A. Mudah dalam memahami pelajaran	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
			B. Tertarik dengan penggunaan alat peraga	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24
			C. Materi abstrak menjadi nyata.	25, 26, 27, 28, 29
		Efektif	D. Mencapai tujuan pembelajaran	30, 31, 32, 33, 34, 35
		Efisien	E. Waktu	36, 37, 38
			F. Biaya	39, 40
			G. Tenaga	41, 42
	Jumlah Item Instrumen			42 butir

Lampiran 3. Instrumen Quesioner Alat Peraga

Nama Siswa	:
Kelas	:

PETUNJUK PENGISIAN

- c. Berilah jawaban pernyataan dengan tanda lingkaran (o) pada kolom angka yang tersedia sesuai dengan pendapat anda.
- d. Ada lima alternatif jawaban yang dipilih, yaitu:

Sangat Setuju (SS) = 5

Setuju (S) = 4

Netral (N) = 3

Tidak Setuju (TS) = 2

Sangat Tidak Setuju (STS) = 1

No	PERNYATAAN	ALTERNATIF JAWABAN				
		SS	S	N	TS	STS
		5	4	3	2	1
	A. Mudah dalam memahami pelajaran					
1	Alat peraga sangat berhubungan erat dengan pelajaran	5	4	3	2	1
2	Alat peraga memperjelas dalam memahami materi pelajaran	5	4	3	2	1

3	Alat peraga mendukung dalam kegiatan belajar mengajar	5	4	3	2	1
4	Alat peraga mempermudah dalam mengingat materi pelajaran	5	4	3	2	1
5	Alat peraga membuat tidak bosan saat mengikuti kegiatan belajar mengajar	5	4	3	2	1
6	Alat peraga membantu untuk meningkatkan keterampilan	5	4	3	2	1
7	Alat peraga membantu untuk meningkatkan pengetahuan	5	4	3	2	1
8	Alat peraga membantu untuk meningkatkan sikap kerja sama	5	4	3	2	1
	B. Tertarik dengan menggunakan alat peraga					
9	Alat peraga dapat menimbulkan minat dalam mengikuti pelajaran	5	4	3	2	1
10	Alat peraga membuat termotivasi pada saat mengikuti pelajaran	5	4	3	2	1
11	Alat peraga membuat semangat saat mengikuti pelajaran	5	4	3	2	1
12	Alat peraga dapat memusatkan perhatian saat belajar	5	4	3	2	1
13	Alat peraga membuat tekun belajar dalam jangka waktu yang lama	5	4	3	2	1
14	Alat peraga dapat mengoptimalkan panca indera	5	4	3	2	1

15	Alat peraga dapat mempengaruhi ingatan tentang materi pelajaran yang lebih lama	5	4	3	2	1
16	Alat peraga membuat lebih berkonsentrasi saat mengikuti pelajaran	5	4	3	2	1
17	Alat peraga dapat menumbuhkan pemikiran yang teratur dan kontinu	5	4	3	2	1
18	Alat peraga dapat membantu tumbuhnya pengertian dan perkembangan kemampuan berbahasa	5	4	3	2	1
19	Alat peraga dapat mendorong siswa untuk bertanya	5	4	3	2	1
20	Alat peraga dapat mendorong siswa untuk berdiskusi	5	4	3	2	1
21	Alat peraga dapat mengilustrasikan pesan dan informasi	5	4	3	2	1
22	Alat peraga dapat menghilangkan ketegangan saat mengikuti pelajaran	5	4	3	2	1
23	Alat peraga dapat menghilangkan rasa malas saat mengikuti pelajaran	5	4	3	2	1
24	Alat peraga dapat mengembangkan sikap ilmiah	5	4	3	2	1
	C. Materi abstrak menjadi nyata					
25	Alat peraga dapat menggambarkan keadaan yang kongrit tentang suatu peristiwa	5	4	3	2	1
26	Alat peraga dapat meletakkan dasar-dasar yang nyata untuk berfikir	5	4	3	2	1
27	Alat peraga dapat mengurangi terjadinya verbalisme	5	4	3	2	1

