

PENGEMBANGAN ALAT PERAGA EKSPERIMEN FISIKA DASAR 1 PADA MATERI VISKOSITAS FLUIDA

Yunita Rahmani*¹, Dedy Hamdani², Eko Risdianto³

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Bengkulu
Jl. WR. Supratman kandang limun Bengkulu
e-mail*¹: yunitarahmani28@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk (1) Menghasilkan produk berupa alat peraga eksperimen fisika dasar 1 berbasis arduino pada materi viskositas fluida (2) Menguji kelayakan alat peraga eksperimen fisika dasar 1 berbasis Arduino pada materi viskositas fluida. (3) Mendeskripsikan persepsi mahasiswa terhadap uji keterbacaan alat peraga eksperimen fisika dasar 1 berbasis Arduino pada materi viskositas fluida. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE. Produk dibuat menggunakan Arduino Uno dan *software* Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Sampel data yang digunakan pada penelitian ini yaitu 42 orang mahasiswa JPMIPA FKIP Unib (Pendidikan Fisika, Pendidikan Kimia, Pendidikan Biologi dan Pendidikan IPA). Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah wawancara, angket kebutuhan mahasiswa, angket validasi tim ahli, dan angket persepsi mahasiswa. Penilaian angket uji validasi dan persepsi mahasiswa diinterpretasikan dengan Skala Likert. Validasi produk dilakukan oleh 3 validator ahli yaitu Dosen Pendidikan Fisika. Validasi produk ditinjau dari 7 aspek yaitu aspek efisiensi alat, keterkaitan dengan materi perkuliahan, mengandung nilai pendidikan, ketahanan alat, estetika, komponen teknis dan keamanan alat. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa alat peraga yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat layak dengan persentase nilai rata-rata 87% dan persepsi mahasiswa terhadap alat peraga yang dikembangkan berada pada kategori sangat baik dengan nilai rata-rata 87%.

Kata Kunci: Alat Peraga, Arduino, Eksperimen Fisika dasar, Penelitian dan Pengembangan, Viskositas Fluida.

ABSTRACT

This research objectives were to (1) Produce products in the form of arduino-based basic physics experiment props 1 on fluid viscosity material (2) Testing the feasibility of arduino-based basic physics experiment props 1 on fluid viscosity material. (3) Describe students' perception of the readability test of arduino-based basic physics experiment props on fluid viscosity material. The method used in this research is the Research and Development (R&D) method with ADDIE development model. Products are made using Arduino Uno and Arduino IDE software with C++ programming language. The data samples used in this study were 42 students of JPMIPA FKIP Unib (Physics Education, Chemical Education, Biology Education and Science Education). The instruments used in this study are interviews, student needs questionnaires, expert team validation questionnaires, and student perception questionnaires. The assessment of the validation test and student perception was interpreted by Likert Scale. Product validation was done by 3 expert validators, namely Lecturers of Physics Education. Product validation was reviewed from 7 aspects, namely the efficiency aspects of the tool, the association with the lecture material, containing the value of education, tool durability, aesthetics, technical components and tool safety. The results obtained from this study showed that the props developed fall into the category of very feasible and an average value percentage of 87% and the perception of students to the props developed in the category is the best with an average score of 87%.

Keywords: Arduino, Experimentation Basic Physics, Fluid Viscosity, Props, Research and Development.

I. PENDAHULUAN

Media pembelajaran menjadi salah satu penunjang dalam proses pembelajaran selain menjelaskan teori. Media pembelajaran juga termasuk di dalamnya alat dan bahan di laboratorium, sehingga alat dan bahan menjadi seperangkat hal penting. Pemilihan alat dan bahan serta teknik yang tepat akan menjadi konstruksi dasar dalam menemukan data yang presisi, khususnya praktikum atau eksperimen. Dalam proses pembelajaran melalui eksperimen fisika di perguruan tinggi, dibutuhkan alat-alat yang mendukung sehingga tujuan dari konsep materi yang ingin disampaikan dapat tercapai (1). Salah satu media pembelajaran yang dapat diterapkan dalam proses pembelajaran fisika adalah alat peraga. Alat peraga digunakan sebagai alat bantu untuk

memvisualisasikan konsep fisika maupun sebagai alat ukur dalam kegiatan praktikum atau eksperimen.

Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Bengkulu di tahun pertama atau di semester 1, mahasiswa diwajibkan mengambil 20 SKS dengan 8 mata kuliah. Di antara mata kuliah wajib, salah satunya adalah mata kuliah Eksperimen Fisika Dasar 1. Sesuai dengan namanya eksperimen atau praktikum adalah mata kuliah yang langsung praktek di laboratorium untuk membuktikan beberapa teori yang ada. Salah satu materi yang dipelajari pada mata kuliah Eksperimen Fisika Dasar 1 adalah percobaan viskositas. Tujuan dari percobaan tersebut untuk memahami hubungan antara gaya gesekan yang dialami oleh benda yang bergerak dalam fluida dan untuk menentukan koefisien zat cair. Konten yang dikembangkan pada eksperimen ini selain melatih keterampilan menggunakan alat ukur fisika, juga untuk memahami konsep yang dikemukakan oleh Sir George Stokes (13 Agustus 1819 – 1 Februari 1903), seorang Fisikawan dan Matematikawan Irlandia, yang terkenal dengan Hukum Stokes nya (1).

