



**Unnes Physics Education Journal**  
**Terakreditasi SINTA 3**

<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>



**Pengembangan Alat Peraga Viskositas Berbasis Mikrokontroler untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Fisika**

**Aisyah Harum Mawarni<sup>✉</sup>, Bambang Subali**

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

**Info Artikel**

*Sejarah Artikel:*

Diterima Februari 2022

Disetujui April 2022

Dipublikasikan April 2022

*Keywords:*

*Viskositas, Mikrokontroler, Fisika*

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat peraga viskositas berbasis mikrokontroler untuk meningkatkan penguasaan konsep fisika. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan dengan subjek penelitian adalah 28 siswa kelas XI semester 1 SMA Negeri 1 Grabag tahun ajaran 2020/2021. Penelitian ini diawali dengan pengembangan alat peraga kekentalan berbasis mikrokontroler beserta buku panduannya kemudian diimplementasikan dengan metode demonstrasi untuk mengetahui penguasaan konsep kekentalan siswa. Instrumen yang digunakan meliputi alat peraga, tes, dan lembar angket. Data yang dianalisis berupa hasil uji kalibrasi alat peraga, angket uji kelayakan oleh validator ahli dan hasil penerapan dalam pembelajaran meliputi ranah kognitif berupa pretest dan posttest. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat peraga tersebut telah melalui uji kalibrasi dengan persentase akurasi sebesar 88,855%, sedangkan berdasarkan uji kelayakan oleh validator ahli mengenai uji kelayakan alat peraga persentasenya adalah 95,83% yang berarti sangat baik. layak dan buku panduan adalah 87,92% yang berarti sangat layak. Penerapan alat peraga viskositas dapat meningkatkan penguasaan konsep viskositas siswa dengan nilai n-gain mencapai 0,497 (kriteria sedang).

**Abstract**

*This study aimed to develop a viscosity teaching aid based on microcontroller to improve mastery of physics concept. The researched method used the research and development method with the subject of research was 28 students which grade XI 1<sup>st</sup> semester of State Senior High School 1 Grabag 2020/2021 academic year. This researched began with the development of a viscosity teaching aid based on microcontroller along with its guide book and then implemented with a demonstration method to determine students mastery of the viscosity concept. The instruments used included teaching aids, test, and questionnaire sheets. The data analyzed was a form of results of the calibration test of the props, the feasibility test questionnaire by the expert validator and the results of the application in learning included cognitive domains in the form of pretest and posttest. The results showed that the teaching aid had gone through a calibration test with an accuracy percentage of 88,855%, while based on a feasibility test by an expert validator regarding the feasibility test of teaching aids, the percentage was 95,83%, which means it was very feasible and the guide book was 87,92% which means it is very feasible. The implementation of a viscosity props can improve the mastery of student's viscosity concept with n-gain values reaching 0.497 (medium criteria).*

## PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang dikaitkan dengan kecerdasan bangsa yang memiliki peranan besar dalam menunjang ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga menggugah guru untuk dapat merancang dan melaksanakan pendidikan yang lebih terarah pada penguasaan konsep fisika yang dapat menunjang dalam kehidupan sehari-hari (Chodijah, dkk. 2012). Menurut Sarkin tujuan pembelajaran fisika harus mengacu pada tiga aspek esensial yaitu (1) membangun pengetahuan berupa pemahaman, konsep, hukum, dan teori serta penerapannya; (2) membangun kemampuan melakukan proses antara lain pengukuran, percobaan, bernalar melalui diskusi; dan (3) membangun sikap keilmuan, antara lain kecendurungan keilmuan, berpikir kritis, berpikir analitis, berpikir kreatif, perhatian pada masalah-masalah sains, dan penghargaan pada hal-hal yang bersifat sains (Rozaq, dkk. 2013).

Fisika merupakan cabang ilmu sains yang mempelajari tentang fenomena dan gejala alam. Fisika merupakan mata pelajaran yang dipelajari pada berbagai level pendidikan mulai dari sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Salah satu hambatan yang dihadapi dalam pembelajaran fisika adalah proses kegiatan belajar fisika yang kerap dihadapkan pada sebuah materi yang abstrak (Sanjaya et al, 2016). Karena banyak konsep dalam fisika yang abstrak dan tidak dapat diamati secara langsung, wajar jika siswa belajar fisika dengan banyak konsepsi alternatif (Baser, 2006).

