

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KECEPATAN ALIRAN UDARA BERBASIS ARDUINO SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA

Veny Oktaviana¹⁾, Yusro Al Hakim²⁾, Umi Pratiwi³⁾

^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Purworejo

email: oktavianveny@gmail.com¹⁾, kim_yus2003@yahoo.com²⁾, umisalfa2011@gmail.com³⁾

Abstract

The conventional learning process in Basic Physics courses is carried out classically using only non-renewable learning media and between theory and practicum are not in line especially on dynamic fluid material. The learning process on dynamic fluid material has not been carried out in a laboratory practice. So students in understanding dynamic fluid material are not integrated. Therefore, it is necessary to design a learning media in the form of an arduino-based air flow velocity measurement tool to help students understand more about dynamic fluid. This study aims to design learning media for arduino-based air flow velocity measuring devices. The method used uses 3 stages, namely hardware design phase, software design and overall system design. The results of research and data analysis show that the air flow velocity measuring device uses a flowmeter sensor that functions to find v_1 and ultrasonic sensors to find v_2 to get good tool accuracy in accordance with the results of the test equipment. In the validation carried out by expert lecturers and physics teachers get a decent rating in the excellent category. In extensive trials using the responses of students get a decent assessment with a very good category. The implementation test got a very good category so that overall the arduino based air flow velocity measurement tool is suitable for use in learning.

Keywords: Learning Media, Airflow Speed, Arduino.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara ("Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional," t.t.). Pengertian sains sebagai produk dan proses (*scientific attitudes, scientific processes or methods, scientific products*)(Desy, 2015). Penggunaan media pembelajaran berupa alat peraga digunakan sebagai pedoman dalam menunjang pengembangan pengetahuan, keterampilan, kebutuhan dasar penyampaian materi, konsep dan informasi fisika oleh pendidik (Yudianto, 2005). Dalam dunia pendidikan atau kegiatan belajar-mengajar terutama yang berhubungan dengan gejala-gejala alam (fisika) sangat memerlukan namanya alat peraga. (Saputri, Al Hakim, & Fatmaryanti, 2017)

Perkembangan teknologi digital yang pesat ikut mendorong perkembangan teknologi komputer (Kurnianto, Hadi, & Wahyudi, 2016). Di dunia pendidikan, salah satunya perkembangan teknologi yaitu dengan adanya jenis mikrokontroler ATmega yang diproduksi oleh Atmel. Mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino, sebagai salah satu mikrokontroler yang banyak dinilai kemudahannya. (Pratiwi & Sriyono, 2018)

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan melalui wawancara dengan dosen mata kuliah Fisika Dasar 1 dan observasi dengan membagikan lembar studi analisis kebutuhan mahasiswa dapat diketahui bahwa proses pembelajaran dilaksanakan secara klasikal di dalam kelas dengan menekankan aspek kontekstual dan jarang melaksanakan praktikum materi fluida dinamis. Dalam pembelajaran dosen tidak mengalami kesulitan akan tetapi perlu memberikan contoh

nyata tentang fluida dinamis dalam kehidupan sehari-hari supaya mahasiswa lebih mudah dalam penguasaan konsep dan analisis. Penggunaan alat peraga yang masih kurang intensif menyebabkan mahasiswa merasa kesulitan memahami konsep fluida dinamis dan mahasiswa merasa bingung terhadap materi yang dipelajari, sehingga mahasiswa memerlukan gambaran secara nyata melalui pembelajaran dengan alat ukur kecepatan aliran udara. Mahasiswa juga merasa bahwa pembelajaran dengan media berupa alat peraga memicu rasa penasaran dan ketertarikan terhadap konsep dan materi fluida dinamis yang telah dipelajari. Dalam pembelajaran fisika, mahasiswa diharapkan tidak hanya menguasai konsep-konsep fisika secara teori tetapi juga mampu menggunakan metode ilmiah untuk membuktikan konsep-konsep fisika yang didapat dari teori tersebut. (Pratiwi, t.t.)

Oleh karena itu peneliti mencoba mengembangkan media pembelajaran berupa alat ukur kecepatan aliran udara berbasis arduino sebagai alat bantu pembelajaran dalam materi fluida dinamis pada mata kuliah Fisika Dasar 1.

