

Pengembangan Alat Peraga Viskositas Menggunakan Sensor *Mini Reed Switch Magnetic* Berbasis Arduino Uno

S S B Depari^{1,2}, D Hamdani¹, dan R Medriati¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Bengkulu, Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Kec. Muara Bangka Hulu, Sumatera, Bengkulu 38371, Indonesia

²E-mail: soniasurabina38@gmail.com

Received: 20 November 2023. Accepted: 15 Desember 2023. Published: 20 Januari 2024

Abstrak. Fisika yang bersifat abstrak membutuhkan suatu media pembelajaran konkrit atau nyata. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa alat peraga viskositas menggunakan sensor *mini reed switch* berbasis Arduino uno, dan menguji kelayakan alat peraga yang dikembangkan, serta untuk mendeskripsikan persepsi siswa terhadap alat peraga yang dikembangkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode (*Research and Development*) dengan model pengembangan yang digunakan yaitu model ADDIE, yaitu *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Sampel data yang digunakan dalam penelitian ini adalah 67 siswa di salah satu SMAN di Kota Bengkulu kelas XI MIPA. Validasi alat peraga dilakukan oleh 3 validator ahli yaitu dosen pendidikan fisika dan guru. Validasi produk yang dikembangkan ditinjau dari aspek kemudahan alat, keterkaitan alat dengan materi pembelajaran, ketahanan alat, estetika, komponen teknis, keamanan bagi siswa. Hasil validasi media didapatkan dari penelitian ini menunjukkan alat peraga yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat layak dengan persentase rata-rata sebesar 91,85 % dan hasil validasi materi didapatkan dari penelitian ini menunjukkan rata-rata sebesar 75 % kategori layak, serta persepsi siswa terhadap alat peraga yang dikembangkan termasuk kategori sangat baik dengan persentase rata-rata sebesar 82,2 %. Dengan adanya produk ini siswa lebih mudah memahami konsep viskositas.

Kata kunci: Alat Peraga, Arduino Uno, Viskositas

Abstract. Abstract physics requires concrete or real learning media. This study aims to produce a product in the form of a viscosity demonstration tool using a mini reed switch sensor based on Arduino Uno, and test the feasibility of the teaching aids developed, as well as to describe students' perceptions of the teaching aids developed. The method used in this research is the (*Research and Development*) method with the development model used, namely the ADDIE model, namely *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation* and *Evaluation*. The data sample used in this research was 67 students at one of the senior high schools in Bengkulu City, class XI MIPA. Validation of teaching aids was carried out by 3 expert validators, namely physics education lecturers and teachers. Validation of the product being developed is seen from the aspects of ease of use of the tool, relationship between the tool and learning material, durability of the tool, aesthetics, technical components, safety for students. The media validation results obtained from this research show that the teaching aids developed are included in the very feasible category with an average percentage of 91.85% and the material validation results obtained from this research show an average of 75% in the feasible category, as well as students' perceptions of the tools. The model developed is in the very good category with an average percentage of 82.2%. With this product, students can more easily understand the concept of viscosity.

Keywords: Props, Arduino Uno, Viscosity

1. Pendahuluan

Fisika merupakan ilmu yang mempelajari suatu terjadinya gejala alam yang meliputi komponen materi dan interaksinya. Fisika juga dibangun oleh hukum, konsep, dan aplikasinya. Pembelajaran fisika adalah pembelajaran sains yang meliputi proses, sikap ilmiah dan suatu produk. Kunci dari kegiatan suatu pembelajaran fisika adalah siswa harus dapat berinteraksi secara aktif dengan objek konkret dalam kegiatan pembelajaran. Ciri khas seorang ilmuwan untuk mencoba untuk mencapai makna dan hubungan proses yang menekankan pada produk dan sikap merupakan karakteristik dari suatu pembelajaran fisika [1].

Fisika nyatanya bukan hanya sekedar menghitung dan menghafal rumus saja, namun ada konsep-konsep dalam fisika yang seharusnya dimengerti dan dipahami oleh siswa. Untuk menyajikan konsep-konsep yang ada pembelajaran yang mana siswa dapat menemukan konsep-konsep itu sendiri [2]. Fisika yang bersifat abstrak membutuhkan suatu media pembelajaran oleh karena itu, untuk memahami konsep-konsep abstrak peserta didik memerlukan benda-benda yang konkret atau nyata sebagai perantara dalam pembelajaran [3] Media pembelajaran adalah suatu media yang berperan sebagai alat dalam proses pembelajaran guna mempermudah suatu proses pembelajaran dan sebagai alat bantu guru untuk menyampaikan sebuah ilmu dan materi [4].

Media pembelajaran yang dapat diterapkan dalam mata pelajaran fisika adalah alat peraga praktikum yang dapat mempermudah suatu proses pembelajaran pada saat melakukan praktikum atau eksperimen dan sebagai alat bantu untuk memvisualisasikan konsep-konsep dalam fisika [5]. Dalam dunia Pendidikan alat peraga bisa diartikan suatu alat bantu yang digunakan guna membantu proses pembelajaran agar pesan yang ingin disampaikan dapat diterima dengan baik, sehingga pembelajaran yang dilakukan dapat berjalan dengan efisien dan efektif [6]. Untuk menunjang terselenggaranya proses pembelajaran yang menarik dan menyenangkan diperlukan suatu alat peraga yang memadai, didalamnya digunakan alat-alat yang bernilai guna meletakkan dasar-dasar nyata dalam berpikir, mengurangi munculnya suatu verbalisme, membantu tumbuhnya suatu pemikiran dan mengembangkan kemampuan dalam berbahasa, menambah minat dan perhatian peserta didik dalam belajar [7].

Menurut [8] Pengembangan perangkat pembelajaran praktis ilmu pengetahuan alam dapat dilakukan dalam bentuk alat dan prototipe yang sesuai. Hal ini dilakukan berdasarkan contoh alat yang ada (alat praktik, alat peraga, peralatan pendukung) di laboratorium sains. Pada saat yang sama, prototipe adalah alat baru yang belum pernah ada sebelumnya, atau mungkin merupakan pengembangan lebih lanjut dari alat yang sudah ada atau yang sudah ada kemudian dimodifikasi.