Untuk menunjang pelaksanaan praktikum viskositas sehingga didapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan praktikum tersebut, maka dibutuhkan alat ukur. Alat ukur yang digunakan untuk menentukan kekentalan (viskositas) suatu zat cair adalah viskometer. Alat ukur kekentalan ini dapat mengukur tingkat kekentalan suatu zat cair dengan akurat dan spesifik sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Dalam pembuatannya viskometer ditujukan untuk memperoleh waktu sehingga dapat dihitung nilai viskositas suatu fluida. Viskometer terdiri dari berbagai jenis. Model viskometer yang umum digunakan diantaranya yaitu bola jatuh, bola bergulir, pipa kapiler, rotasi silinder konsentris, dan rotasi kerucut plat (2).

Berdasarkan observasi di Laboratorium Fisika FKIP Universitas Bengkulu terdapat KIT dan media yang menunjang mata kuliah Eksperimen Fisika Dasar 1 khususnya percobaan viskositas. Meskipun menggunakan perangkat tersebut mampu menarik perhatian dan minat mahasiswa dalam eksperimen fisika, ada beberapa kekurangan yang menjadikan suasana pembelajaran kurang kondusif, baik dari segi kesalahan praktikan saat praktikum ataupun kesalahan alat. Untuk itu sebagai penunjang penelitian maka peneliti melaksanakan observasi awal pada 100 orang responden mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Bengkulu yang sudah mengambil mata kuliah Eksperimen Fisika Dasar 1 yang mana terdiri dari angkatan 2017, 2018, dan 2019.

Dari 100 orang responden mahasiswa Pendidikan Fisika, maka didapatkan kesimpulan urgensi dilakukan penelitian ini adalah masih dijumpai kebingungan praktikan pada saat melakukan pengambilan data dalam melaksanakan praktikum viskositas. Hal itu disebabkan kesalahan alat ukur yang biasanya digunakan pada praktikum viskositas di Laboratorium Fisika FKIP Universitas Bengkulu dan sudah layak untuk diperbaharui, dengan mempertimbangkan beberapa alasan bahwa alat kurang akurat untuk menghitung nilai viskositas zat cair. Selain itu yang menjadi alasan penelitian ini terdapat permasalahan atau kesalahan yang sering terjadi seperti kesalahan dalam menghitung waktu tempuh bola jatuh, hal ini dikarenakan alat praktikum viskositas masih menggunakan *stopwatch* manual. Selain kesalahan dalam perhitungan waktu, kesalahan praktikan juga disebabkan karena tabung yang sering digunakan sudah menurun nilai fungsinya. Sehingga diperlukan rekonstruksi alat percobaan viskositas fluida yang lebih canggih, *simple* dan akurat.

Kekurangan alat peraga secara manual dapat diperkecil dengan mengembangkan alat peraga otomatis berbasis mikrokontroler atau arduino. Alat peraga otomatis dapat mengurangi pengaruh kesalahan manusia dalam melakukan pengukuran sehingga meningkatkan akurasi dan presisi pengukuran. Di samping itu, alat peraga berbasis arduino memiliki *output digital* dan mudah dalam pengoperasian (*user friendly*) sehingga mampu menarik minat peserta didik (mahasiswa) dalam belajar (3).

Berdasarkan beberapa permasalahan tersebut, sesuai dengan penelitian oleh Karsumi di SMA Negeri 2 Pati dengan judul “Pengembangan Alat Praktikum Viskosimeter Zat Cair” penelitian ini mengukur nilai viskositas air, oli dan minyak goreng. Namun, pada penelitian ini memiliki beberapa kelemahan yaitu alat praktikum viskositas yang dibuat dalam penelitian ini menerapkan sistem katrol, yang mana kelemahannya nilai gesekannya mempengaruhi dan tidak diketahui secara tepat.

Hal ini mengakibatkan nilai dasar pengukurannya menjadi sangat besar (0,2507 Pas) dan mempengaruhi ketepatan nilai viskositasnya. (4)

Begitu juga penelitian Tissos & Kamus yang berjudul “Pembuatan Sistem Pengukuran Viskositas Fluida Secara Digital Menggunakan Sensor Efek Hall UGN3503 Berbasis Arduino UNO328” Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang. Adapun kelemahan dari alat ini adalah, tidak stabilnya suhu fluida yang dapat mengganggu proses pengukuran, karena pada dasarnya secara tidak langsung suhu juga memberikan pengaruh terhadap nilai viskositas fluida. Semakin tinggi suhu maka semakin kecil nilai viskositas. Adapun kelemahan lainnya adalah; diameter tabung yang terlalu kecil, sehingga menyulitkan untuk memvariasikan bola dengan diameter yang lebih besar, selain itu kemampuan sensor efek Hall dalam mensensing bola besi masih terbatas, karena sensor efek Hall kurang mendeteksi atau bahkan tidak sama sekali mendeteksi bola besi yang berukuran lebih kecil. Selain hal di atas, kelemahan lainnya adalah tidak adanya penyaringan yang bisa digunakan untuk menampung bola besi di dasar tabung sehingga tidak bisa mengangkat bola besi yang sudah dijatuhkan ke dalam sampel fluida, sehingga dalam hal ini peneliti menggunakan tali yang dipasangkan pada sebuah pemberat untuk mengangkat bola besi tersebut. (5)