2. KAJIAN LITERATUR

A. Media Pembelajaran

Media merupakan salah satu komponen komunikasi, yaitu sebagai pembawa pesan dari komunikator menuju komunikan (Daryanto, 2013). Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia dijelaskan bahwa alat peraga adalah alat bantu dalam pengajaran untuk memperagakan sesuatu supaya apa yang diajarkan mudah dimengerti oleh anak didik (Depdikbud, t.t.). Salah satu contoh media pembelajaran yaitu alat peraga. Alat peraga dalam mengajar memegang peranan penting sebagai alat bantu untuk menciptakan proses belajar mengajar yang efektif. (Suryosubroto, 2002)

B. Fluida Dinamis

Fluida dinamis adalah cabang Fisika yang mempelajari zat alir yang mengalir. Fluida dinamis disebut juga *Hidrodinamika* (Bimata, 2013). Apabila suatu fluida mengalir dalam sebuah pipa dengan luas penampang A dan kecepatan aliran fluidanya v , maka banyaknya fluida (volum) yang mengalir melalui penampang tersebut tiap satuan waktu dinamakan dengan debit. (Sunardi & Irawan, 2006)

$$Q = A v_1 \quad (1)$$

C. Kecepatan Aliran Udara

Kecepatan aliran udara atau gas dalam pipa diukur dengan menggunakan tabung pitot. Tabung pitot merupakan alat yang digunakan untuk mengukur aliran gas atau udara (Sunardi & Irawan, 2006). Kecepatan aliran udara atau v_2 didapatkan dari akar persamaan 2 kali massa jenis fluida cair (ρ') dikalikan gaya gravitasi (g) dikalikan tinggi kenaikan fluida cair (h) dibagi dengan massa jenis udara (ρ).

$$v_2 = \sqrt{\frac{2\rho'gh}{\rho}} \quad (2)$$

D. Sensor Flowmeter YF-S201 dan Sensor Ultrasonik HC-SR04

Penelitian ini menggunakan sensor *flowmeter* model YF-S201. Sensor ini memiliki tipe *Hall Effect* dengan tegangan kerja 5- 18V DC, arus maksimal yang digunakan yaitu 15 mA @5V dengan tipe *output 5V TTL*. Laju fluida yang terdeteksi oleh sensor yaitu mulai 1 – 30 liter/menit. Range temperatur pada sensor *flowmeter* adalah -25 s/d +80°C dan range kelembabannya 35% s/d 80% RH. Maksimal tekanan fluida yang terdeteksi oleh sensor *flowmeter* yaitu 1.0 Mpa. Diameter sensor *flowmeter* yaitu 0,8 cm dengan luas penampang 0,503 cm². (Setyawan, Ainul Fikri, Nur Fuad, Rohim, & Firmansyah, 2017)

Sensor kedua yaitu, sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ini memiliki 4 pin yang memiliki fungsi masing-masing. Pin VCC sebagai 5V Power Supply yaitu pin sumber tegangan positif

sensor. Pin *Trig* sebagai Trigger/penyulut digunakan untuk membangkitkan sinyal ultrasonik. Pin *Echo* sebagai Receive/Indikator digunakan untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonik. Pin *GND* atau *Ground/0V Power Supply* sebagai sumber tegangan negatif sensor.(Alawiah & Rafi Al Tahtawi, 2017)

F. Arduino Uno

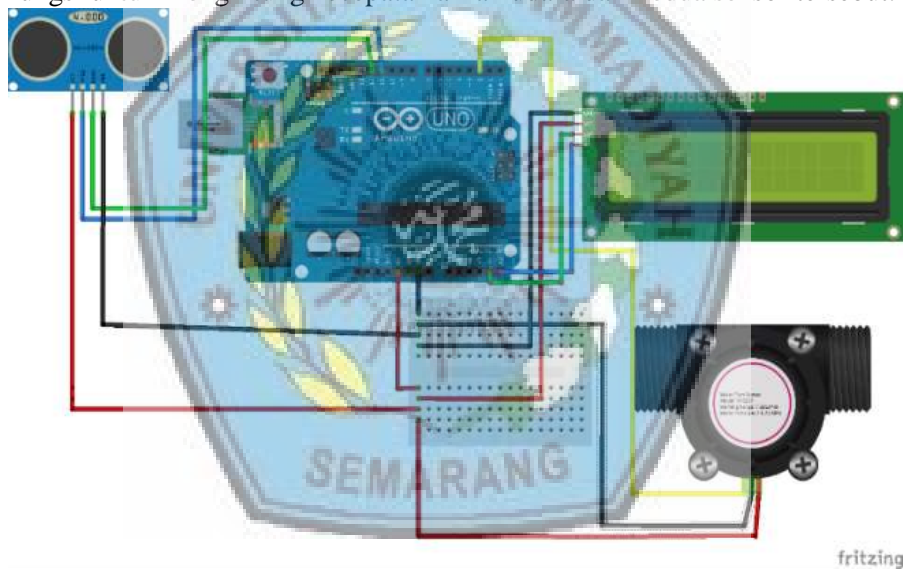
Arduino ini merupakan sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada Atmega328. Tegangan pengoperasiannya yaitu 5 V sedangkan tegangan input yang digunakan oleh Arduino yaitu 7 – 12 V. Batas tegangan input yaitu 6 – 20 V. Jumlah pin input dan output yaitu 14 pin (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM). Jumlah pin input analog sebanyak 6 pin (A0 – A5). Arus DC tiap pin I/O yaitu 40 mA dan arus DC tiap pin 3.3 V 50 mA(Ihsanto & Hidayat, 2014).