Viskositas Fluida adalah salah satu materi pada fluida statis yang wajib dipelajari siswa SMA XI MIPA pada semester pertama. Viskositas adalah gaya gesekan antara lapisan fluida yang berdekatan saat lapisan-lapisan tersebut bergerak melewati satu sama lain. Pada zat cair viskositas sebagian besar disebabkan oleh gaya kohesif antar molekul. Semakin tinggi viskositas suatu cairan, semakin sulit suatu benda bergerak dalam zat cair [9]. Viskositas adalah daya hambat yang disebabkan oleh gesekan antar molekul cairan yang dapat mencegah aliran cairan sehingga dapat dinyatakan sebagai indikator level viskositasnya. Nilai kuantitatif viskositas dapat dihitung dengan membandingkan gaya tekan per satuan luas dengan gradien kecepatan aliran cairan [10]. Viskositas adalah kekentalan suatu fluida terjadinya gesekan antara benda dan fluida yang menyebabkan suatu viskositas, adanya gaya kohesi (gaya tarik menarik antara molekul sejenis) merupakan penyebab viskositas dalam zat cair. Pada gas, viskositas disebabkan oleh tumbukan antara dua molekul. Semakin besar viskositas dalam suatu fluida maka sulit benda bergerak pada fluida tersebut. Satuan SI untuk koefisien viskositas adalah Ns/m^2 atau Pascal sekon (Pa s).

Viskositas suatu cairan dapat diukur dengan metode bola jatuh [11]. Penentuan viskositas dengan metode jatuh dilakukan dengan menjatuhkan benda ke dalam cairan yang akan ditentukan kekentalannya. Ketika bola magnet dijatuhkan ke dalam fluida, bola magnet mengalami percepatan akibatnya kecepatannya bertambah. Pada saat kecepatan bola maksimum maka kecepatan bola bernilai tetap. Kecepatan ini disebut dengan kecepatan terminal (V_T). Bola yang akan dijatuhkan mengalami tiga gaya yaitu gaya berat akibat gaya tarik bumi (F_g), tekanan ke atas oleh cairan (hukum Archimedes) sebesar F_a dan gaya yang ditimbulkan fluida untuk melawan benda (hukum Stokes) sebesar F_R [12].

Untuk menentukan viskositas Rumusan viskositas fluida sebagai berikut [13].

$$\eta = \frac{2r^2g}{9Vt} (\rho_b - \rho_f) = \frac{Fs}{6\eta rv} \quad (1)$$

dimana ρ_b adalah massa jenis benda/bola (kg/m^3), ρ_f adalah massa jenis fluida (kg/m^3), V_t adalah kecepatan terminal benda (m/s), η adalah koefisien Viskositas (Ns/m^2), g adalah percepatan gaya gravitasi (m/s^2) dan r adalah jari- jari bola (m) [14]. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kekentalan fluida salah satunya suhu. Kekentalan fluida berbanding terbalik dengan suhu, apabila suhu naik maka viskositas akan turun begitu pula sebaliknya. Dalam penelitian sebelumnya telah diketahui pengaruh suhu terhadap viskositas yang hasilnya minyak goreng Bimoli, minyak Filma dan minyak Kunci mas berkurang seiring dengan kenaikan suhu [15]

Saat ini, metode praktikum viskositas umumnya dilakukan secara konvensional dengan memanfaatkan alat-alat sederhana seperti viskometer Ostwald dan Cannon-Fenske. Namun, metode ini terkadang menghadapi kendala seperti kurangnya akurasi pengukuran, rentang viskositas yang terbatas, serta kompleksitas dalam melakukan pengukuran. Alat peraga dalam praktikum harus mengikuti perkembangan teknologi yang canggih saat ini agar terlihat lebih menarik dan efisien, karena kemajuan teknologi berkembang sangat pesat [16].

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan terhadap 67 siswa di salah satu SMA Negeri di Kota Bengkulu pada kelas XI MIPA didapatkan persentase rata-rata 63,54 % siswa sangat setuju bahwa alat peraga viskositas berbasis Arduino perlu dibuat dan dikembangkan. Kesimpulan urgensi dilakukan penelitian ini adalah masih banyak siswa merasa kesulitan dalam memahami konsep viskositas dan alat peraga praktikum yang kurang memadai serta siswa yang belum pernah melakukan praktikum viskositas. Hal ini disebabkan karena minimnya sarana dan prasarana alat peraga praktikum di sekolah tersebut dan guru yang masih menggunakan metode ceramah dalam mengajarkan materi viskositas. Dari analisis kebutuhan, siswa setuju sangat baik praktikum menggunakan alat peraga praktikum yang menarik bersifat digital dan praktis serta alat peraga yang lebih akurat sehingga siswa lebih antusias dalam melakukan praktikum viskositas. 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 dalam belajar [17].

Penggunaan teknologi sensor *Mini Reed Switch* Magnetik berbasis Arduino Uno dapat membawa revolusi dalam praktikum viskositas. Sensor ini memiliki respons yang cepat terhadap perubahan medan magnetik dan mampu mendeteksi perubahan kecil dalam keadaan aliran. Keunggulan ini memberikan potensi untuk mengukur viskositas lebih akurat dan mendetail, serta memperluas rentang viskositas yang dapat diukur. Dengan mengintegrasikan Arduino Uno sebagai otak sistem, siswa dapat belajar secara langsung tentang cara kerja sensor, pemrosesan sinyal, dan analisis data dalam konteks viskositas. Selain itu, alat peraga ini memiliki potensi untuk memvisualisasikan hasil pengukuran secara *real-time*, memungkinkan siswa untuk memahami perubahan viskositas seiring dengan variabel-variabel yang dimanipulasi.

Pada penelitian [10] terdapat beberapa kelemahan dalam penelitian ini sehingga peneliti menyarankan untuk membuat tabung yang lebih panjang agar gerakan bola dapat diamati dengan lebih baik dan waktu pergerakan terukur secara maksimal. Selanjutnya peneliti menyarankan untuk mengganti sensor dengan sensitivitas yang lebih tinggi untuk mengurangi kesalahan eksperimen selanjutnya. Selain itu peneliti sebelumnya menyarankan untuk membuat alat yang dapat digunakan untuk mengambil benda setelah jatuh ke dalam tabung, karena penelitian ini menggunakan tali untuk mengambil benda sehingga mengakibatkan ada pengaruh gesek.