Penelitian lain yang relevan pernah dilakukan oleh Boimau & Mellu dengan judul Rancang Bangun Alat Praktikum Viskometer Berbasis Arduino yang mana pada penelitian ini menerapkan prinsip metode bola jatuh bebas dan konsep pesawat *atwood* dengan metode katrol, akibatnya pengaruh gesekan katrol mempengaruhi beberapa kesalahan pengukuran. Penelitian ini menggunakan sensor IR (*Infrared*), yang mana kelemahan menggunakan sensor IR ini adalah tidak bisa membaca secara langsung gerak bola dalam fluida yang pekat. Selain itu kelemahan pada penelitian ini pengukuran hanya konsisten pada panjang lintasan maksimal 20 cm. (3)

Penelitian selanjutnya dilaksanakan oleh Romadhan, Subjek penelitian ini adalah Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo Semester VI. Judul penelitian tersebut adalah “Keefektifan Alat Peraga Viskositas Dengan Sensor *Mini Reed Switch Magnetic* Berbasis Arduino Untuk Meningkatkan Kemampuan *Analyze* Peserta Didik”. Ada beberapa kelemahan pada penelitian ini sehingga peneliti menyarankan untuk membuat tabung yang lebih panjang agar gerakan bola lebih bisa diamati dan waktu pergerakan terukur maksimal. Kemudian peneliti menyarankan untuk mengganti sensor dengan sensitivitas yang lebih tinggi guna mengurangi kesalahan praktikum selanjutnya. Selain itu peneliti sebelumnya juga menyarankan untuk membuat alat yang bisa digunakan untuk mengambil benda setelah dijatuhkan ke tabung, karena sebelumnya peneliti menggunakan tali untuk mengambil benda akibatnya ada pengaruh gesekan. (6)

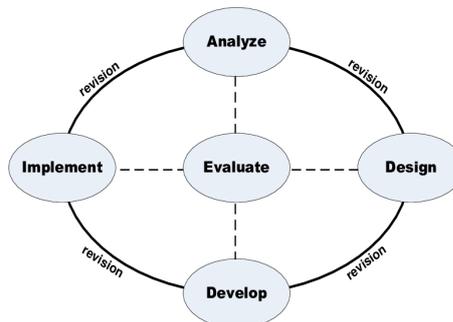
Penelitian lain tentang alat viskositas dilakukan oleh Wulandari dengan judul “Pengembangan Alat Peraga Fisika Pada Materi Viskositas Sebagai Media Pembelajaran” Alat ini digunakan untuk mengukur waktu bola meluncur pada masing-masing tabung. Alat pengukur waktu yang digunakan yaitu *stopwatch digital* yang dimodifikasi dengan *microswitch*. Pada perancangan alat ini memiliki kekurangan otomatis tidak dapat berfungsi dengan paten dikarenakan fluida tersebut akan memuai pada suhu yang panas sehingga harus disetel kembali otomatisnya. (7)

Berdasarkan beberapa kekurangan dari penelitian sebelumnya, maka perlu dilakukan pengembangan alat yang sesuai dengan kebutuhan saat ini, khususnya masalah saat eksperimen fisika dasar 1 pada materi viskositas fluida oleh mahasiswa JPMIPA FKIP Universitas Bengkulu. Maka dari itu, penulis tertarik melakukan penelitian yang diberi judul “Pengembangan Alat Peraga Eksperimen Fisika Dasar 1 Pada Materi Viskositas Fluida” Penelitian ini bertujuan untuk : (1). Menghasilkan produk berupa alat peraga eksperimen fisika dasar 1 berbasis arduino pada materi viskositas fluida. (2). Menguji kelayakan alat peraga eksperimen fisika dasar 1 berbasis arduino pada materi viskositas fluida. (3). Melihat persepsi mahasiswa terhadap alat peraga eksperimen fisika dasar 1 berbasis arduino pada materi viskositas fluida.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan *research and development* (R&D). Pada penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE oleh Robert Maribe

Branch. Dalam buku Sugiyono(8), Robert Maribe Branch mengembangkan *Intructional Design* (Desain Pembelajaran) dengan Pendekatan ADDIE, yang merupakan perpanjangan dari *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation* (8). Bagan pengembangan model ADDIE adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan Pengembangan Model ADDIE. (9)

Pengembangan yang dilakukan adalah pengembangan alat peraga berbasis arduino pada materi viskositas fluida, alat peraga yang dihasilkan terlebih dahulu divalidasi oleh 3 dosen ahli program studi Pendidikan Fisika untuk melihat kelayakan dari alat peraga yang dikembangkan. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa analisis kebutuhan dengan menggunakan lembar observasi dan lembar angket kebutuhan (mahasiswa), lembar angket validasi produk dan lembar angket persepsi mahasiswa. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis statistik deskriptif. Analisis kebutuhan dilakukan pada data yang diperoleh persentase. Persentase diperoleh berdasarkan perhitungan skala likert yang dimodifikasi. Dengan skala likert, maka variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Selanjutnya indikator tersebut dijadikan pedoman dalam menyusun item-item yang berupa pertanyaan ataupun pernyataan, untuk kalimat setiap item instrument diberi nilai kuantitatif seperti pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Perhitungan Skala Likert