28	Alat peraga dapat memberikan pengalaman yang nyata sehingga menumbuhkan kegiatan berusaha sendiri di kalangan para siswa	5	4	3	2	1
29	Alat peraga membuat pelajaran lebih menetap dan tidak mudah dilupakan	5	4	3	2	1
	D. Mencapai tujuan pembelajaran					
30	Alat peraga dapat mencapai target hasil belajar	5	4	3	2	1
31	Alat peraga dapat membawa hasil yang lebih akurat	5	4	3	2	1
32	Alat peraga menyebabkan hasil belajar lebih permanen	5	4	3	2	1
33	Alat peraga mempermudah dalam menguasai konsep pelajaran	5	4	3	2	1
34	Alat peraga dapat mempermudah mengaplikasikan konsep dalam masalah sederhana	5	4	3	2	1
35	Alat peraga membuat siswa termotivasi untuk giat belajar	5	4	3	2	1
	E. Waktu					
36	Alat peraga lebih cepat digunakan untuk memahami konsep materi pelajaran.	5	4	3	2	1
37	Alat peraga dapat mencapai tujuan pembelajaran dalam waktu yang lebih singkat.	5	4	3	2	1
38	Alat peraga dapat membantu siswa yang	5	4	3	2	1

	tertinggal dalam pelajaran					
	F. Biaya					
39	Alat peraga menggunakan bahan yang sederhana.	5	4	3	2	1
40	Alat peraga dapat digunakan secara berulang.	5	4	3	2	1
	G. Tenaga					
41	Alat peraga sebagai alat bantu untuk mempermudah dalam menjelaskan materi pelajaran.	5	4	3	2	1
42	Alat peraga dapat mempermudah siswa dalam mengembangkan keterampilan inkuiri.	5	4	3	2	1

Lampiran 4. Kisi-kisi Instrumen Keterampilan Proses

No	Variabel	Dimensi	Indikator	No. Item Instrumen
	1	2	3	4
2	Keterampilan Proses	Aktif	A. Mengajukan pertanyaan	1, 2
			B. Mengemukakan gagasan	3, 4
			C. Memecahkan masalah	5, 6
		Kreatif	D. Menciptakan kegiatan belajar yang beragam	7, 8
		Mengembangkan pengetahuan berupa fakta dan konsep	E. Mengamati	9, 10, 11
			F. Menggolongkan/klasifikasi	12, 13
			G. Meramalkan/menyusun hipotesa/prediksi	14, 15
			H. Menyajikan dalam grafik	16, 17
			I. Menafsirkan/menginterpretasi data	18, 19
			J. Mengukur	20, 21
			K. Menghitung	22, 23
			L. Mengkomunikasikan	24, 25, 26
	Jumlah Item Instrumen			26 butir

Lampiran 5. Rubrik Penilaian Keterampilan Proses Sains

Nama Siswa : Kelas: Hari/tanggal :

NO	ASPEK YANG DI NILAI	SKOR
	A. Mengajukan pertanyaan	
1	Pertanyaan yang diajukan relevan dengan materi, dan tersusun secara logis.	3
	Pertanyaan yang diajukan relevan dengan materi, tetapi tidak tersusun secara logis.	2
	Pertanyaan yang diajukan tidak relevan dengan materi, dan tidak tersusun secara logis.	1
2	Bertanya dengan suara jelas, tepat dalam melafalkan, dan terdengar oleh siswa lain	3
	Bertanya dengan suara jelas, tepat dalam melafalkan, tetapi tidak terdengar oleh siswa lain	2
	Bertanya dengan suara jelas, tidak tepat dalam melafalkan, dan tidak terdengar oleh siswa lain	1
	B. Mengemukakan gagasan	
3	Mampu mengemukakan pendapat, memberi contoh, dan mengaplikasikan dalam kehidupan.	3
	Mampu mengemukakan pendapat, memberi contoh,	2

	dan tidak mengaplikasikan dalam kehidupan.	
	Mampu mengemukakan pendapat, tidak memberi contoh, dan tidak mengaplikasikan dalam kehidupan.	1
4	Mengemukakan kegunaan viskositas fluida kental, sedang, dan encer dalam kehidupan.	3
	Mengemukakan kegunaan viskositas fluida kental, sedang, tetapi tidak mampu menjelaskan kegunaan viskositas fluida encer dalam kehidupan.	2
	Mengemukakan kegunaan viskositas fluida kental, tetapi tidak mampu menjelaskan kegunaan viskositas sedang, dan encer dalam kehidupan.	1
	C. Memecahkan masalah	
5	Mampu mengidentifikasi masalah, mendiskusikan, dan memecahkan masalah dalam kelompok.	3
	Tidak mampu mengidentifikasi masalah, tetapi mampu mendiskusikan, dan memecahkan masalah dalam kelompok.	2
	Tidak mampu mengidentifikasi dan mendiskusikan masalah, tetapi masalah dapat dipecahkan dalam kelompok.	1
6	Menghimpun masalah yang ada, menerima masukan dari orang lain, dan mampu menyelesaikan masalah.	3
	Menghimpun masalah yang ada, tidak mau mendapat	2