Penelitian [17] menerapkan prinsip metode bola jatuh bebas dan konsep pesawat Atwood dengan metode katrol, sehingga efek gesekan katrol mempengaruhi beberapa kesalahan pengukuran. Penelitian ini menggunakan sensor IR (*Infrared*), dimana kelemahan dari penggunaan sensor IR ini adalah tidak dapat membaca secara langsung gerak bola dalam zat cair yang pekat. Selain itu, keterbatasan penelitian ini adalah pengukuran hanya konsisten pada panjang lintasan maksimal 20 cm.

Berdasarkan pengalaman penulis dalam penelitian [9]. Jenis sensor yang digunakan kurang efektif untuk bola magnet maupun bola besi berdiameter besar. Bola magnet dengan kemagnetan yang kurang kuat dan dengan diameter yang kurang besar sehingga sulit dideteksi oleh sensor. Bahan tabung yang digunakan kurang tebal dan bekas lampu neon serta peneliti kurang hati-hati memilih komponen-komponen elektronika yang digunakan, sehingga menyebabkan kemubaziran alat-alat yang sudah dibeli.

Berdasarkan kekurangan dari penelitian sebelumnya, maka dirasa perlu untuk mengembangkan alat peraga praktikum yang lebih baik guna mendukung kebutuhan saat ini dalam praktikum viskositas fluida. Dengan adanya alat peraga ini, praktikum viskositas dapat menjadi pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan relevan dengan perkembangan teknologi masa kini. Oleh karena itu judul penelitian ini adalah “Pengembangan Alat Peraga Viskositas Menggunakan Sensor *Mini Reed Switch Magnetik* Berbasis Arduino uno. Selanjutnya alat peraga yang telah dikembangkan akan di uji validasi oleh para ahli untuk menguji kelayakan alat peraga yang dikembangkan serta dapat di uji coba kepada siswa, alat peraga tersebut di uji coba kan pada siswa di salah satu SMA Negeri Kota Bengkulu kelas XI MIPA untuk mendeskripsika persepsi siswa terhadap alat peraga viskositas menggunakan sensor *mini reed switch* magnetic berbasis Arduino uno.

2. Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*)[18]. Model penelitian yang akan digunakan dalam penelitian dan pengembangan alat peraga praktikum viskositas menggunakan sensor *mini reed switch magnetic* berbasis Arduino uno ini mengacu pada model pengembangan ADDIE. Metode yang ditulis dapat memberikan detail yang cukup dalam penelitian yang dilakukan.

Penelitian ini dilakukan di salah satu SMA Negeri Kota Bengkulu, subjek penelitian ini dilakukan pada kelas XI MIPA pada tahun ajaran 2023/2024 dengan jumlah siswa 67 siswa. Pengembangan yang dilakukan adalah pengembangan alat peraga viskositas menggunakan sensor *mini reed switch* magnetik berbasis Arduino uno, alat peraga yang dikembangkan terlebih dahulu akan divalidasi oleh dosen ahli dan guru untuk melihat kelayakan dari alat peraga yang dikembangkan. Teknik pengumpulan data yang digunakan berupa analisis kebutuhan menggunakan lembar angket kebutuhan siswa, lembar angket validasi produk dan lembar angket persepsi siswa. Teknik analisis data yang digunakan adalah statistik deskriptif data diperoleh dari studi literatur, wawancara dan analisis kebutuhan siswa.

Analisis angket kebutuhan diperoleh dengan menggunakan *skala Likert*. *Skala Likert* yang digunakan dalam bentuk empat respon untuk pernyataan positif yaitu skor 4 jika sangat setuju, skor 3 jika setuju, skor 2 jika tidak setuju dan skor 1 jika sangat tidak setuju. 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 instrumen diberi nilai kuantitatif [9]. Untuk *skala Likert* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan skala likert [9] .

Interprestasi	Skor
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Kemudian untuk menghitung persentase dari masing-masing pertanyaan/pernyataan dengan menggunakan persamaan berikut [19]

$$\% \text{ Persentase skor}(x) = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimal}} \times 100 \% \quad (2)$$

Setelah didapatkan persentase skor dengan menggunakan rumus tersebut, selanjutnya mengukur interpretasi skor kriteria penilaian ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi kriteria penilaian analisis kebutuhan.

Persentase (%)	Skor
75% - 100%	Sangat Setuju
50% - 74 %	Setuju
25 % - 49 %	Tidak Setuju
0 % - 24 %	Sangat Tidak Setuju

Pengembangan alat peraga viskositas menggunakan sensor mini reed switch magnetic berbasis Arduino uno termasuk dalam kategori sangat layak dengan memperoleh persentase 75 % - 100 %. Adapun kriteria uji kelayakan media dan materi alat peraga yang dikembangkan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Interpretasi kriteria penilaian analisis kebutuhan.

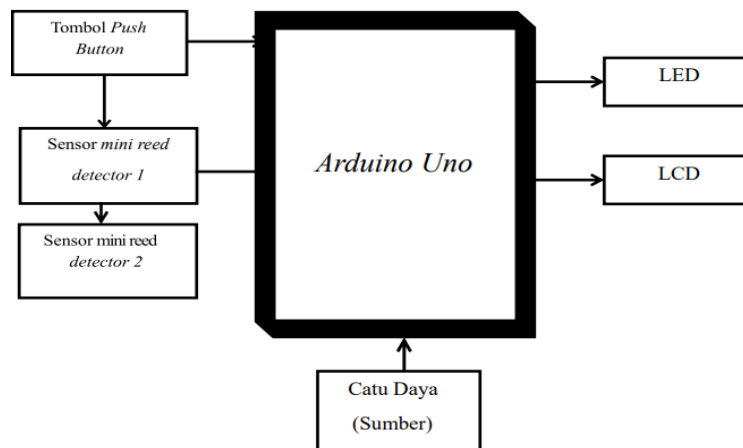
Persentase (%)	Skor
75% - 100%	Sangat Layak
50% - 74 %	Layak
25 % - 49 %	Tidak Layak
0 % - 24 %	Sangat Tidak Layak

Persentase angket persepsi siswa dapat dibagi dalam kriteria interpretasi kriteria penilaian seperti yang ditunjukkan pada tabel 4. Kriteria persentase persepsi alat peraga viskositas berbasis Arduino uno. Kriteria persentase penilaian persepsi alat peraga viskositas termasuk dalam kriteria sangat baik apabila hasil alat peraga yang dikembangkan memperoleh persentase 75 % - 100 %.