Interpretasi	Skor
Sangat Setuju/Sangat Baik/Sangat Layak	4
Setuju/Baik/Layak	3
Tidak Setuju/Tidak Baik/Tidak Layak	2
Sangat Tidak Setuju/Sangat Tidak Baik/Sangat Tidak Layak	1

Kemudian menghitung persentase dari masing-masing pernyataan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Persentase skor (P)} = \frac{\text{skor total}}{\text{skor maksimal}} \times 100\% \quad (1)$$

$$P = \frac{f}{N} \times 100\% \quad (2)$$

dengan P adalah Angka Persentase, f adalah jumlah skor yang diperoleh, dan N adalah Jumlah skor maksimum.

Setelah didapatkan persentase skor dengan menggunakan rumus tersebut, selanjutnya mengukur interpretasi skor. Adapun interpretasi skor dapat dilihat pada Tabel 2 (10)

Tabel 2. Kriteria interpretasi skala likert

No	Interval	Kriteria
1	$75\% \leq \text{skor} \leq 100\%$	Sangat Setuju/Sangat Baik/Sangat Layak
2	$50\% \leq \text{skor} \leq 74\%$	Setuju/Baik/Layak
3	$25\% \leq \text{skor} \leq 49\%$	Tidak Setuju/Tidak Baik/Tidak Layak
4	$0\% \leq \text{skor} \leq 24\%$	Sangat Tidak Setuju/Sangat Tidak Baik/Sangat Tidak Layak

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika FKIP Universitas Bengkulu. Penelitian pengembangan ini dilakukan uji keterbacaan kepada mahasiswa JPMIPA FKIP UNIB (Fisika, Kimia, Biologi dan IPA) angkatan 2017, 2018, dan 2019 yang sudah mengambil mata kuliah eksperimen fisika dasar 1 terkhusus materi viskositas fluida. Uji keterbacaan ini menggunakan uji skala terbatas, sehingga respon mahasiswa yang di ambil adalah 42 orang mahasiswa. Instrumen dalam penelitian ini berupa lembar persepsi mahasiswa diperoleh menggunakan skala likert.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Berdasarkan hasil pengisian angket analisis kebutuhan pengembangan e-modul didapatkan respon mahasiswa terhadap alat peraga bahan ajar yang digunakan di kelas menggunakan 21 pernyataan yang terdiri dari aspek tanggapan siswa, aspek pengalaman pembelajaran fisika, aspek kebutuhan e-modul dalam proses pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil analisis kebutuhan siswa

Aspek Pertanyaan	Persentase Tanggapan
A. Tanggapan Praktikan	52,67%
B. Pengalaman Eksperimen Viskositas	60,53%
C. Kebutuhan Alat Dalam Proses Praktikum	85,32%
Rata-Rata	66,18%

Berdasarkan hasil validasi oleh *judgement* ahli terhadap alat peraga berbasis arduino pada materi viskositas fluida yang dikembangkan menggunakan 19 pernyataan yang terdiri dari 7 aspek penilaian yaitu aspek efisiensi alat, keterkaitan dengan materi perkuliahan, mengandung nilai pendidikan, ketahanan alat, estetika, komponen teknis dan keamanan alat peraga yang mendapatkan kesimpulan interpretasi skala likert pada kategori sangat layak seperti Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Hasil validasi produk

Aspek	Nilai rata-rata validasi oleh tim ahli	Kategori
A. Efisiensi alat	86%	Sangat Layak
B. Keterkaitan dengan perkuliahan	89%	Sangat Layak
C. Mengandung nilai pendidikan	83%	Sangat Layak
D. Ketahanan Alat	83%	Sangat Layak
E. Estetika	88%	Sangat Layak
F. Komponen teknis	86%	Sangat Layak
G. Keamanan	92%	Sangat Layak
Rata-rata	87%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil akhir dari aspek efisiensi alat, keterkaitan dengan materi perkuliahan, mengandung nilai pendidikan, ketahanan alat, estetika, komponen teknis dan keamanan alat peraga dari ketiga validator, dapat disimpulkan bahwa produk alat peraga eksperimen viskositas berbasis arduino berada pada kategori sangat layak dengan persentase kelayakan rata-rata produk ini sebesar 87% dari 100% dan sedikit revisi dari penuntun praktikum yang digunakan sebagai penunjang dari alat peraga berbasis arduino dari saran validator.