	masukan dari orang lain, tetapi mampu menyelesaikan masalah.	
	Tidak menghimpun masalah yang ada, tidak mau menerima pendapat dari orang lain, tetapi mampu menyelesaikan masalah.	1
	D. Menciptakan kegiatan belajar yang beragam	
7	Melakukan percobaan dengan alat peraga, bekerja sama, dan menghargai pendapat orang lain.	3
	Melakukan percobaan dengan alat peraga, bekerja sama, tidak menghargai pendapat orang lain.	2
	Melakukan percobaan dengan alat peraga, tidak bekerja sama, dan tidak menghargai pendapat orang lain.	1
8	Selalu ingin mencoba menemukan sesuatu, belajar dengan menggunakan metode ilmiah, menemukan sendiri konsep yang dipelajari	3
	Selalu ingin mencoba menemukan sesuatu, belajar dengan menggunakan metode ilmiah, belum menemukan sendiri konsep yang dipelajari	2
	Selalu ingin mencoba menemukan sesuatu, menggunakan sebagian metode ilmiah, belum menemukan sendiri konsep yang dipelajari	1
	E. Mengamati	
9	Mencatat 3 gaya yang mempengaruhi gerak bola dalam fluida.	3
	Mencatat 2 gaya yang mempengaruhi gerak bola dalam fluida.	2
	Mencatat 1 gaya yang mempengaruhi gerak bola	1

	dalam fluida.	
10	Mencatat 5 besaran yang mempengaruhi nilai viskositas fluida	3
	Mencatat 3 besaran yang mempengaruhi nilai viskositas fluida	2
	Mencatat 2 besaran yang mempengaruhi nilai viskositas fluida	1
11	Mencatat 5 nilai kecepatan dari perubahan jarak	3
	Mencatat 4 nilai kecepatan dari perubahan jarak	2
	Mencatat 3 nilai kecepatan dari perubahan jarak	1
	F. Menggolongkan	
12	Mengelompokkan hasil koefisien viskositas fluida 1, 2, dan 3	3
	Mengelompokkan hasil koefisien viskositas 1, 2, tidak mampu mengelompokkan koefisien viskositas 3	2
	Hanya mampu mengelompokkan hasil koefisien viskositas 1 saja	1
13	Mengklasifikasi 2 macam gerak untuk bola yang jatuh di dalam fluida.	3
	Mengklasifikasi 1 macam gerak untuk bola yang jatuh di dalam fluida.	2
	Tidak mampu mengklasifikasikan gerak untuk bola yang jatuh di dalam fluida.	1
	G. Memprediksi	
14	Membuat hipotesa bahwa gerakan bola dalam fluida dipengaruhi oleh beberapa gaya, semakin kental fluida nilai viskositasnya semakin besar.	3
	Membuat hipotesa bahwa gerakan bola dalam fluida dipengaruhi oleh beberapa gaya, semakin kental fluida nilai viskositasnya semakin kecil.	2

	Membuat hipotesa bahwa gerakan bola dalam fluida dipengaruhi oleh gaya berat, semakin kental fluida nilai viskositasnya semakin kecil.	1
15	Dapat menuliskan 3 alasan bola yang jatuh dalam fluida memiliki kecepatan tetap	3
	Dapat menuliskan 2 alasan bola yang jatuh dalam fluida memiliki kecepatan tetap	2
	Hanya dapat menuliskan 3 alasan bola yang jatuh dalam fluida memiliki kecepatan tetap	1
	H. Menyajikan dalam grafik	
16	Dari data jarak dan waktu, dapat membaca 5 grafik kecepatan	3
	Dari data jarak dan waktu, dapat membaca 4 grafik kecepatan	2
	Dari data jarak dan waktu, hanya dapat membaca 3 grafik kecepatan	1
17	Dari tampilan grafik jarak dan waktu, dapat menuliskan 3 macam kesimpulan	3
	Dari tampilan grafik jarak dan waktu, dapat menuliskan 2 macam kesimpulan	2
	Dari tampilan grafik jarak dan waktu, hanya dapat menuliskan 1 macam kesimpulan	1
	I. Menafsirkan data	
18	Memprediksikan data grafik, bentuk grafik, dan menentukan nilai rata-rata kecepatan	3
	Menuliskan bentuk grafik, dan menentukan nilai rata-rata kecepatan.	2
	Menentukan nilai rata-rata kecepatan.	1
19	Menyajikan data dalam bentuk tabel, membaca grafik kecepatan, menentukan viskositas fluida dengan	3