Tabel 4. Interpretasi kriteria penilaian analisis kebutuhan.

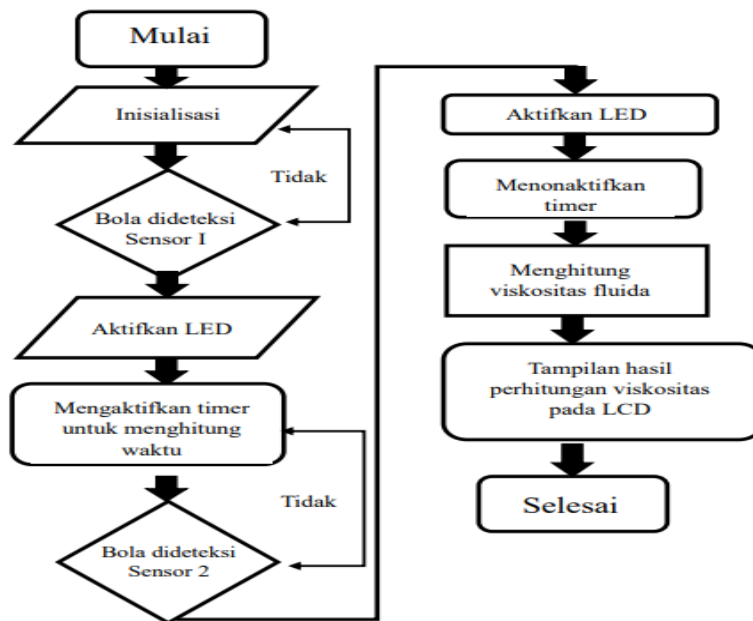
Persentase (%)	Skor
75% - 100%	Sangat Baik
50% - 74 %	Baik
25 % - 49 %	Tidak Baik
0 % - 24 %	Sangat Tidak Baik

Tahap perancangan ada tiga bentuk yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*), dan perancangan rangkaian keseluruhan. Perancangan perangkat keras (*hardware*) terdiri dari perancangan diagram blok sistem, Adapun perancangannya akan dijelaskan seperti gambar 2.



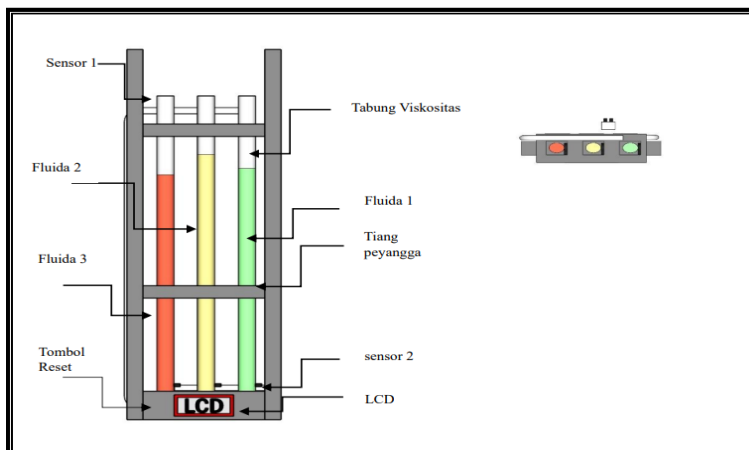
Gambar 2. Perancangan *Block system*.

Adapun fungsi dari masing-masing alat pada diagram blok adalah sebagai berikut: 1.) Arduino Uno berfungsi sebagai kontrol semua rangkaian. 2.) Sensor mini reed detektor 1 berfungsi sebagai sensor pendeteksi masuknya atau pendeteksi bola magnet masuk dan mengaktifkan timer. Sensor mini reed detektor 2 berfungsi sebagai penerima sinyal masukan dari sensor 1 yang diperintahkan untuk mendeteksi bola magnet dan untuk mengaktifkan waktu berhenti dan juga mencatat kecepatan tempuh bola magnet dan kekentalan fluida. 3.) LCD berfungsi sebagai monitor penampil waktu dan kecepatan gerakan bola. 4.) Catu daya sebagai sistem untuk menghidupkan semua rangkaian. Perangkat Arduino IDE yang berfungsi sebagai perangkat lunak (*software*) yang ditulis menggunakan Bahasa C. *Flowchart* dari perangkat lunak pada set pengembangan alat peraga ini ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart system alat peraga viskositas.

Selanjutnya mulai sistem, sistem akan menginisialisasi program yang telah dibuat lalu bola magnet yang dijatuhkan ke dalam fluida akan dideteksi oleh sensor 1 apabila sensor berhasil mendeteksi maka LED pada sensor akan aktif mulai mengaktifkan *timer* untuk menghitung waktu namun apabila sensor tidak dapat mendeteksi maka kembali pada tahap inisialisasi. Saat bola magnet mengenai sensor 2 LED pada sensor akan aktif, sensor 2 menonaktifkan *timer* selanjutnya menghitung nilai viskositas yang ditampilkan pada layar LCD.



Gambar 4 . Rangkaian alat peraga viskositas.

Tahap pengembangan dilakukan berdasarkan proses tahap perancangan. *detector 1* terdiri dari sensor *mini reed switch* yang berada pada ketinggian 87 cm tabung, tabung yang digunakan berbahan akrilik yang berisi fluida minyak goreng, sunlight dan gliserin. Pada sensor *detector 2* terdiri dari sensor *mini reed switch*, Komponen yang digunakan adalah Arduino uno, kabel jumper, LCD dan breadboard. Komponen-komponen tersebut akan dirangkai dan disusun pada setiap tabung yang berbahan akrilik dengan tiang penyangga berbahan kayu. Untuk perancangan keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4.