Berdasarkan hasil pengisian angket persepsi mahasiswa terhadap alat peraga yang telah dikembangkan sudah pada kategori sangat baik untuk jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji persepsi mahasiswa

Aspek	Penilaian dari Program Studi			
	Pend.Fisika	Pend.Kimia	Pend. Biologi	Pend. IPA
A. Efisiensi alat	92%	83%	91%	85%
B. Keterkaitan dengan perkuliahan	93%	93%	93%	85%
C. Ketahanan alat	81%	85%	88%	88%
D. Estetika	95%	100%	100%	95%
E. Komponen teknis	67%	69%	64%	64%
F. Keamanan	97%	95%	95%	95%
Rata-rata	88%	87%	88%	85%

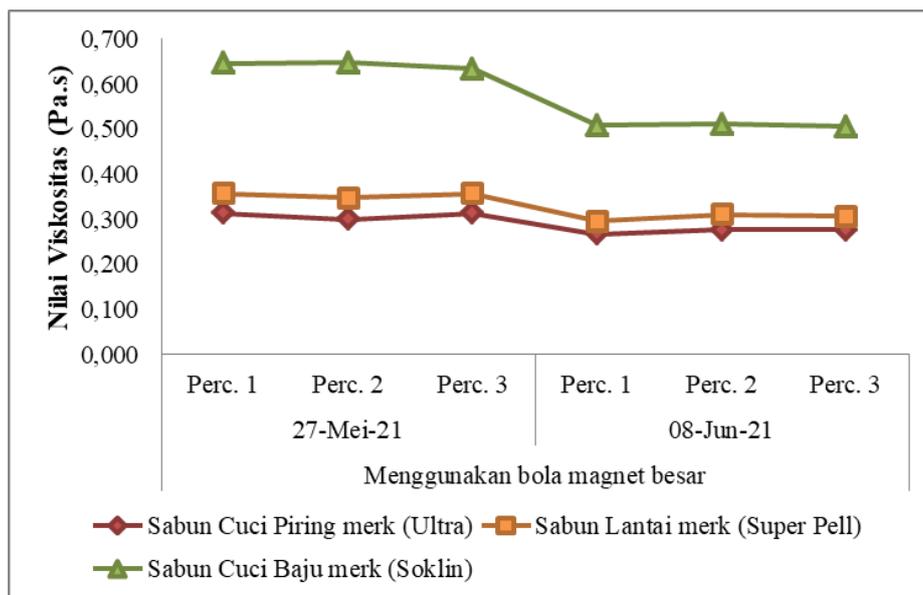
Dari data hasil persepsi mahasiswa oleh 4 Program Studi JPMIPA (Pendidikan Fisika, Pendidikan Kimia, Pendidikan Biologi dan Pendidikan IPA) FKIP UNIB yang telah dipaparkan di atas, terlihat bahwa setiap mahasiswa program studi memiliki persepsi yang berbeda terhadap keterbacaan alat peraga viskositas fluida berbasis arduino. Secara keseluruhan dari uji keterbacaan menurut mahasiswa 87% menyatakan alat peraga yang dikembangkan berada pada kategori sangat baik untuk digunakan dalam praktikum.

3.2 Pembahasan

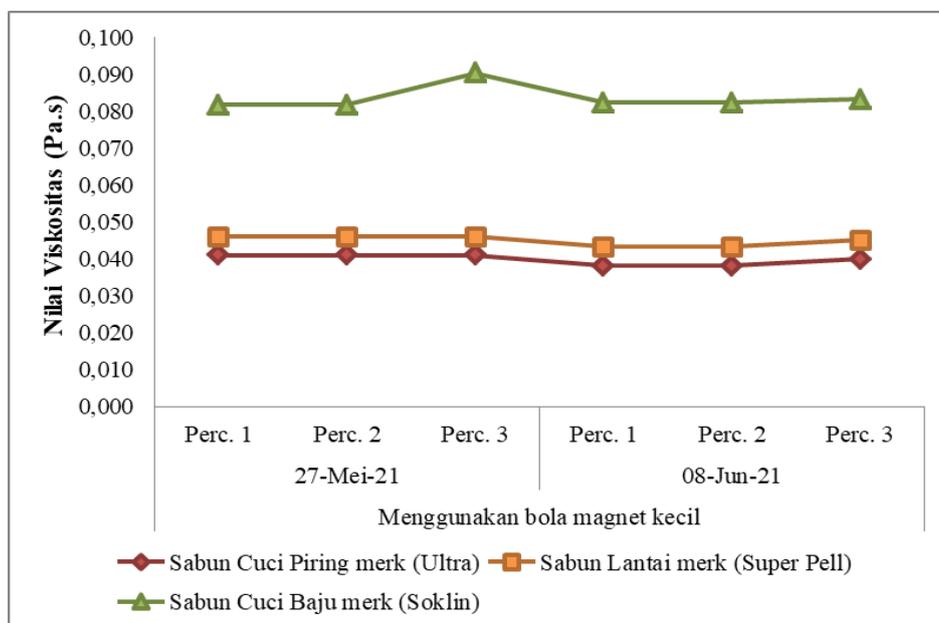
Alat peraga berbasis arduino ini menjadikan cara mudah peserta didik (mahasiswa) dalam membuktikan konsep fisika terkhusus pada konsep viskositas fluida, sehingga menambah wawasan atau informasi tentang fenomena-fenomena di sekitar. Selain menambah pemahaman dalam konsep viskositas, alat peraga ini juga bertujuan sebagai implementasi dari mata kuliah elektronika dasar yang mana komponen penyusun alat peraga adalah komponen-komponen elektronika. Sehingga, alat peraga ini menjadi kombinasi implementasi 2 mata kuliah yang ditempuh mahasiswa terkhusus pada program studi Pendidikan Fisika Universitas Bengkulu. Alat peraga ini diharapkan dapat memotivasi mahasiswa untuk meningkatkan pemahaman konsep mengenai materi viskositas maupun elektronika dasar.