	benar	
	Menyajikan data dalam bentuk tabel, membaca grafik kecepatan, salah dalam menentukan viskositas fluida	2
	Menyajikan data dalam bentuk tabel, membaca grafik kecepatan kurang tepat dan salah dalam menentukan viskositas fluida	1
	J. Mengukur	
20	Mengukur diameter bola, jari-jari bola, dengan mikrometer sekrup disertai dengan satuan yang benar	3
	Mengukur diameter bola, jari-jari bola, dengan mikrometer sekrup tanpa disertai dengan satuannya.	2
	Mengukur diameter bola, tanpa disertai jari-jari bola dan satuannya.	1
21	Menimbang massa bola, massa fluida dengan menggunakan neraca disertai satuan yang benar	3
	Menimbang massa bola, massa fluida dengan menggunakan neraca disertai dengan satuan	2
	Menimbang massa bola, massa fluida dengan menggunakan neraca tanpa disertai satuan	1
	K. Menghitung	
22	Menghitung massa jenis bola, massa jenis fluida disertai dengan satuan yang benar.	3
	Menghitung massa jenis bola, massa jenis fluida disertai dengan satuan.	2
	Menghitung massa jenis bola, massa jenis fluida tanpa disertai dengan satuan.	1
23	Menuliskan rumus viskositas, menghitung viskositas fluida, disertai dengan satuan	3
	Menuliskan rumus viskositas, menghitung viskositas	2

	fluida, tanpa satuan	
	Menghitung viskositas fluida, disertai dengan satuan	1
	L. Mengkomunikasikan	
24	Ada pembagian tugas yang jelas dalam kelompok, setiap anak melakukan tugasnya dengan baik, semua anggota kelompok ikut berpartisipasi.	3
	Ada pembagian tugas dalam kelompok, tetapi tidak semua anggota kelompok ikut berpartisipasi.	2
	Tidak ada pembagian tugas dalam kelompok, presentasi didominasi oleh satu orang saja.	1
25	Menguasai materi dan mampu menjelaskan secara keseluruhan	3
	Menguasai materi tetapi belum sempurna dalam menjelaskan materi	2
	Tidak menguasai materi dan kesulitan dalam menjelaskan	1
26	Kesimpulan benar dan merupakan jawaban tujuan praktikum, ditulis dengan kalimat yang mudah dipahami	3
	Kesimpulan benar dan merupakan jawaban tujuan praktikum, ditulis dengan kalimat sulit dipahami	2
	Kesimpulan bukan merupakan jawaban tujuan praktikum	1

Lampiran 6**LEMBAR KERJA SISWA****PRAKTIKUM VISKOSITAS METODE BOLA JATUH**

Nama Siswa :

Kelas :

Hari/tanggal :

Kelompok :



Nilai	Paraf Guru

A. Tujuan Percobaan

1. Memahami adanya gaya gesekan yang dialami benda yang bergerak dalam fluida
2. Menentukan koefisien kekentalan (viskositas) fluida

B. Alat dan Bahan

No	Nama Alat/Bahan	Jumlah
1	Tabung viskositas	1
2	Bola	2
3	Fluida cair (gliserin, minyak, dan oli)	3
4	LCD	1
5	Jangka Sorong	1
6	Mistar	1
7	Sendok bola	1
8	Monitor	1
9	Termometer	1
10	Neraca Ohaus	1

C. Dasar Teori:

Setiap benda yang bergerak dalam fluida akan mendapat gaya gesek (gaya viskos) dan gaya Archimedes yang disebabkan oleh viskositas fluida. Gaya tersebut sebanding dengan kecepatan relatif benda dalam fluida.

A. Tujuan Percobaan

Menentukan koefisien kekentalan (viskositas) suatu fluida

B. Alat dan Bahan

No	Nama Alat/Bahan	Jumlah
1	Tabung viskositas	1
2	Bola	2
3	Fluida cair (gliserin, oli A, dan oli B)	3
4	LCD	1
5	Jangka sorong	1
6	Mistar	1
7	Sendok bola	1
8	Monitor	1
9	Termometer	1
10	Neraca Ohaus	1

C. Dasar Teori:

Setiap benda yang bergerak dalam fluida akan mendapat gaya gesek (gaya viskos) dan gaya Archimedes yang disebabkan oleh viskositas fluida. Gaya tersebut sebanding dengan kecepatan relatif benda dalam fluida.