3. Hasil dan Pembahasan

Uraian tahapan penelitian pengembangan alat peraga viskositas adalah sebagai berikut.

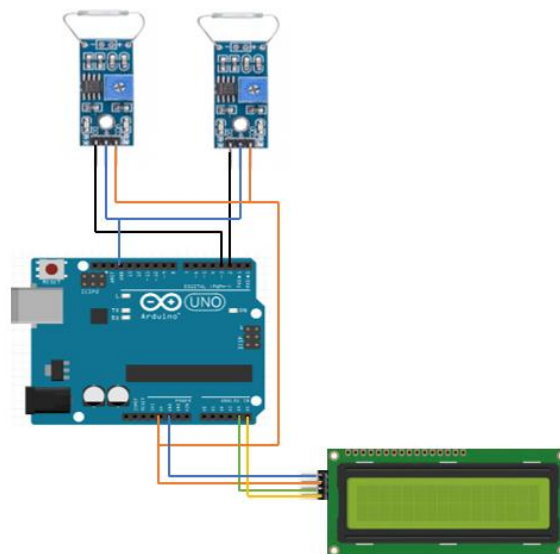
3.1 *Analysis* (Analisis)

Tahap analisis merupakan suatu tahap pengumpulan informasi yang dapat dijadikan bahan baku untuk membuat suatu produk alat peraga viskositas berbasis Arduino uno. Adapun pengumpulan informasi ini berupa analisis kebutuhan yang dibutuhkan untuk membuat produk. Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan siswa 67 siswa SMAN 06 Kota Bengkulu didapatkan respon siswa terhadap alat peraga yang dikembangkan didapatkan persentase rata-rata 63,54% siswa sangat setuju bahwa alat peraga viskositas berbasis Arduino perlu dibuat dan dikembangkan. Sehingga berdasarkan analisis kebutuhan awal siswa disimpulkan siswa membutuhkan alat peraga viskositas dalam memahami konsep viskositas fluida.

3.2 *Design* (Desain)

Tahap *design* merupakan sebuah proses dengan tujuan untuk merancang produk alat peraga viskositas berbasis Arduino uno sesuai dengan masukan dari informasi yang ditemukan pada tahap analisis [19]. Adapun hasil yang didapatkan pada tahap desain adalah alat peraga viskositas menggunakan sensor mini reed switch magnetic berbasis Arduino uno yang dikembangkan dengan mengukur waktu, kecepatan terminal dan kekentalan fluida pada saat objek dijatuhkan pada tabung fluida melewati sensor *mini reed* sebagai pencacah mencatat informasi dan mengubahnya menjadi data digital.

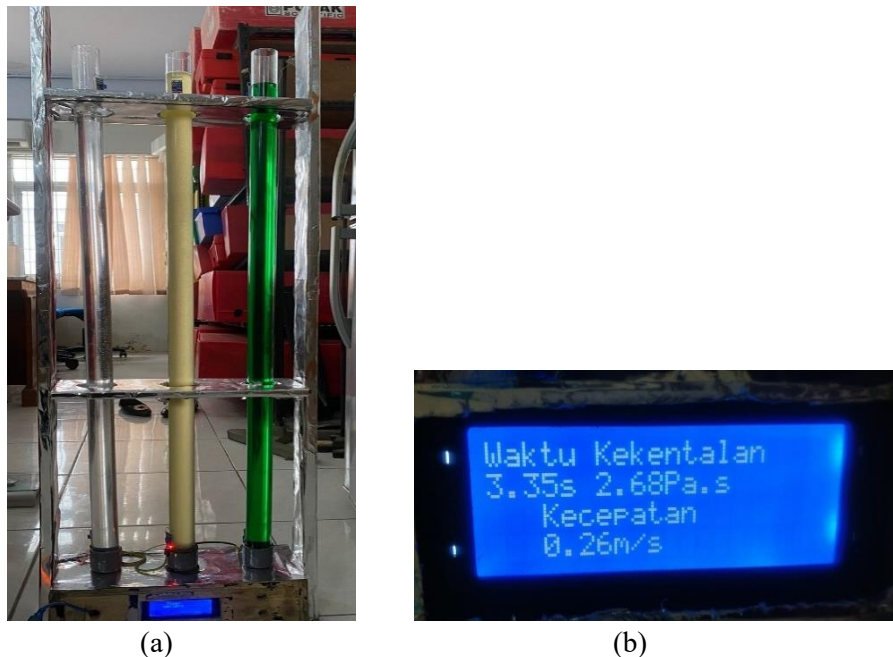
Sensor *mini reed switch* merupakan saklar listrik yang dioperasikan oleh medan magnet. Sensor ini terdiri dari sepasang kotak pada tubuh logam besi dalam tertutup rapat kaca kedap yang diisi oleh inert gas. Saklar akan terbuka saat kondisi normal dan tertutup jika terdapat magnet disekitarnya [20]. Sensor ini berkerja jika ada perubahan medan magnet disekitar sensor. Jika ada medan magnet maka sensor *on*, jika tidak ada medan magnet di sekitar sensor maka sensor *off*.



Gambar 5. Skema rangkaian alat peraga viskositas.

3.3 Development (Pengembangan)

Pada tahap *development* (pengembangan), mengembangkan dan membuat produk berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Tahap ini meliputi pembuatan program dan merakit semua komponen-komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan alat [20] serta validasi ahli untuk mendapatkan kelayakan suatu produk yang dikembangkan.



Gambar 6. Alat peraga viskositas (a) dan tampilan Lcd (b).

Karakteristik alat peraga yang dikembangkan menunjukkan fenomena viskositas melalui bola magnet yang bergerak di dalam fluida. Alat peraga hasil pengembangan ini dirangkai dalam satu rangkaian agar mudah untuk dibawa ke mana saja dan dilakukan perawatan. Alat ini terdiri dari 3 buah tabung yang diisi dengan fluida yang berbeda, fluida tersebut merupakan media bola magnet bergerak atau jatuh. Fluida yang digunakan adalah sunlight, minyak goreng dan gliserin. Saat bola magnet dijatuhkan pada fluida tampak perbedaan pada setiap fluida. Dalam pengambilan data, ketiga tabung yang digunakan dapat diputar serta terdapat tiang peyangga untuk meletakkan tabung sehingga memudahkan dalam pengambilan data. Tabung yang digunakan merupakan tabung berbahan akrilik yang tidak mudah pecah agar aman digunakan dan tidak membahayakan.