Pemahaman atau penguasaan konsep merupakan hal yang penting dalam pembelajaran fisika. Pemahaman peserta didik terhadap materi ajar akan lebih efektif jika ia tidak hanya memperoleh konsepnya, tetapi ia juga mampu menemukan konsep itu sendiri. Pemahaman konsep fisika adalah penguasaan konsep fisika yang menyangkut kemampuan siswa memahami konsep atau arti fisis dari konsep dan mengaplikasikan konsep dengan benar (Engerhardt & Beichner, 2004). Pemahaman konsep adalah satu aspek kunci dalam proses

pembelajaran yang melibatkan tingkat berpikir (Kaniawati et al, 2016). Penting bagi guru fisika memiliki keterampilan mengembangkan berpikir kritis dan kreatif pada siswa (Saprudin, 2017). Melalui penguasaan konsep fisika, peserta didik dapat mengembangkan sifat inovatif dalam memecahkan suatu masalah. Berdasarkan penelitian Arista (2018), konsep merupakan hal dasar yang harus dimiliki oleh peserta didik untuk memahami suatu hal.

Media pembelajaran seperti alat peraga dapat digunakan untuk menunjukkan fenomena dan konsep-konsep yang abstrak, sehingga konsep dapat dipahami oleh siswa dengan melihat langsung melalui alat peraga. Alat peraga dapat dilakukan siswa untuk memperoleh data pengamatan melalui demonstrasi atau praktikum. Kurangnya alat-alat praktikum atau alat peraga di sekolah menjadi salah satu faktor penghambat guru tidak melakukan praktikum atau demonstrasi. Peranan alat peraga yang sangat penting dalam pembelajaran fisika telah mendorong banyak peneliti untuk mengembangkan beragam alat peraga fisika yang inovatif.

Salah satu sumber kesalahan dalam eksperimen fisika atau pembelajaran fisika yang menggunakan alat peraga ialah pada pengukuran waktu. Dalam penelitian ini, besaran pokok waktu diukur dan diperlukan untuk penentuan viskositas zat cair. Viskositas sebagai istilah hidrodinamis merupakan besar kecilnya gesekan yang melawan arah aliran (Kim et al, 2017). Waktu yang diukur digunakan untuk menentukan kecepatan bola (Derrick et al, 2018). Menurut Pham et al (2018), viskometer dalam mengukur waktu benda jatuh umumnya disebabkan oleh gravitasi dan terkadang disebabkan oleh gaya luar.

Pada penelitian ini menunjukkan kegiatan sederhana melalui bola yang jatuh pada dua buah zat cair dengan tujuan dapat meningkatkan pemahaman tentang konsep viskositas fluida. Pengetahuan tersebut diperoleh peserta didik melalui metodologi kegiatan, khususnya menggunakan pengalaman belajar dan menggabungkan dengan persamaan matematika (Sanchez et al, 2018). Untuk menentukan nilai

koefisien viskositas digunakan persamaan yang dikemukakan oleh George Gabriel Stokes. Mengukur nilai koefisien viskositas cairan menggunakan metode Stokes memungkinkan siswa terbiasa mengukur waktu, jarak, volume, dan suhu secara bersamaan (Wietecha & Kurzydlo, 2019).

Kegiatan eksperimen sebagai sarana proses belajar mengajar membutuhkan perangkat yaitu alat peraga atau alat praktikum sesuai dengan percobaan yang akan dilakukan. Alat atau instrumen laboratorium sebagai penunjang percobaan sering tidak dijumpai di sekolah-sekolah karena dana yang diperlukan untuk membeli dan merawat instrumen tersebut cukup mahal disebabkan biasanya alat tersebut didatangkan dari luar negeri (Nisa et al, 2014).

Pada penelitian-penelitian sebelumnya telah banyak penelitian yang merancang media pembelajaran yang dikembangkan. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan (2016) dan Tissos (2014) telah mengembangkan alat ukur viskositas digital menggunakan sensor efek hall dan didapatkan beberapa kekurangan yang mendukung peneliti agar mengembangkan alat peraga yang lebih inovatif. Peneliti terdahulu mendapatkan kurang sensitifnya sensor efek hall dalam mendeteksi pergerakan bola pejal yang melewati sensor di dalam tabung yang berisi fluida. Dari hal tersebut peneliti ingin membuat alat peraga yang lebih efisien dengan menggunakan sensor Infrared LED dan photodioda.

Hasil observasi dari mahasiswa praktikan eksperimen fisika dasar Jurusan Fisika FMIPA UNNES bahwa data pengamatan yang diperoleh mayoritas mahasiswa saat praktikum kurang akurat terutama pada praktikum viskositas. Hal ini dibuktikan dengan hasil analisis data terhadap nilai koefisien viskositas yang tidak tepat sesuai dengan teorinya. Salah satu faktor utama penyebab kurang akuratnya data tersebut adalah pengukuran waktu tempuh benda yang relatif cepat tetapi hanya menggunakan stopwatch melalui pengamatan mata biasa. Selain itu, kurangnya alat peraga sebagai media pembelajaran yang digunakan oleh guru membuat siswa kurang memiliki wawasan yang luas