Khusus untuk benda yang berbentuk bola dan bergerak dalam fluida mengalami gaya menurut hukum Stokes sebagai berikut:

$F = 6\pi\eta rv$, dengan η = koefisien kekentalan fluida ($\text{Dyne.s.cm}^{-2} = \text{Poise}$)

r = jari-jari bola (cm)

v = kecepatan relatif gerak bola dalam fluida (cm.s^{-1})

pemakaian hukum Stokes di atas harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- Ruang tempat fluida tidak terbatas (ukurannya cukup besar dibandingkan dengan bendanya)
- Tidak terjadi turbulensi dalam fluida (kecepatan bola tidak boleh terlalu besar)

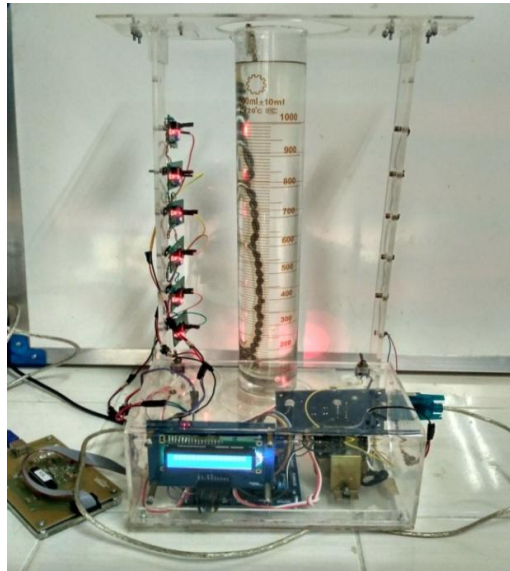
Jika bola dilepaskan tanpa kecepatan awal di atas permukaan fluida kental, maka bola tersebut bergerak ke bawah dengan gaya kesetimbangan antara gaya Archimedes, gaya Stokes yang berarah ke atas dengan gaya berat berarah kebawah. Resultan gaya yang bekerja pada bola sama dengan nol, melalui persamaan berikut:

$$F_A + F_S = w,$$

Dengan: F_A = gaya Archimedes

F_S = gaya Stokes

w = gaya berat



Gambar 1: Alat Peraga viskositas

Setelah persamaan di atas diselesaikan, maka diperoleh hubungan matematis antara kekentalan dan besaran fisis lain sebagai berikut:

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

dengan: ρ_b = massa jenis bola (gr.cm^{-3})

ρ_f = massa jenis fluida (gr.cm^{-3})

A. Langkah Kerja

1. Siapkan semua peralatan seperti pada gambar.
2. Siapkan fluida (gliserin), ukur temperature fluida $t_f = \dots^\circ\text{C}$
3. Bersihkan tabung viskositas kosong dan timbang dengan neraca
 $m_g = \dots \text{ gr}$, kemudian isi dengan fluida timbang kembali
 $m_{gf} = \dots \text{ kg}$. Massa fluida $m_f = \dots \text{ gr}$

4. Hitung massa jenis fluida, $\rho_f = m_f / V_f = \dots\dots\dots \text{gr/cm}^3$
5. Timbang massa bola $m_b = \dots\dots\dots \text{gr}$
6. Ukur diameter dan jari-jari bola dengan jangka sorong,
 $d = \dots\dots\dots \text{cm}$, $r = \dots\dots\dots \text{cm}$.
7. Hitung volume bola $V_b = 4/3 \pi r^3$, $V_b = \dots\dots\dots \text{cm}^3$
8. Hitung massa jenis bola $\rho_b = m_b / V_b$, $\rho_b = \dots\dots\dots \text{gr/cm}^3$
9. Hubungkan alat viskositas dengan sumber tegangan, pastikan sensor dalam keadaan menyala dengan jarak dua sensor yang berdekatan 5 cm.
10. Isi tabung viskositas dengan fluida (gliserin), apa yang akan terjadi bila bola dijatuhkan kedalam tabung viskositas? Bagaimana kecepatan bola.....? amati waktu yang tertera dalam LCD. catat waktunya ke dalam tabel
11. Amati grafik hubungan antara jarak dengan waktu pada monitor
12. Berapa nilai masing-masing kecepatannya?
13. Kelompokkan nilai kecepatan yang sama/mendekati dengan kecepatan yang berbeda
14. Kecepatan yang sama biasa disebut dengan kecepatan?
15. Dengan menggunakan rumus koefisien viskositas, hitung nilai viskositas gliserin
16. Lakukan percobaan no. 10 s.d 15 dimana tabung viskositas di isi dengan oli A, dan oli B

B. Data Percobaan

1. Pengukuran Bola

Besaran yang diukur	Bola
Massa (gr)	
Jari-jari (cm)	
Volume (cm ³)	
Massa jenis (gr/cm ³)	

2. Percobaan dengan Fluida

Besaran yang diukur	gliserin	Oli A	Oli B
Massa (gr)			
Volume (cm ³)			
Massa jenis (gr/cm ³)			

C. Analisis Data

Isilah tabel pengolahan data berikut ini kemudian lakukan analisis secara cermat.