Pada penelitian ini peneliti berusaha menyempurnakan dan meneruskan penelitian sebelumnya dengan hasil perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian relevan sebelumnya adalah alat peraga ini berbasis arduino yang sudah dilengkapi dengan 3 tabung untuk 3 sampel fluida yang berbeda dengan ketinggian masing-masing tabung 100 cm dan diameter tabung kurang lebih 3 cm, kemudian alat ini didesain lebih sederhana dengan kerangka alat yang kuat serta bersifat *portable* (bisa digunakan tanpa sumber listrik). Selain itu, alat peraga yang dikembangkan menggunakan bola magnet dengan variasi yang berbeda dengan ukuran 10 mm dan 8 mm. Bola magnet ini digunakan sebagai pengganti kelereng atau sebagai objek yang dijatuhkan ke dalam fluida, selain itu bola magnet lain juga digunakan untuk mengambil bola magnet ketika dijatuhkan ke dalam fluida sehingga tidak membutuhkan penyaring atau tali untuk mengambil bola di dalam fluida. Selain dari segi kepraktisan alat, *output* dari alat peraga ini tidak hanya mengukur waktu tempuh bola jatuh, tetapi juga mengukur kecepatan tempuh bola jatuh dengan ketelitian yang mencapai 99,41% untuk bola magnet besar dan 99,9% untuk bola magnet kecil.

Penelitian ini berfokus pada sabun-sabun cair yang mana digunakan sampel sabun cuci piring merk Ultra, sabun pembersih lantai merk Super Pell dan sabun pencuci baju merk Soklin *Liquid*. Pada pengembangan alat ini, peneliti bermaksud untuk melihat perbedaan viskositas dari ketiga jenis sabun yang biasanya digunakan dalam kehidupan sehari-hari serta membuktikan keakuratan alat yang sudah dikembangkan. Pada penelitian ini peneliti mengambil data sebanyak 2 kali dengan jangka waktu yang berbeda dengan tujuan melihat apakah ada perbedaan viskositas fluida jika digunakan terus menerus. Berikut adalah data viskositas masing-masing fluida :



(a)



(b)

Gambar 2. Grafik hasil pengukuran viskositas (a) menggunakan bola besar (b) menggunakan bola kecil

Dilihat dari data tabel dan grafik hasil perhitungan viskositas, bahwa nilai viskositas masing-masing fluida mengalami penurunan di setiap percobaan 1 sampai dengan percobaan 3 atau pun percobaan dari tanggal 27 Mei 2021 dan 8 Juni 2021. Perbedaan nilai viskositas menurut Lumbantoran, terjadi karena pengaruh kenaikan suhu, penurunan nilai viskositas akibat pengaruh suhu tersebut dikarenakan molekul zat cair jaraknya berdekatan dengan gaya kohesi yang kuat antara molekul dan hambatan terhadap gerak antara lapisan-lapisan fluida yang bersebelahan berhubungan dengan gaya antar molekul dengan meningkatnya temperatur, gaya kohesi ini berkurang dan mengakibatkan berkurangnya hambatan terhadap gerakan (11). Hal ini karena viskositas adalah indeks dari hambatan tersebut, maka viskositas berkurang dengan meningkatnya temperatur. Secara sederhana menurut Lubis, semakin banyak atau semakin sering bola yang dijatuhkan maka semakin banyak gesekan yang terjadi sehingga suhu cairan semakin tinggi dan kecepatan jatuh bola semakin besar dan nilai viskositas cairan semakin rendah. (12)

Hubungan suhu terhadap nilai viskositas dibuktikan dengan penelitian oleh Damayanti, dengan sampel fluida minyak goreng. Suhu mempengaruhi viskositas fluida karena nilai viskositas erat kaitannya dengan nilai massa jenis fluida tersebut. Besarnya viskositas berbanding lurus dengan massa jenis fluida. Peningkatan temperatur mengurangi kohesi molekuler dan diwujudkan dengan berkurangnya viskositas fluida. Setelah mengalami perubahan suhu, fluida mengalami pemuaian sehingga menyebabkan partikel di dalam fluida menjadi lebih renggang karena kohesi molekuler semakin berkurang. Hal tersebut menyebabkan massa jenis ketiga fluida yang diujicobakan rendah atau mengalami penurunan. Kecepatan terminal bola ketika melewati fluida dapat menunjukkan viskositas. Kecepatan terminal merupakan kecepatan konstan bola ketika mencapai keadaan setimbang yaitu saat gaya Archimedes ditambah gaya Stokes sama dengan gaya berat bola. Ketika terjadi peningkatan suhu, kohesi molekuler fluida berkurang sehingga menyebabkan molekul yang awalnya tersusun rapat berubah menjadi lebih renggang sehingga memudahkan bola untuk melewati fluida tersebut. (13)