3. METODE PENELITIAN

Pada perancangan media pembelajaran alat ukur kecepatan aliran udara menggunakan 3 tahapan perancangan yaitu:

1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

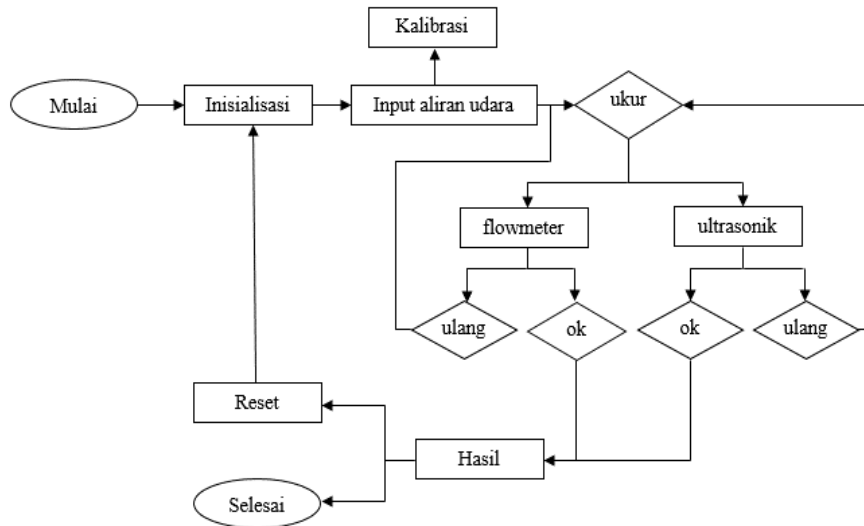
Desain perangkat keras pada gambar 4, Arduino mempunyai sistem kendali untuk mengakses dan mengolah data yang diperoleh dari sensor *flowmeter* dan sensor ultrasonik yang berfungsi untuk menghitung kecepatan aliran udara dari kedua sensor tersebut.



Gambar 4. Rangkaian Perangkat Keras Alat Ukur Kecepatan Aliran Udara

2. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan software pada penelitian ini dilakukan pemrograman Arduino. Pemrograman dilakukan untuk mengatur fungsi dari alat untuk mengukur kecepatan aliran udara yang diperoleh berdasarkan pengukuran menggunakan sensor. Pada software yang dibuat memiliki diagram alir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