Tabel 1: Hasil pengamatan gliserin

No	Tinggi h (cm)	Waktu jatuh t (s)	Kecepatan $V_t = h/t$ (cm/s)	Koefien viskositas η (Poise)
1	5			
2	10			
3	15			
4	20			
5	25			
Rata-rata koefisien viskositas gliserin				

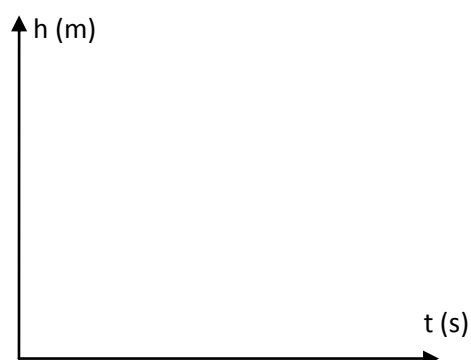
Tabel 2: Hasil pengamatan oli A

No	Tinggi h (cm)	Waktu jatuh t (s)	Kecepatan $V_t = h/t$ (cm/s)	Koefien viskositas η (Poise)
1	5			
2	10			
3	15			
4	20			
5	25			
Rata-rata koefisien viskositas oli A				

Tabel 3: Hasil pengamatan oli B

No	Tinggi h (cm)	Waktu jatuh t (s)	Kecepatan $V_t = h/t$ (cm/s)	Koefien viskositas η (Poise)
1	5			
2	10			
3	15			
4	20			
5	25			
Rata-rata koefisien viskositas oli B				

Buatlah grafik antara jarak (h) terhadap waktu (t) untuk gliserin:



D. Kesimpulan

1. Ada berapa gaya yang mempengaruhi saat bola jatuh dalam fluida, sebutkan?

.....
.....

2. Berapa koefisien viskositas atau kekentalan fluida untuk gliserin, oli 1, dan oli 2 dari hasil percobaan di atas?

.....

3. Benda yang bergerak dalam fluida mengalami gesekan tertentu yang tergantung pada viskositasnya. Apa yang kamu ketahui tentang viskositas?.....

.....

4. Benda yang bergerak dalam fluida tergantung pada viskositasnya, semakin besar viskositasnya, kecepatan gerak benda semakin

5. Jika memilih oli yang akan digunakan untuk pelumas mesin, maka perlu dipilih oli dengan viskositas yang lebih (besar/kecil), karena

.....

Lampiran 7. Hasil validasi ahli media

No	Pernyataan	Prof Yetti	Prof I Made	Nilai
1	Terdapat rumusan tujuan kompetensi yang ada	5	4	90
2	Kesesuaian materi dengan KI/KD yang berlaku	5	4	90
3	Penggunaan alat peraga memudahkan pemahaman siswa terhadap konsep viskositas	5	4	90
4	Menekankan pada pencapaian kompetensi yang sesuai dengan kehidupan sehari-hari	5	4	90
5	Penggunaan alat peraga tidak menimbulkan miskonsepsi pada konsep viskositas	4	3	70
6	Dapat memberi pengalaman tak langsung bagi siswa tentang viskositas	4	4	80
7	Dapat mengukur waktu jatuhnya bola dalam fluida lebih akurat	4	4	80
8	Dapat menghitung kecepatan terminal bola saat jatuh dalam fluida berdasarkan grafik	4	4	80
9	Dapat menghitung koefisien viskositas suatu fluida	4	5	90
10	Alat peraga memberikan penguatan karakter rasa ingin tahu siswa	4	4	80
11	Alat peraga sesuai dengan tingkat berpikir siswa	4	3	70
12	Aspek pembelajaran yang mencakup kognitif, psikomotor, dan afektif telah terpadu dalam materi	4	4	80
13	Penyajian materi mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam pembelajaran	4	3	70
14	Kesesuaian materi dengan KI/KD yang berlaku	5	4	90
15	Petunjuk penggunaan alat peraga disampaikan dengan jelas	5	4	90
16	Bahasa dalam petunjuk alat peraga mudah	5	4	90

	dipahami			
17	Bahasa yang digunakan dalam petunjuk penggunaan alat peraga sesuai dengan taraf berpikir siswa tingkat SMA	5	4	90
18	Pengoperasian alat peraga mudah dipahami oleh siswa	4	3	70
19	Bentuk alat peraga menarik perhatian siswa	4	4	80
20	Alat peraga mudah dipindahkan ke tempat lain	4	4	80
21	Tampilan LCD pada alat peraga mudah dibaca	4	4	80
22	Tampilan grafik pada monitor mudah dibaca	5	5	100
23	Alat peraga memotivasi siswa untuk belajar fisika	5	4	90
24	Alat peraga mudah digunakan dalam proses pembelajaran	4	4	80
25	Alat peraga meningkatkan pengetahuan siswa	4	3	70
26	Alat peraga mendukung siswa untuk terlibat aktif dalam pembelajaran	4	4	80
27	LKS menyajikan konsep fisika dengan benar	4	4	80
28	LKS sesuai dengan standar isi kurikulum 2013	4	4	80
29	LKS memiliki urutan materi yang tepat	4	4	80
30	LKS dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep yang dipelajari melalui langkah-langkah yang jelas dan terstruktur	4	3	70
31	LKS memiliki petunjuk yang jelas untuk kegiatan eksperimen	4	4	80
32	Penulisan LKS sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar	4	4	80
33	LKS memiliki struktur kalimat yang sederhana	4	4	80
34	LKS memiliki kesesuaian kalimat dengan tingkat perkembangan siswa	4	4	80
Nilai rata-rata				81,8