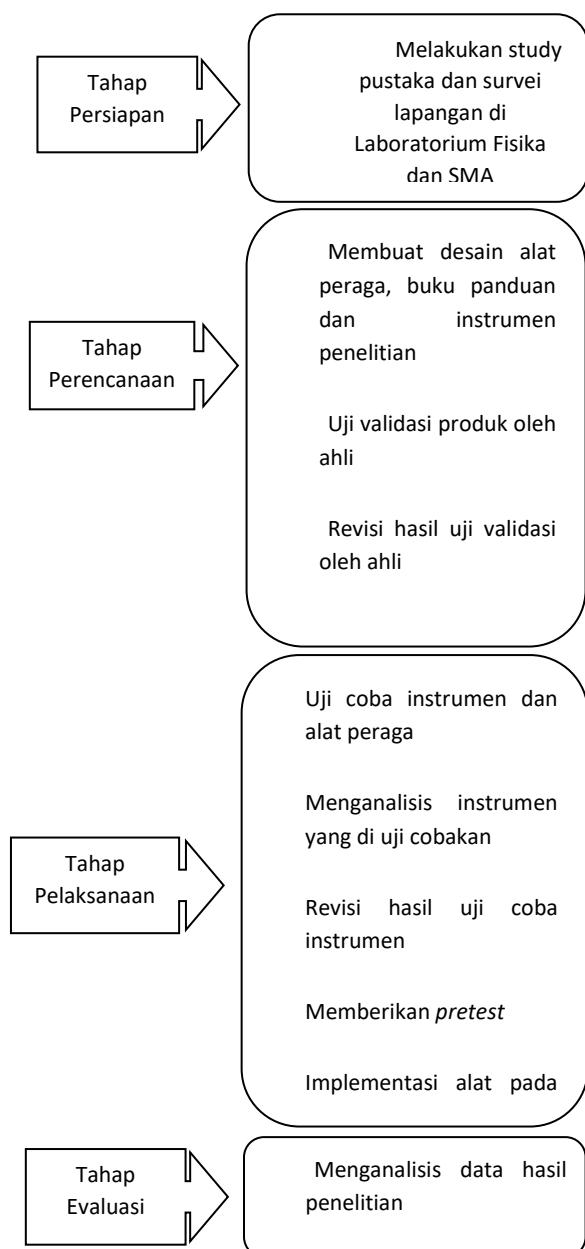
terhadap fenomena-fenomena fisika. Oleh karena itu, pada materi sama yaitu viskositas, akan dilakukan pengembangan alat peraga yang lebih efektif dan efisien, serta dimungkinkan tidak terjadi hal-hal kesalahan tersebut. Viskositas diartikan sebagai ketahanan dalam fluida untuk mengalir (Yusibani et al, 2020). Koefisien viskositas merupakan salah satu sifat yang dimiliki oleh bahan fluida yang menunjukkan suatu kadar kekentalan suatu zat (Malik et al, 2019).

Dari latar belakang inilah akan dirancang alat peraga viskositas dengan memanfaatkan sensor untuk mengukur besaran waktu yang ditempuh bola dalam fluida. Dalam penelitian ini akan dibuat alat peraga yang mampu mengukur waktu jatuh benda secara otomatis. Selain itu, keunggulan lain dari alat ini yaitu dapat mengukur waktu jatuh benda secara otomatis, tabung yang dapat diputar sehingga memudahkan merubah posisi bola logam agar berada pada bagian atas tabung untuk pengambilan data selanjutnya.

Alat peraga ini menjadi solusi dibutuhkannya alat peraga untuk menentukan nilai koefisien viskositas. Hal ini dikarenakan alat peraga bekerja dengan pencacah waktu elektronik yaitu sistem mikrokontroler. Kegiatan praktikum yang dilengkapi dengan adanya alat peraga yang efisien diharapkan dapat membantu peserta didik untuk meningkatkan penguasaan konsep fisika terkait materi viskositas.

## METODE

Penelitian ini mengembangkan dan menghasilkan produk berupa alat peraga viskositas berbasis mikrokontroler yang dilengkapi dengan buku panduannya. Penelitian ini termasuk penelitian pengembangan (research and development / R&D). Menurut Sugiyono (2015) metode penelitian pengembangan (research and development / R&D) adalah metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tertentu. Pelaksanaan penelitian ini meliputi tahap-tahap seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Pengembangan

Setelah selesai merancang desain alat peraga, selanjutnya dilakukan pembuatan alat peraga tersebut. Pembuatan alat peraga dilakukan di tempat UKM Riptek UNNES (Prototech.id Semarang). Alat dibuat dan disesuaikan dengan desain perangkat yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Setelah alat peraga beserta buku panduannya selesai dibuat, langkah selanjutnya yaitu melakukan uji validitas/kelayakan terhadap

set alat peraga tersebut. Subjek uji validitas penelitian dan pengembangan ini adalah ahli media dan ahli materi untuk melakukan validasi kelayakan alat tersebut.

Penelitian ini dilakukan pada 28 peserta didik kelas XI semester 1 SMA Negeri 1 Grabag tahun pelajaran 2020/2021. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa angket uji kelayakan yang diberikan kepada ahli media dan ahli materi, hasil nilai pretest-postest guna mengetahui pengaruh dari alat peraga terhadap peningkatan penguasaan konsep peserta didik.