Pada penelitian ini peneliti mengembangkan alat peraga yang dapat mengukur waktu, kecepatan terminal dan kekentalan pada setiap fluida yang digunakan. Pengambilan data, jarak antara batas sensor atas dengan batas sensor bawah dibuat tetap agar lebih mudah dianalisis. Ketika bola magnet dijatuhkan maka Arduino sebagai mikrokontroler akan memulai mencacah waktu. Kemudian saat bola magnet melewati sensor, Arduino akan otomatis mematikan pencacah waktu. Hasil yang didapatkan akan ditampilkan pada layar LCD yang meliputi waktu, kecepatan terminal dan kekentalan fluida. Sumber daya yang digunakan dalam alat ini menggunakan adaptor 5V.

Kelebihan alat peraga yang dikembangkan pada penelitian ini adalah tabung yang lebih tinggi dengan ketinggian 100 cm dan diameter 3,1 cm sehingga memudahkan pengamatan, tabung juga dapat diputar sehingga memudahkan merubah posisi bola magnet saat dijatuhkan. Alat peraga ini didesain lebih sederhana dengan kerangka yang kuat. Daripada itu, alat peraga yang dikembangkan menggunakan bola magnet dengan ukuran 2 cm dan 8 cm yang digunakan sebagai objek yang dijatuhkan ke dalam fluida, serta digunakan untuk mengambil bola magnet yang dijatuhkan ke dalam fluida. Alat peraga ini memudahkan pengambilan data waktu, kecepatan dan kekentalan fluida secara otomatis dan lebih akurat dengan menggunakan sensor *mini reed switch*. Alat peraga yang dikembangkan faktanya memanfaatkan

materi viskositas secara menyeluruh dengan bantuan mikrokontroler. Fluida yang digunakan divariasikan suhunya sehingga dapat mengukur waktu, kecepatan terminal dan kekentalan dalam berbagai suhu. Arduino uno digunakan untuk membantu dalam memrogram pencacah waktu, kecepatan dan kekentalan fluida lebih mudah serta merupakan manfaat dari alat peraga ini.

Setelah alat peraga viskositas sudah menjadi suatu produk, maka dilakukan uji coba pengukuran untuk mengumpulkan data yang digunakan sebagai sumber informasi selama proses pembelajaran. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap suhu. Selanjutnya hasil pengukuran dihitung nilai ketelitiannya. Pada pengembangan alat peraga ini, peneliti bermaksud untuk melihat perbedaan nilai viskositas dari ketiga jenis fluida yang kerap digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan juga membuktikan keakuratan alat peraga yang dikembangkan. Pada penelitian suhu divariasikan dari 30 °C, 35 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C dengan mengambil data pada 3 kali percobaan secara berturut-turut pada setiap suhu fluida guna melihat ada perbedaan viskositas fluida. Data viskositas dari ketiga fluida ditunjukkan pada tabel 5 – 7.

Tabel 5. Hasil uji coba viskositas pada minyak goreng.

Suhu (°C)	Percobaan	Waktu (s)	Kecepatan terminal (m/s^2)	Viskositas η (Pa.s)	Ketelitian (%)
60	1	1,06	0,82	0,82	
60	2	1,08	0,81	0,83	99,95
60	3	1,05	0,83	0,81	
50	1	1,10	0,79	0,85	
50	2	1,09	0,80	0,84	99,95
50	3	1,10	0,79	0,85	
40	1	1,11	0,78	0,86	
40	2	1,11	0,78	0,86	99,95
40	3	1,13	0,77	0,88	
35	1	1,15	0,76	0,89	
35	2	1,16	0,75	0,90	99,91
35	3	1,16	0,75	0,90	
30	1	1,20	0,73	0,93	
30	2	1,22	0,71	0,94	99,95
30	3	1,20	0,73	0,93	

Tabel 6. Hasil uji coba viskositas pada sabun cair.

Suhu (°C)	Percobaan	Waktu (s)	Kecepatan terminal (m/s^2)	Viskositas η (Pa.s)	Ketelitian (%)
60	1	1,92	0,45	1,52	
60	2	1,94	0,44	1,56	98,98
60	3	1,93	0,45	1,52	
50	1	2,30	0,38	1,82	
50	2	2,30	0,38	1,82	98,79
50	3	2,31	0,37	1,85	
40	1	2,54	0,34	2,01	
40	2	2,56	0,33	2,02	98,66
40	3	2,53	0,34	2,01	
35	1	4,77	0,18	3,78	
35	2	4,79	0,18	3,79	97,50
35	3	4,76	0,18	3,77	
30	1	5,74	0,15	4,54	
30	2	5,75	0,15	4,55	96,98
30	3	5,74	0,15	4,54	

Tabel 7. Hasil uji coba viskositas pada gliserin

Suhu (°C)	Percobaan	Waktu (s)	Kecepatan terminal (m/s ²)	Viskositas η (Pa.s)	Ketelitian (%)
60	1	1,70	0,51	1,31	
60	2	1,72	0,50	1,33	99,13
60	3	1,71	0,50	1,32	
50	1	1,90	0,45	1,49	
50	2	1,91	0,45	1,50	99,01
50	3	1,93	0,45	1,50	
40	1	2,21	0,39	1,77	
40	2	2,22	0,39	1,70	98,85
40	3	2,22	0,39	1,72	
35	1	2,47	0,35	1,77	
35	2	2,50	0,34	1,98	98,78
35	3	2,49	0,34	1,92	
30	1	3,35	0,26	2,68	
30	2	3,33	0,26	2,57	98,27
30	3	3,32	0,26	2,58	

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan minyak goreng pada tabel 5 dapat dilihat pada suhu 60 °C diperoleh persentase ketelitian pengukuran viskositas fluida sebesar 99, 95 % dan diperoleh persentase kesalahan sebesar 0,05%. Selanjutnya pada suhu 50 °C. Didapatkan persentase ketelitian pengukuran viskositas fluida sebesar 99,95 dengan persentase kesalahan sebesar 0,05 %. Pada suhu 40 °C didapatkan ketelitian pengukuran viskositas fluida sebesar 99,95 % dan persentase kesalahan sebesar 0,05%. Selain itu, pada suhu 35 °C diperoleh persentase ketelitian pengukuran viskositas fluida sebesar 99,91 % dengan persentase kesalahan sebesar 0,09%. Sedangkan pada suhu 30 °C didapatkan persentase ketelitian pengukuran viskositas fluida sebesar 99,95 dan persentase kesalahan sebesar 0,05 %.