Penelitian menggunakan alat peraga yang dikembangkan ini ketika dilakukan pengujian didapatkan hasil yang sesuai dengan tabel dan grafik data percobaan di atas yang menggunakan bola magnet besar maupun bola magnet kecil. Dapat dilihat terjadi penurunan dari pengujian 1 dan pengujian 2 dengan tanggal yang berbeda dan juga dengan suhu berbeda. Sesuai dengan penelitian terdahulu dan teori yang menguatkan bahwa ketika suhu tinggi yang berpengaruh adalah massa jenis fluida. Suhu tinggi dapat menurunkan nilai massa jenis dan akibatnya gesekan antar molekul renggang atau kecil hal itulah yang menyebabkan kecepatan terminal semakin besar, begitu pun sebaliknya. Jadi, semakin tinggi suhu maka semakin kecil nilai massa jenis fluida.

Pada penelitian ini, peneliti terfokus meneliti nilai viskositas sabun cair yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dilihat dari hasil yang diperoleh dari penggunaan alat peraga yang dikembangkan bahwa pada setiap sabun cair itu nilai viskositasnya berbeda. Menurut Wijana & Harnawi, hal ini dipengaruhi oleh rasio air yang terdapat pada sabun, penurunan viskositas akibat peningkatan rasio air dikarenakan viskositas dipengaruhi oleh kadar air dalam sabun tersebut. Semakin sedikit kadar air dalam sabun viskositas semakin tinggi, dan sebaliknya semakin banyak kadar air dalam sabun maka viskositas semakin rendah. (14)

Selain suhu dan kadar air, yang mempengaruhi nilai viskositas adalah waktu alir suatu fluida, dalam penelitian ini dapat dibuktikan dengan waktu tempuh bola jatuh. Menurut Regina, yang mempengaruhi besar kecil nilai viskositas dipengaruhi oleh waktu alir fluida. Terdapat hubungan antara lamanya waktu alir dengan viskositas suatu zat cair, yaitu semakin besar waktu alirnya, maka nilai viskositas dari suatu zat cair tersebut semakin besar. Sebaliknya, semakin kecil waktu alirnya, maka nilai viskositas dari suatu zat cair tersebut akan semakin kecil. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil perhitungan waktu oleh alat peraga yang dikembangkan. (15)

Penelitian pengembangan yang telah dilakukan mendapat penilaian dari validator atau dosen ahli terhadap produk yang dihasilkan. Kegiatan penilaian ini disebut dengan kegiatan validasi produk. Uji validasi produk ini dilakukan oleh 3 orang *judgement* ahli yaitu dosen Pendidikan Fisika Universitas Bengkulu. Validasi terdiri atas beberapa aspek yaitu efisiensi alat, keterkaitan dengan materi perkuliahan, mengandung nilai pendidikan, ketahanan alat, estetika, komponen teknis dan keamanan alat. Jika alat peraga yang dibuat masih terdapat perbaikan, maka peneliti akan melakukan revisi produk hingga produk tersebut dikatakan sangat layak dengan persentase $\geq 87\%$. Menurut Surahman & Surjono, validasi media bertujuan untuk mengukur tingkat kelayakan media yang dikembangkan sebelum digunakan pada tahapan pengembangan. (16)

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan dalam penelitian pengembangan alat peraga Eksperimen Fisika Dasar 1 pada materi viskositas fluida berbasis Arduino diperoleh kesimpulan sebagai berikut : (1).Pengembangan alat peraga dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya adalah: 1)*Analyze*, yaitu memperoleh analisis kebutuhan meliputi analisis awal-akhir 2)*Design*

berupa rancangan awal, pengumpulan data-data, pembuatan desain alat peraga, pembuatan kode program dan pengumpulan komponen yang digunakan dalam pengembangan 3) *Develop*, berupa pengembangan alat peraga kemudian divalidasi dan dilakukan uji persepsi atau uji keterbacaan pada mahasiswa JPMIPA FKIP UNIB. Sehingga pada penelitian pengembangan ini dapat menghasilkan satu set viskometer berbasis Arduino sebagai alat percobaan viskositas fluida. (2). Produk akhir penelitian pengembangan ini adalah berupa alat peraga Eksperimen Fisika Dasar 1 berbasis Arduino, yang mana sudah melalui tahapan validasi sehingga mendapatkan rerata hasil penilaian alat secara keseluruhan sebesar 87% yang termasuk pada kategori sangat layak menurut penilaian 3 dosen ahli Pendidikan Fisika Universitas Bengkulu. (3). Terakhir setelah dilakukan validasi oleh para dosen ahli, maka alat peraga dilakukan uji keterbacaan atau uji persepsi kepada 42 orang mahasiswa JPMIPA yang mana pengujian ini dilakukan untuk melihat sejauh mana keterbacaan penggunaan alat ini menurut persepsi mahasiswa JPMIPA. Pada uji persepsi ini mendapat kesimpulan rerata penilaian mahasiswa 87% menyatakan bahwa alat ini sangat baik untuk digunakan dalam kegiatan Eksperimen Fisika Dasar 1 terkhusus pada materi viskositas fluida. Hasil tersebut secara rinci dapat dilihat dari jawaban mahasiswa Pendidikan Fisika sebanyak 88% menyatakan bahwa alat ini sangat baik, 87% mahasiswa Pendidikan Kimia menyatakan bahwa alat peraga yang dikembangkan sangat baik, 88% mahasiswa Pendidikan Biologi menyatakan bahwa alat peraga yang dikembangkan sangat baik untuk digunakan, dan terakhir menurut mahasiswa Pendidikan IPA mendapat 85% menyatakan alat peraga yang dikembangkan sangat baik digunakan pada kegiatan Eksperimen Fisika Dasar 1 pada materi viskositas fluida.