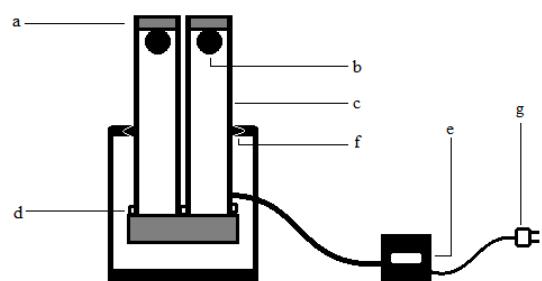
#### Tahap Persiapan

Tahap ini terdiri atas studi pustaka dan observasi. Studi pustaka dilakukan dengan tujuan mengumpulkan data yang diperlukan dalam pengembangan alat peraga viskositas. Pada penelitian awal ini didapatkan bahwa alat peraga terkait viskositas belum ada di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Semarang. Berdasarkan hal itu, dikembangkan alat peraga viskositas berbasis mikrokontroler.

#### Tahap Perencanaan

Membuat Desain Alat Peraga, Buku Panduan dan Instrumen Penelitian

Pada tahap perencanaan diantaranya meliputi pembuatan desain alat peraga, buku panduan, dan instrumen penelitian. Alat peraga yang dikembangkan merupakan alat peraga viskositas berbasis mikrokontroler. Komponen dari alat peraga ini terdiri tabung, fluida, bola logam, yang diatur dengan mikrokontroler. Instrumen yang dibuat berupa angket kelayakan dari perangkat alat peraga viskositas berbasis mikrokontroler, lembar tes siswa, dan angket respon peserta didik. Berikut adalah desain alat dan bagian serta fungsinya.



Gambar 2. Desain Alat Peraga Viskositas Berbasis Mikrokontroler

Keterangan:

- a. Magnet buatan bersifat sementara, digunakan untuk menahan bola logam agar berada diatas tabung selama bola tersebut belum dilepaskan.
- b. Bola logam, sebagai media untuk menentukan kekentalan dari suatu zat cair.
- c. Tabung, digunakan untuk tempat zat cair.
- d. Sensor Infrared LED dan Photodioda, berfungsi untuk menghentikan mesin pencacah waktu setelah bola melewati sensor.
- e. Box LCD, berisi seluruh rangkaian mikrokontroler, serta untuk menampilkan waktu yang dihasilkan oleh mesin cacah.
- f. Poros putar, sebagai poros untuk memutar tabung.
- g. Sumber tegangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan produk seperangkat alat peraga viskositas berbasis mikrokontroler dan buku panduan alat peraga viskositas tersebut serta data implementasi alat peraga terhadap peningkatan penguasaan konsep peserta didik. Alat peraga ini bertujuan untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep dasar dari materi viskositas terkait perbedaan kekentalan dari suatu zat cair dan nilai koefisien viskositas.

Hasil yang pertama dari penelitian ini adalah sebuah produk alat peraga viskositas berbasis mikrokontroler. Alat peraga ini mampu mengukur waktu jatuh benda secara otomatis. Data tersebut dapat di analisis untuk menentukan kekentalan dari suatu zat cair sehingga peserta didik dapat memahami perbedaan nilai koefisien kekentalan zat cair dari dua buah cairan. Setelah dapat melakukan perhitungan nilai koefisien kekentalan zat cair, peserta didik dapat membandingkan bahwa teori dan keadaan nyata terdapat kesamaan. Alat peraga viskositas berbasis mikrokontroler yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Alat Peraga Peraga Viskositas Berbasis Mikrokontroler

Karakteristik alat peraga yang dikembangkan menunjukkan fenomena viskositas melalui bola yang bergerak di dalam cairan. Alat peraga hasil pengembangan ini dirangkai dalam satu rangkaian yaitu "Kit Alat Peraga Viskositas Berbasis Mikrokontroler". Kit ini berisi satu perangkat alat peraga dan buku panduan alat penggunaan. Tujuan disatukannya dalam rangkaian yaitu agar alat peraga mudah dalam perawatan dan mudah untuk dibawa kemana saja. Berikut bagian-bagian dari alat peraga viskositas berbasis mikrokontroler:

Alat ini terdiri dari 2 buah tabung yang mana setiap tabung diisi dengan cairan berbeda. Cairan tersebut sebagai media bola logam jatuh atau bergerak, cairan yang digunakan adalah minyak goreng dan gliserin. Sehingga bola logam yang jatuh pada minyak goreng dan juga gliserin tampak perbedaannya. Dalam pengambilan data agar lebih efektif, kedua tabung dapat diputar dengan menggunakan poros putar dan tedapat besi penyangga. Tabung yang digunakan adalah tabung berbahan akrilik agar aman digunakan dan tidak mudah pecah. Tumpuan penghubung antara tabung dengan penyangga dipasang menggunakan mur dan baut agar pemasangan tabung lebih mudah.