Berdasarkan hasil uji coba viskositas menggunakan fluida sunlight dapat dilihat pada tabel 6. Suhu 60 °C disimpulkan persentase ketelitian pengukuran sebesar 98,98 % dengan persentase kesalahan sebesar 1,02 %. Pada suhu 50 °C persentase ketelitian pengukuran sebesar 98,79 % dengan persentase kesalahan 1, 21 %. Selanjutnya pada suhu 40 °C diperoleh persentase ketelitian pengukuran sebesar 98,66 % dengan persentase kesalahan sebesar 1,34%. Pada suhu 35 °C didapatkan persentase ketelitian 97,5 % dan persentase kesalahan sebesar 2,5 %. Sedangkan pada suhu 30 °C didapatkan persentase ketelitian 96,98 % dan persentase kesalahan sebesar 3,02 %.

Berdasarkan uji coba viskositas fluida menggunakan gliserin dilihat pada tabel 7 maka didapatkan hasil persentase ketelitian pada suhu 60 °C sebesar 99,13 % dengan ketelitian kesalahan 0,87 % dapat dilihat pada tabel Sedangkan pada suhu 50 °C didapatkan hasil persentase ketelitian sebesar 99,01 % dengan kesalahan 0,99 %. Selanjutnya pada suhu 40 °C diperoleh persentase ketelitian sebesar 98,85 % dan kesalahan 1,15 %. Pada suhu 35 °C didapatkan persentase ketelitian sebesar 98,78 % dengan persentase kesalahan 1,22 %. Pada suhu 30 °C didapatkan persentase ketelitian sebesar 98,27 % dengan kesalahan 1,73 %. Perbedaan nilai viskositas dipengaruhi oleh suhu. Suhu berbanding terbalik terhadap viskositas, semakin besar suhu maka nilai viskositas semakin rendah dan sebaliknya apabila suhu semakin rendah maka nilai viskositas semakin tinggi. Hal ini dapat dilihat pada uji coba viskositas pada ketiga fluida, semakin besar suhu pada fluida minyak, sunlight dan gliserin maka nilai viskositas yang diperoleh semakin kecil begitu pula sebaliknya hal ini merupakan pengaruh suhu terhadap viskositas. Saat fluida dipanaskan kohesi molekuler akan berkurang menyebabkan massa jenis fluida mengalami penurunan, sehingga menyebabkan molekul yang awalnya tersusun rapat akan lebih renggang akibatnya memudahkan bola untuk melewati fluida. Kecepatan bola ketika melewati fluida menunjukkan fenomena viskositas. Kecepatan konstan bola saat mencapai keadaan setimbang disebut kecepatan

terminal, saat gaya Archimedes ditambah dengan gaya Stokes sama dengan gaya berat bola [15]. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hubungan antara suhu dengan viskositas sangat kuat pengaruhnya.

Hasil uji coba viskositas fluida menggunakan minyak apabila dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [21] hampir sama. Hasil ketelitian penelitian ini yaitu 99,95 % dan pada penelitian sebelumnya ketelitian yaitu 86,125%. Sedangkan, hasil uji coba viskositas menggunakan gliserin pada penelitian ini menunjukkan nilai 98,85%, penelitian sebelumnya menunjukkan hasil 91,58%. Hasil uji coba viskositas pada sunlight apabila dibandingkan pada penelitian [9] menghasilkan ketelitian sebesar 99,9 %, sedangkan pada penelitian ini menghasilkan ketelitian sebesar 99,13 %, sehingga alat peraga yang dikembangkan ini sudah lebih baik dan layak untuk digunakan dalam menunjang pembelajaran.

Setelah melakukan uji coba alat peraga, berdasarkan hasil validasi ahli terhadap alat peraga viskositas berbasis Arduino uno pada materi viskositas yang dikembangkan menggunakan 19 pertanyaan terdiri dari aspek penilaian yakni kemudahan alat, keterkaitan alat dengan materi pembelajaran, ketahanan alat, estetika, komponen teknis dan keamanan bagi siswa. Hasil uji validasi oleh ketiga validator dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji kelayakan media alat peraga viskositas.

Aspek	Persentase	Keterangan
Kemudahan alat	88,2	Sangat layak
Keterkaitan alat dengan materi pembelajaran	89,2	Sangat layak
Ketahanan alat	94,8	Sangat layak
Estetika	97,5	Sangat layak
Komponen teknis	86,6	Sangat layak
Keamanan bagi siswa	94,8	Sangat layak
Total	91,85	Sangat layak

Uji kelayakan materi dilakukan oleh validator ahli materi. Uji kelayakan materi terdiri dari aspek keterkaitan dengan materi pembelajaran, dan kandungan dalam nilai pendidikan. Hasil uji validator dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji kelayakan materi alat peraga viskositas.

Aspek	Persentase	Keterangan
Keterkaitan alat dengan materi pembelajaran	75	Layak
Mengandung nilai pendidikan	75	Layak
Total	75	Layak

Berdasarkan hasil rata-rata uji validasi oleh para ahli yaitu media 91,85% dengan kategori sangat layak dan ahli materi dengan persentase 75 % dengan kategori layak. Sehingga mengacu pada tabel 2 interpretasi skala likert penilaian akhir validator adalah alat peraga viskositas menggunakan sensor *mini reed switch magnetic* berbasis Arduino uno yang sudah dikembangkan sudah layak didemonstrasikan.

3.4 Implementation (Implementasi)

Tabel 10. Hasil uji persepsi alat peraga viskositas.