Lampiran 8. Hasil validasi ahli materi

No	Pernyataan	Iwan	Riser	Nilai
1	Tujuan praktikum, materi, kegiatan praktikum, pertanyaan-pertanyaan, dan evaluasi sesuai dengan yang terkandung dalam Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)	4	5	90
2	Tujuan praktikum, materi, kegiatan praktikum, pertanyaan-pertanyaan, dan evaluasi yang diajarkan menjabarkan substansi sesuai dengan indikator	5	5	100
3	Materi, kegiatan praktikum, pertanyaan-pertanyaan, dan evaluasi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran	5	5	100
4	Materi yang diajarkan siswa yaitu viskositas sesuai urutan dengan materi sebelumnya seperti: langkah kerja, gambar teknik, viskosimeternya	4	5	90
5	Fakta dan konsep dalam alat peraga yang digunakan sudah sesuai	4	5	90
6	Uraian materi dalam alat peraga sudah jelas dan sesuai dengan konsep	5	5	100
7	Kegiatan praktikum yang dilaksanakan sesuai dengan materi yang dibahas	4	5	90
8	Kegiatan untuk praktikum sudah sesuai dengan perkembangan ilmu viskositas	4	4	80
9	Kegiatan praktikum menekankan pada keterampilan proses siswa	5	5	100
10	Pembahasan konsep sudah sesuai dengan materi level SMA	5	5	100
11	Alat peraga yang dibuat dapat mengukur kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotor siswa	4	4	80

12	Alat peraga dilengkapi dengan alat ukur dan menampilkan grafik yang dapat memberikan kemudahan siswa guna untuk melakukan evaluasi	5	5	100
13	Materi pembelajaran sesuai dengan tingkat berpikir siswa	4	5	90
14	Alat evaluasi dapat mengukur kemampuan siswa secara mendalam sesuai dengan kompetensi yang ada	4	4	80
15	Evaluasi yang diberikan sesuai dengan materi dan tujuan pembelajaran	5	5	100
Nilai rata-rata				92,7

Lampiran 9. Hasil validasi guru

Aspek Media:

No	Pernyataan	Prasono	Siti R	Juni S	Nilai
1	Terdapat rumusan tujuan kompetensi yang ada	5	5	5	100
2	Kesesuaian materi dengan KI/KD yang berlaku	5	5	5	100
3	Penggunaan alat peraga memudahkan pemahaman siswa terhadap konsep viskositas	4	5	4	87
4	Menekankan pada pencapaian kompetensi yang sesuai dengan kehidupan sehari-hari	4	4	4	80
5	Penggunaan alat peraga tidak menimbulkan miskonsepsi pada konsep viskositas	4	4	5	87
6	Dapat memberi pengalaman tak langsung bagi siswa tentang viskositas	4	5	5	93
7	Dapat mengukur waktu jatuhnya bola dalam fluida lebih akurat	5	5	5	100
8	Dapat menghitung kecepatan terminal bola saat jatuh dalam fluida berdasarkan grafik	5	5	5	100
9	Dapat menghitung koefisien viskositas suatu fluida	5	5	5	100
10	Alat peraga memberikan penguatan karakter rasa ingin tahu siswa	5	5	5	100
11	Alat peraga sesuai dengan tingkat berpikir siswa	5	5	4	93