Ketika pengambilan data, jarak antara batas atas dan batas bawah (sensor) dibuat tetap. Hal ini dilakukan agar dalam analisisnya lebih mudah. Ketika bola logam mulai jatuh, maka mikrokontroler akan memulai mencacah waktu. Kemudian ketika bola melewati sensor,

mikrokontroler akan otomatis mematikan stopwatch (pencacah waktunya). Hasil dari pencacah waktu akan tampil pada layar lcd pada box. Layar lcd diletakkan dalam satu box dengan arduino. Pada bagian box lcd terdapat empat tombol dan yang aktif untuk pengoperasian alat peraga hanya tiga tombol. Satu tombol masih belum aktif dikarenakan untuk antisipasi jika tombol yang lain rusak atau ingin menambah tombol perintah pada alat peraga.

Sumber daya yang digunakan dalam alat ini menggunakan adaptor dengan output 5V. Hal ini dikarenakan menyesuaikan arduino Atmega328 yang digunakan. Arduino merupakan komponen utama dalam alat ini, tetapi peneliti membatasi penelitian hanya mengembangkan desain set alat peraga dan buku panduannya. Oleh sebab itu, penelitian ini tidak membahas sistem arduino terlalu jauh.

Sensor yang digunakan dalam alat ini yaitu sensor Infrared LED dan photodioda dimana data yang terekam oleh sensor disalurkan ke program arduino sehingga data yang terekam dapat tampil pada layar lcd pada box. Sedangkan untuk menghubungkan magnet buatan dengan mikrokontroler diperlukan sebuah kabel yang mana menyesuaikan magnet tersebut. Peneliti juga membatasi pembahasan terkait sensor yang

digunakan sehingga tidak dilakukannya penelitian lebih lanjut terkait sensor maupun kepekaannya.

Keunggulan dari alat peraga ini yaitu tabung yang dapat diputar sehingga memudahkan merubah posisi bola logam agar berada pada bagian atas tabung untuk pengambilan data selanjutnya. Alat ini juga dapat melepaskan bola logam dan pencacah waktu secara otomatis setelah tombol start pada box lcd dinyalakan sehingga hasil pengukuran waktu lebih akurat. Dalam penelitian ini, mikrokontroler yang digunakan adalah jenis arduino uno. Hal tersebut membantu dalam memrogram pencacah waktunya agar lebih mudah.

Kemudian setelah alat peraga viskositas sudah menjadi suatu produk, dilakukan uji kalibrasi. Uji kalibrasi pada alat peraga viskositas ini dilakukan dengan cara melakukan pengukuran secara berulang sebanyak 6 kali. Selanjutnya hasil pengukuran tersebut dilakukan perhitungan nilai koefisien viskositas. Berdasarkan hasil uji kalibrasi didapatkan persentase ketelitian pengukuran nilai koefisien gliserin sebesar 91,585% dan persentase kesesatan sebesar 8,415%. Sedangkan ketelitian pengukuran nilai koefisien minyak goreng sebesar 86,125% dan persentase kesesatan sebesar 13,875% yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Data Percobaan Uji Kalibrasi

Jenis cairan	(m)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	(s)	$t_{rata-rata}$ s)	$\eta$ (Pa.s)	Ketelitian (%)
Gliserin		,55	,53	,49	,50	,48	,48	,505	,626	9,1585
Minyak goreng	,2	,3	,3	,29	,29	,3	,3	,297	,911	6,125

Uji kelayakan alat peraga beserta buku panduan alat dilakukan oleh seorang validator ahli. Uji kelayakan alat peraga meliputi aspek bentuk sederhana, tampilan luaran menarik,

mudah dibawa, mudah digunakan, komponen jelas, dan kesesuaian materi. Hasil uji kelayakan oleh validator ahli ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi Alat Peraga Viskositas Berbasis Mikrokontroler

Aspek	Presentase (%)	Keterangan
Bentuk sederhana dan menarik	100	Sangat Layak
Tampilan luaran menarik dan jelas	75	Layak
Mudah dibawa dan disimpan	100	Sangat Layak
Mudah digunakan	100	Sangat Layak
Komponen alat peraga jelas	100	Sangat Layak
Kesesuaian konsep materi viskositas	100	Sangat Layak
Total	95,83	Sangat Layak

Uji kelayakan buku panduan alat juga dilakukan oleh seorang validator ahli. Uji kelayakan buku panduan alat meliputi aspek

kelayakan penyajian, kelayakan kelayakan isi dan aspek kelayakan kebahasaan. Hasil uji kelayakan oleh validator ahli ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi Buku Panduan Alat Peraga Viskositas Berbasis Mikrokontroler