4.2 Saran

Berdasarkan pengalaman penulis dalam penelitian dan pengembangan ini, maka penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya agar: Dapat memilih jenis sensor yang lebih efektif lagi untuk bola magnet maupun bola besi. Jika tetap menggunakan bola magnet, pilih bola magnet dengan kemagnetan yang kuat dan dengan diameter yang lebih besar agar lebih mudah dideteksi oleh sensor. Kemudian, untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya diharapkan dapat membuat tabung dengan bahan yang lebih tebal atau dapat menggunakan tabung dari gelas kimia sungguhan bukan dari bekas lampu neon lagi, yang mana bertujuan untuk meminimalisir terjadi kerusakan pada tabung. Selanjutnya, penelitian berikutnya dapat menggunakan berbagai jenis fluida yang berbeda lagi dengan meneliti-meneliti jenis fluida lainnya yang ada di sekitar. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk dengan hati-hati dalam memilih komponen-komponen elektronika yang akan digunakan agar meminimalisir kemubaziran alat-alat yang sudah dibeli. Diharapkan agar alat yang sudah dikembangkan dapat digunakan dan dimanfaatkan sebagaimana mestinya sebagai alat praktikum viskositas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang sudah membantu proses penyelesaian penelitian ini terutama kedua prang tua, Dosen-dosen Pendidikan Fisika, teman-teman dan peneliti terdahulu yang sudah banyak memberikan ilmu yang bermanfaat dan saran yang membangun untuk penelitian yang dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Susanti H, Asmoro CP. Rekonstruksi Set Alat Percobaan Viskositas. 2019;4(1):31–6.
2. Manurung LS, Sudrajad H. *Design And Build Up The Stirrer Viskometer*. 2018;6(2):98–104.
3. Boimau Infianto, Mellu Ruth N.K. MR. Rancang Bangun Alat Praktikum Viskometer Berbasis Arduino. *Wahana Fis*. 2020;5(1):28–40.
4. Karsumi. Pengembangan Alat Praktikum Viskosimeter Zat Cair. *J Pendidik Fis Indones*.

- 2012;8(1):8–14.
5. Tissos NP, Kamus Z. Pembuatan Sistem Pengukuran Viskositas Fluida Secara Digital Menggunakan Sensor Efek Hall UGN3503 Berbasis Arduino UNO328. 2014;VI(1):71–83.
 6. Romadhon NUPYAH. Keefektifan Alat Peraga Viskositas Dengan *Sensor Mini Reed Switch Magnetic* Berbasis Arduino Untuk Peserta Didik. *J Muslim Herit*. 2019;4(2):301–16.
 7. Wulandari S. Pengembangan Alat Peraga Fisika Pada Materi Viskositas Sebagai Media Pembelajaran. *J Pendidik Fis*. 2013;1(1):1–10.
 8. Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D dan Penelitian Pendidikan)*. ALFABETA; 2019.
 9. Branch RM. *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer; 2009.
 10. Sari OB, Risdianto E, Sutarno S. Analisis Kebutuhan Pengembangan LKPD Berbasis Poe Berbantuan Augmented Reality untuk Melatihkan Keterampilan Proses Dasar pada Konsep Fluida Statis. *PENDIPA J Sci Educ*. 2020;
 11. Lumbantoruan P. Pengaruh Suhu Terhadap Viskositas Minyak Pelumas (OLI). *FMIPA Univ PGRI PALEMBANG*. 2016;13(2):26–34.
 12. Lubis NA. *The Influence Of Liquid Viscosity On Falling Time By Falling Ball Method*. 2018;2(2):26–32.
 13. Damayanti Y, Lesmono AD, Prihandono T. Kajian Pengaruh Suhu Terhadap Viskositas Minyak Goreng Sebagai Rancangan Bahan Ajar Petunjuk Praktikum Fisika. *J Pembelajaran Fis*. 2018;7(3):307–14.
 14. Wijana S, Harnawi T. *The Study on Liquid Soap Production from Recycled Frying Oil (The Effect of Mixing Time and Water : Soap Ratio on the Quality)*. 2019;10(1):54–61.
 15. Regina O. *Measurement of viscosity uses an alternative viscometer*. 2018;6(2):127–32.
 16. Surahman, E., & Surjono HD. Pengembangan *Adaptive Mobile Learning* pada Mata Pelajaran Biologi SMA Sebagai Upaya Mendukung Proses *Blended Learning*. *J Inov Teknol Pendidik*. 2017;4(1):26–37.