12	Aspek pembelajaran yang mencakup kognitif, psikomotor, dan afektif telah terpadu dalam materi	4	5	5	93
13	Penyajian materi mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam pembelajaran	5	5	5	100
14	Kesesuaian materi dengan KI/KD yang berlaku	5	5	5	100
15	Petunjuk penggunaan alat peraga disampaikan dengan jelas	5	4	4	87
16	Bahasa dalam petunjuk alat peraga mudah dipahami	5	4	5	93
17	Bahasa yang digunakan dalam petunjuk penggunaan alat peraga sesuai dengan taraf berpikir siswa tingkat SMA	5	5	5	100
18	Pengoperasian alat peraga mudah dipahami oleh siswa	4	4	4	80
19	Bentuk alat peraga menarik perhatian siswa	5	5	5	100
20	Alat peraga mudah dipindahkan ke tempat lain	4	4	4	80
21	Tampilan LCD pada alat peraga mudah dibaca	5	5	5	100
22	Tampilan grafik pada monitor mudah dibaca	5	5	5	100
23	Alat peraga memotivasi siswa untuk belajar fisika	5	4	5	93
24	Alat peraga mudah digunakan dalam proses pembelajaran	5	5	4	93
25	Alat peraga meningkatkan pengetahuan siswa	5	5	5	100

26	Alat peraga mendukung siswa untuk terlibat aktif dalam pembelajaran	5	5	5	100
27	LKS menyajikan konsep fisika dengan benar	5	4	5	93
28	LKS sesuai dengan standar isi kurikulum 2013	5	5	5	100
29	LKS memiliki urutan materi yang tepat	4	5	5	93
30	LKS dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep yang dipelajari melalui langkah-langkah yang jelas dan terstruktur	5	4	4	87
31	LKS memiliki petunjuk yang jelas untuk kegiatan eksperimen	5	5	5	100
32	Penulisan LKS sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar	5	5	5	100
33	LKS memiliki struktur kalimat yang sederhana	4	4	4	80
34	LKS memiliki kesesuaian kalimat dengan tingkat perkembangan siswa	5	4	5	93
Nilai rata-rata aspek media					94,4

Lampiran 10. Hasil Validasi Guru

Aspek Materi:

No	Pernyataan	Prasono	Siti R	Juni S	Nilai
1	Tujuan praktikum, materi, kegiatan praktikum, pertanyaan-pertanyaan, dan evaluasi sesuai dengan yang terkandung dalam Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)	5	5	5	100
2	Tujuan praktikum, materi, kegiatan praktikum, pertanyaan-pertanyaan, dan evaluasi yang diajarkan menjabarkan substansi sesuai dengan indikator	5	5	5	100
3	Materi, kegiatan praktikum, pertanyaan-pertanyaan, dan evaluasi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran	5	4	5	93
4	Materi yang diajarkan siswa yaitu viskositas sesuai urutan dengan materi sebelumnya seperti: langkah kerja, gambar teknik, viskosimeternya	5	5	5	100
5	Fakta dan konsep dalam alat peraga yang digunakan sudah sesuai	4	5	4	87
6	Uraian materi dalam alat peraga sudah jelas dan sesuai dengan konsep	5	4	5	93
7	Kegiatan praktikum yang dilaksanakan sesuai dengan materi yang dibahas	5	5	5	100
8	Kegiatan untuk praktikum sudah sesuai dengan perkembangan ilmu viskositas	4	4	4	80
9	Kegiatan praktikum menekankan pada keterampilan proses siswa	4	5	5	93
10	Pembahasan konsep sudah sesuai	5	5	5	100

	dengan materi level SMA				
11	Alat peraga yang dibuat dapat mengukur kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotor siswa	5	5	5	100
12	Alat peraga dilengkapi dengan alat ukur dan menampilkan grafik yang dapat memberikan kemudahan siswa guna untuk melakukan evaluasi	5	5	5	100
13	Materi pembelajaran sesuai dengan tingkat berpikir siswa	4	5	4	87
14	Alat evaluasi dapat mengukur kemampuan siswa secara mendalam sesuai dengan kompetensi yang ada	4	4	4	80
15	Evaluasi yang diberikan sesuai dengan materi dan tujuan pembelajaran	5	4	5	93
Nilai rata-rata aspek materi					93,7

Jumlah Skor	231	329	232	
Total nilai masing-masing guru	94,3	93,5	94,6	94,1

RIWAYAT PENULIS



AGUS YULIYONO, lahir di Bojonegoro pada tanggal 7 Juli 1966, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Pendidikan formalnya dimulai tahun 1980 di SD Negeri Kadipaten III. Kemudian dilanjutkan tingkat pendidikan ke jenjang sekolah di SMP

Negeri 2 Bojonegoro tahun 1983 dan SMA PGRI 1 Bojonegoro dengan jurusan IPA tahun 1986. Pada tahun 1993 lulus dari IKIP MUHAMMADIYAH Jakarta. Pada tahun 2013 melanjutkan kuliah di UNJ jurusan Fisika dan lulus tahun Februari 2017. Harapan penulis semoga ilmu yang penulis dapat dari perkuliahan akan mempermudah dalam membimbing dan mendidik siswa. Bagi yang ingin berkomunikasi dengan penulis bias melalui email: ags_yuli47@yahoo.co.id