Aspek	Presentase (%)	Keterangan
Aspek Kelayakan Penyajian	95	Sangat Layak
Aspek Kelayakan Isi dan Alat	93,75	Sangat Layak
Aspek Kelayakan Bahasa	75	Layak
Total	87,92	Sangat Layak

Berdasarkan penelitian Putri et al (2013), telah dilakukan pengembangan prototipe viskometer bola jatuh dimana dikembangkan sebuah viskometer bola jatuh untuk mengukur nilai koefisien viskositas dengan pengambilan data secara otomatis menggunakan sensor magnet dan bola magnet. Hasil penelitian Putri et al (2013) adalah salah satu dasar tujuan peneliti mengembangkan alat peraga ini. Penggunaan mikrokontroler yang sesuai juga berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Tissos et al (2014) dimana mikrokontroler Atmega328 digunakan untuk mengambil dan memrogram data yang

didapat. Yulkifli et al (2018) telah mengembangkan viskometer digital berbasis teknologi sensor dan mikrokontroler namun alat tersebut kurang fleksibel untuk dibawa dan dipindah tempat. Hal tersebut juga menjadi salah satu pertimbangan peneliti untuk mengembangkan alat peraga agar mudah dibawa dan dipindah tempat.

Hasil analisis secara manual pretest dan postest menunjukkan hasil yang baik dimana rata-rata nilai postest lebih tinggi daripada pretest, maka dari itu dapat dikatakan bahwa adanya pengaruh dalam penggunaan alat peraga terhadap

penguasaan konsep siswa. Hasil analisis menggunakan aplikasi SPSS 25 juga menunjukkan nilai  $t_{hitung} > t_{tabel}$  sehingga dapat dikatakan  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima atau dapat dikatakan ada pengaruh penggunaan alat peraga terhadap penguasaan konsep siswa. Sebelum menganalisis pengaruh dan peningkatan penggunaan alat peraga terhadap penguasaan konsep siswa, terlebih dahulu menguji data terkait normalitas dan homogenitas. Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas, didapatkan bahwa data yang diperoleh berdistribusi normal dan

homogen sehingga dapat dilanjutkan menganalisis pengaruh dan juga peningkatan. Data dapat dilihat pada lampiran. Sedangkan hasil perhitungan untuk pengaruh penggunaan alat peraga terhadap peningkatan penguasaan konsep siswa menggunakan aplikasi Microsoft Excel ditunjukkan pada Tabel 6.

Sedangkan hasil analisis menggunakan aplikasi SPSS 25 untuk pengaruh penggunaan alat peraga viskositas berbasis mikrokontroler terhadap penguasaan konsep peserta didik yang terjadi ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Pretest dan Posttest

Komponen	Prete st	Postest	N- gain	K- riteria
Jumlah siswa	28,00	28,00		
Rata-rata	22,39	60,96	0,497	S edang
Nilai terendah	5,00	24,00		
Nilai tertinggi	38,00	79,00		

Tabel 7 Hasil Analisis Pengaruh Penggunaan Alat Peraga Viskositas Berbasis Mikrokontroler terhadap Penguasaan Konsep Peserta Didik

Jenis Paired	t	df	Sig. (2-tailed)
Pretest-postest	12,962	27	0,000

Pengaruh implementasi alat peraga beserta buku panduan alat ditunjukkan pada hasil data uji t dan uji n-gain. Hasil yang dimaksud ditunjukkan pada Tabel 7 dimana  $t_{hitung} > t_{tabel}$  atau dapat diartikan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Dari hal tersebut, dapat diartikan ada pengaruh penggunaan alat peraga beserta buku panduan alat terhadap peningkatan penguasaan konsep viskositas peserta didik. Dari hasil peningkatan penguasaan konsep juga ditunjukkan berdasarkan hasil uji n-gain sebesar 49,70% atau 0,497 untuk kategori sedang yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Menurut Nieveen, sebagaimana dikutip oleh Fatmawati (2016) bahwa suatu perangkat pembelajaran dikatakan berhasil maupun efektif jika tujuan pembelajaran tercapai melalui penggunaan perangkat pembelajaran tersebut. Jadi hasil uji n-gain pada nilai pretes-postest ini membuktikan bahwa alat peraga berhasil meningkatkan penguasaan konsep siswa. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Boimau & Mellu (2017) bahwa penerapan alat peraga dalam kegiatan belajar mengajar berpengaruh positif untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Berdasarkan penelitian Boimau dan Mellu (2020), penerapan alat praktikum viskometer dalam proses pembelajaran berpengaruh positif untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.

Hasil analisis menunjukkan terdapat perbedaan penguasaan konsep peserta didik sebelum dan sesudah pembelajaran dengan menerapkan alat peraga viskositas berbasis mikrokontroler. Hasil penelitian ini didukung Khoiri et al (2018) bahwa penerapan alat peraga dalam proses pembelajaran fisika berpengaruh secara signifikan terhadap pemahaman konsep peserta didik. Hasil tersebut juga didukung oleh Nasar dan Kaleka (2019) bahwa implementasi alat praktikum sederhana melalui eksperimen laboratorium efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.