Aspek	Persentase	Keterangan
Kemudahan alat	82,6	Sangat Baik
Keterkaitan alat dengan materi pembelajaran	85,2	Sangat Baik
Ketahanan alat	73,1	Baik
Estetika	86,6	Sangat Baik
Komponen teknis	83,5	Sangat Baik
Keamanan bagi siswa	82	Sangat Baik
Total	82,2	Sangat Baik

Setelah alat peraga dikategorikan layak untuk didemonstrasikan, selanjutnya alat peraga yang dikembangkan diimplementasikan untuk mendeskripsikan persepsi siswa di salah satu SMAN kota Bengkulu pada 67 siswa kelas XI MIPA. Secara keseluruhan dari uji persepsi menurut siswa 82,2 dengan kategori sangat baik untuk dikembangkan dalam praktikum viskositas fluida, hasil persepsi dapat dilihat pada tabel 10.

3.5 Evaluate (Evaluasi)

Pada tahap ini alat peraga viskositas menggunakan sensor *mini reed switch* magnetik berbasis Arduino uno akan dievaluasi kekurangan maupun kelebihan secara konteks maupun konstruksi. Berdasarkan kritik dan saran yang diterima oleh peneliti serta dari angket validasi ahli dan angket persepsi terhadap alat peraga viskositas berbasis Arduino, dimana sensor yang digunakan kurang sensitivitas dalam mendeteksi bola magnet yang dijatuhkan dalam fluida.

5. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan produk berupa alat peraga viskositas menggunakan sensor mini reed switch magnetic berbasis Arduino uno. Hasil persentase rata-rata validasi oleh para ahli media sebesar 91,85% dengan kategori sangat layak dan hasil persentase rata-rata validasi oleh ahli materi sebesar 75 % dengan kategori layak. Setelah itu alat peraga viskositas menggunakan sensor *mini reed switch magnetic* berbasis Arduino uno diujicobakan terhadap siswa di salah satu SMAN Kota Bengkulu didapatkan hasil persentase rata-rata sebesar 82,2 % dengan kategori baik dari hasil uji persepsi terhadap siswa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada program studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Bengkulu yang telah memberikan izin untuk mengikuti kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM). Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada SMAN 6 Kota Bengkulu karena telah membantu terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Erlinawati C E, Bektiarso S dan Maryani 2019 Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Stem Pada Pembelajaran Fisika *Seminar Nasional Pendidikan Fisika* 4 1–4
- [2] Nurvitasari S, Prabowo dan Admoko S 2019 Pengembangan Alat Peraga Viskositas Sebagai Media Pembelajaran Fisika Dengan Model Pembelajaran Guided Discovery Di Sma *Inovasi Pendidikan Fisika* 08 598–602
- [3] Hutauruk P dan Simbolon Surel R 2018 *MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA DENGAN ALAT PERAGA PADA MATA PELAJARAN IPA KELAS IV SDN NOMOR 14 SIMBOLON PURBA* vol 8
- [4] Sapriyah 2019 Pembelajaran Dalam Proses Belajar Mengajar *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP* 2 470–7
- [5] Suryaningsih Y, Gaffar A A dan Sugandi M K 2020 Pengembangan Media Pembelajaran Praktikum Virtual Berbasis Android Untuk Meningkatkan Berpikir Kreatif Siswa *BIO EDUCATIO : (The Journal of Science and Biology Education)* 5 74–82
- [6] Lisa M 2018 *Alat Peraga Matematika* (Makassar sulawesi selatan: Aksara Timur)
- [7] Soelarko R M 1980 *Audio visual Media Komunikasi ilmiah pendidikan penerangan* (Bandung: Binacipta)
- [8] Kemendikbud. 2011 *Panduan Pembuatan Alat Peraga Fisika untuk SMA*. (Jakarta)
- [9] Rahmani Y, Hamdani D dan Risdianto E 2022 Pengembangan alat peraga eksperimen fisika dasar 1 pada materi viskositas fluida *Amplitudo: Jurnal Ilmu Pembelajaran Fisika* 1 128–37
- [10] Romadhon N, Pratiwi U dan Al Hakim Y 2019 Keefektifan Alat Peraga Viskositas Dengan Sensor Mini Reed Switch Magnetic Berbasis Arduino Untuk Meningkatkan Kemampuan Analyzpeserta Didik *Muslim Heritage* 4
- [11] Dey S, Ali S Z dan Padhi E 2019 *Terminal fall velocity : the legacy of Stokes from the perspective of fluvial hydraulics*

- [12] Rohyami yuli 2018 *Kimia Fisika* (yogyakarta: Deepublish)
- [13] Astuti N I 2020 Penentuan Viskositas Fluida dan Kecepatan Terminal Bola Uji dengan Pendekatan Teori dan Eksperimen **09** 34–40
- [14] Yusrizal R 2023 *Fisikawan & Ilmu Fisika* (Aceh: Syah kuala University Press)
- [15] Damayanti Y, Lesmono A D dan Prihandono T 2018 Kajian Pengaruh Suhu terhadap Viskositas Minyak Goreng sebagai Rancangan Bahan *Jurnal Pembelajaran Fisika* **7** 307–14
- [16] Karimah H N, Subali B, Ellianawati E dan ... 2019 Pengembangan Alat Peraga Efek Doppler *Seminar Nasional ...* **8** 236–47
- [17] Boimau I dan Mellu R 2020 Rancang Bangun Alat Praktikum Viskometer Berbasis Arduino **1** 28–40
- [18] Sugiyono 2017 *Metode Penelitian Pendidikan* (Bandung: Alfabeta)
- [19] Maryam E, Fahrudin A dan Ramadan 2023 Pengembangan Alat Praktikum Fisika Berbasis Digital Voice Equipment Untuk Anak Tunanetra Di Slb Kota *Paedagoria : Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Kependidikan* **14** 285–91
- [20] Irsyadi F, Arrofiq M, Sumanto B dan P M S 2021 Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Kecepatan Motor BLDC Hub Bergir pada Sepeda Listrik *JST (Jurnal Sains Terapan)* **7**
- [21] Mawarni A H dan Subali B 2022 Unnes Physics Education Journal Pengembangan Alat Peraga Viskositas Berbasis Mikrokontroler untuk Meningkatkan /*Unnes Physics Education Journal* **11** 57–67