Jadi dapat dikatakan bahwa pembuatan dan penerapan alat peraga beserta buku panduan alat berhasil dilakukan. Pernyataan dan hasil tersebut mendukung pemikiran Trianto (2014) bahwa dalam pembelajaran untuk membuat kegiatan pembelajaran menjadi bermakna perlu dilakukannya sebuah pembentukan pola pikir bukan hanya memberikan materi secara ceramah melainkan peserta didik diajak untuk mengetahui kenyataan antara kebenaran dari teori dengan kenyataan sehingga keingin tahu dan pemikiran mereka akan terbiasa untuk berpikir kritis. Maka dari itu, dapat dikatakan bahwa alat peraga viskositas berbasis mikrokontroler merupakan inovasi baru yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran untuk membantu peserta didik dalam mengembangkan rasa keingin tahu dan pengetahuan mereka.

Menurut Boimau dan Mellu (2019), bahwa peserta didik mampu menjelaskan suatu konsep fisika dengan tepat ketika dibelajarkan melalui eksperimen menggunakan alat peraga. Dapat dikatakan peserta didik menguasai konsep apabila peserta didik tersebut dapat menjelaskan konsep dengan tepat menggunakan bahasanya sendiri. Penguasaan konsep yang dapat ditingkatkan dalam penelitian ini adalah memahami, menjelaskan, mengilustrasikan, membandingkan, menganalisis, dan merancang. Dari hal tersebut, penggunaan alat peraga ini dapat membantu peserta didik dalam menunjukkan fenomena fisika melalui alat peraga sehingga pemahaman dasar akan konsep yang ada dapat lebih meningkat. Hasil tersebut juga didukung oleh Aprilyanti (2016) bahwa penerapan metode eksperimen berbantuan alat peraga dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan berpengaruh positif terhadap hasil belajar kognitif peserta didik.

Alat peraga dibuat dengan tujuan dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa dengan memperlihatkan perbedaan tingkat kekentalan dari dua zat cair, yaitu gliserin dan

minyak goreng. Saat dilakukan penelitian, siswa diberikan kesempatan untuk mencoba alat peraga dan diberikan buku panduan untuk membantu dalam pengoperasiannya. Siswa dapat melihat secara langsung fenomena viskositas bahwa kekentalan suatu zat cair berbeda-beda. Selain itu siswa dapat menghitung nilai koefisien viskositas zat cair menggunakan persamaan melalui waktu yang tampil pada alat peraga. Sehingga siswa dapat memahami konsep viskositas dengan mengoperasikan alat peraga sendiri. Setelah menggunakan alat peraga siswapun menjadi lebih aktif menjawab setiap diberikan pertanyaan. Disamping siswa menjawab pertanyaan yang ada pada buku panduan dan pertanyaan acak dari peneliti, juga dilakukan wawancara terbatas untuk mengetahui peningkatan penguasaan konsep peserta didik oleh peneliti.

### SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, penguasaan konsep fisika pada peserta didik mengalami peningkatan setelah diberikan perlakuan. Dapat dikatakan bahwa menggunakan alat peraga lebih membantu pembelajaran siswa. Peningkatan penguasaan konsep fisika peserta didik ditunjukkan dari hasil pretest dan posttest, dengan nilai posttest lebih tinggi dari nilai pretest. Dari simpulan tersebut, dapat disimpulkan bahwa penguasaan konsep fisika peserta didik di SMAN 1 GRABAG mengalami peningkatan setelah diberikan pembelajaran menggunakan alat peraga. Ketika pengambilan data menggunakan alat peraga, diperlukan kalibrasi awal agar data lebih akurat. Alat peraga yang terbatas berdampak pada penguasaan konsep peserta didik terhadap gejala yang diamati dari alat peraga.

### DAFTAR PUSTAKA

- Apriliyanti, F. 2016. Penerapan Metode Eksperimen Dengan Alat-Alat Sederhana Fisika Untuk Meningkatkan Ketrampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Metro*, 4 (1) : 1-9.
- Arista, F. S., & Kuswanto, H. 2018. Virtual Physics Laboratory Application Based on the Android Smartphone to Improve Learning Independence and Conceptual Understanding. *International Journal of Instruction*, 11(1), 1-16.
- Baser, M. 2006. Fostering conceptual change by cognitive conflict based instruction on students' understanding of heat and temperature concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 96-114.
- Boimau, I. & R. N. K. Mellu. 2017. Prototype of Physics Lessons Based on Microcontroller to Increase Students' Conceptual Understanding. *International Jurnal of Science and Research*, 6 (11): 1812-1818.
- Boimau, I. & R. N. K. Mellu. 2019. Development of Microcontroller-Based Free Fall Motion Learning Materials to Increase Students' Conceptual Understanding. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 4 (1): 45-55.
- Boimau, I. & R. N. K. Mellu. 2020. Implementation of the Viscometer Practicum Tool to Improve Conceptual Understanding of and Process Skills of Prospective Physics Teachers. *Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Makassar*, 8 (3): 249-262.
- Derrick, J., M. G., & V. R. Shrivastav. 2018. A Low-cost Affordable Viscometer Design for Experimental Fluid Viscosity Verification and Drag Coefficient Calculation. *Asee Annual Conference & Exposition 2018*, ID 23982.
- Engerhardt, P. V., & R. J. Bechner. 2004. Student's Understanding of Direct Current Resistive Electrical Circuits. *American Journal Physics*.72, (1): 98115.
- Fatmawati, A. 2016. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Konsep Pencemaran Lingkungan Menggunakan Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah Untuk SMA Kelas X. *Edu Sains: Jurnal*

- Pendidikan Sains & Matematika, 4(2): 92-103.
- Kaniawati, I., A. Samsudin, Y. Hasopa, A. D. Sutrisno, & E. Suhendi. 2016. The Influence of Using Momentum and Impulse Computer Simulation to Senior High School Students' Concept Mastery. *Journal of Physics: Conference Series*, 739 (2016): 1-4.
- Khoiri, N. A. Rusilowati, Wiyanto & Sulhadi. 2018. Mengajarkan Pemahaman Konsep Gerak Parabola Berbantuan Alat Peraga. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 9 (2): 119-124.
- Kim, B. J., S. Y. Lee, S. Jee, A. Atajanov, & S. Yang. 2017. Micro-Viscometer for Measuring Shear Varying Blood Viscosity over a Wide-Ranging Shear Rate. *Sensor* 2017, 17, 1442: 1-13.
- Malik, A., M. A. Hakiki, N. Imiyati, P. Kurnia, R. Zakwandi, W. Setya, & M. M. Chusni. 2019. Analysis Characteristics of Viscosity Coefficient Using Viscometer Stromer. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1402 044085.
- Nasar, A. & M. B. U. Kaleka. 2019. Keefektifan Metode Eksperimen Laboratorium Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Cahaya, Keterampilan Proses Sains, dan Sikap Ilmiah Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7 (3): 262-270.
- Nisa, C., N.P. Widya, A. Santosa, & E. Rahmawati. (2014). Rahmawati. Perancangan Instrumentasi Pengukur Waktu dan Kecepatan Menggunakan Dt-Sense Infrared Proximity Detector untuk Pembelajaran Gerak Lurus Beraturan. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 4(1), 36.
- Pham, L. H. P., L. Bautista, Deyvid C. & X. Luo. 2018. A Simple Capillary Viscometer Based On The Ideal Gas Law. *RSC Adv* 2018, 8, 30441.
- Putri, B. M. L., Sissilia O. P., Farida I. M., & Faqihza M. 2013. Pembuatan Prototipe Viskometer Bola Jatuh Menggunakan Sensor Magnet dan Bola Magnet. *J.Oto.Ktrl.Inst(J.Auto.Ctrl.Inst)*, 5(2): 101-111.
- Ramadhan, D., V. Serevina, & Raihanati. 2016. Pengembangan Alat Praktikum Viskometer Metode Bola Jatuh Bebas Berbasis Sensor Efek Hall UGN3503 Sebagai Media Pembelajaran Fisika.
- Prosiding Seminar Nasional Fisika SNF2016, V: 7-10.
- Sanchez, M. P., dkk. 2018. Experiment to Develop Teaching of The Concept Viscosity. *Educ. Sci.* 8 (179): 1-11.
- Sanjaya, L. A., Agus S. B. & I. M. Astra. 2016. Pengembangan Alat Peraga Energi Terbarukan. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-journal) SNF 2016*. V: 45.
- Saprudin, S., L. Liliyansari, & A. S. Prihatmanto. 2017. Pre-Service Physics Teachers' Concept Mastery and the Challenges of Game Development on Physics Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 895 (2017): 1-5.
- Sugiyono. 2015. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Tissos, N. Putri, Yukifli, & Z. Kamus. 2014. Pembuatan Sistem Pengukuran Viskositas Fluida Secara Digital Menggunakan Sensor Efek Hall UGN3503 Berbasis Arduino UNO328. *Jurnal Saintek*, 6(1): 71-83.
- Trianto. 2014. Model Pembelajaran Terpadu. Jakarta: Bumi Aksara
- Wietecha, T. & P. M. Kurzydlo. 2019. Determination of the Dynamic Viscosity Coefficient of the Stokes Viscometer-Construction of a Measuring Set In The Physical Laboratory Of The State Higher Vocational School in Tarnow. *Sci. Tech. Innov.* 5 (2): 60-65.
- Yusibani, E., I. R. Sasmita, L. Ardiah, E. Yufita, M. S. Surbakti, & Rahmi. 2020. Design and Testing of Portable Laser-Based Viscometer. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 796 012027.