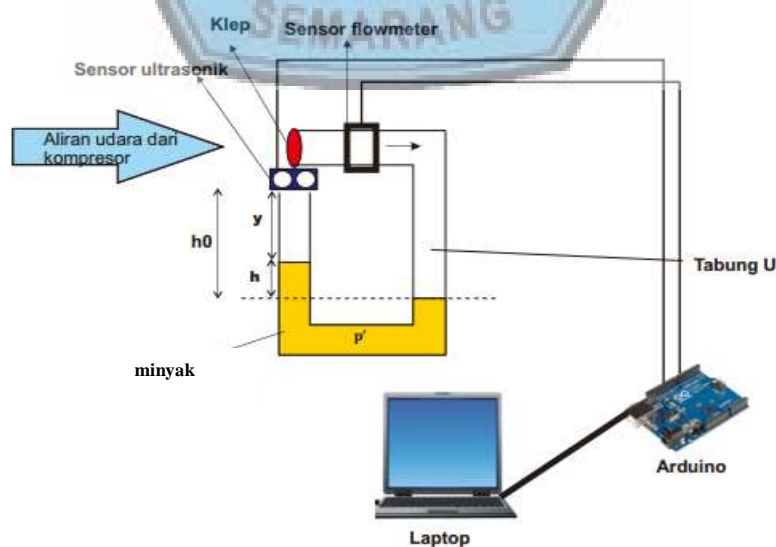


Gambar 5. Flowchart Perangkat Lunak Alat Ukur Kecepatan Aliran Udara

3. Perancangan Sistem

Alat peraga yang dibuat berfungsi untuk mengukur kecepatan aliran udara dengan menggunakan kompresor yang dialirkan ke pipa dan dihubungkan dengan pipa U berukuran 1,25 *inci*. Pada ujung awal pipa dipasang sensor *flowmeter* dengan diameter lubang 0,8 *cm* sehingga aliran udara yang masuk ke pipa akan terdeteksi oleh sensor *flowmeter* dan akan terbaca kecepatan aliran pertama yang masuk ke dalam pipa. Selanjutnya aliran udara yang masuk akan menuju pipa U yang terisi dengan cairan berupa minyak yang menempati bagian bawah pipa sehingga kedua kaki pipa memiliki ketinggian cairan yang sama.

Pada saat aliran udara masuk ke dalam pipa U maka ketinggian cairan akan berubah menjadi lebih tinggi, perubahan tersebut akan terdeteksi oleh sensor *ultrasonik* yang berada diatas lubang pipa U sehingga terbaca nilai ketinggian yang diperoleh dari sensor dan kemudian didapatkan nilai kecepatan udara yang masuk dalam pipa U. Output yang diperoleh pada sensor dapat dilihat pada serial monitor pada laptop atau LCD 16x2. Skema alat ukur kecepatan aliran udara disajikan pada Gambar 6 berikut:

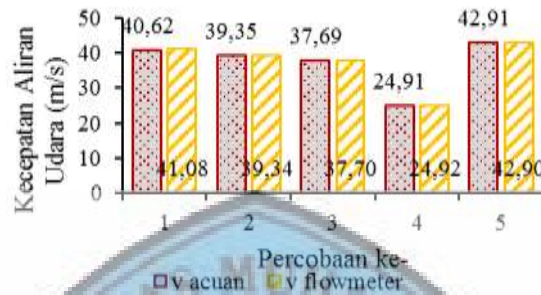


Gambar 6. Skema Rangkaian Alat Ukur Kecepatan Aliran Udara

4. HASIL PENELITIAN

A. Uji Sensor Flowmeter YF-S201

Pada hasil pengujian pembacaan sensor *flowmeter* terlihat bahwa pembacaan sensor *flowmeter* terhadap kecepatan udara yang masuk mempunyai tingkat kesalahan yang cukup kecil. Nilai kesalahan diperoleh dari selisih nilai sesungguhnya dengan nilai terukur dari sensor. Adanya kesalahan karena perhitungan oleh sistem dalam program Arduino kurang akurat untuk menghitung data desimal sehingga menyebabkan perbedaan dengan hasil secara manual. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa rata-rata tingkat kesalahan yaitu 0,25%. Grafik perbandingan kecepatan hasil pengukuran menggunakan sensor flowmeter dengan kecepatan acuan disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Kecepatan Acuan dan Kecepatan Terukur pada Sensor *Flowmeter*

B. Uji Sensor Ultrasonik HC-SR04

Uji sensor ultrasonik dilakukan dengan untuk menentukan tingkat akurasi sensor dengan membandingkan hasil pengukuran menggunakan sensor ultrasonik dengan perhitungan rumus sesuai konsep sebagai nilai acuan pembandingan. Setelah melakukan uji coba sebanyak lima kali diperoleh lima data yang kemudian dicari rata-rata kesalahan pengukuran. Dari hasil yang diperoleh dapat diketahui tingkat kesalahannya cukup kecil yaitu 3,85%. Nilai kesalahan maksimal yaitu 7,43% dan nilai kesalahan minimum sebesar 1,62%, hal ini dikarenakan perhitungan oleh sistem dalam program Arduino kurang akurat untuk menghitung data desimal sehingga menyebabkan perbedaan dengan hasil secara manual. Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Kecepatan Acuan dan Kecepatan Terukur pada Sensor Ultrasonik

C. Uji Sistem

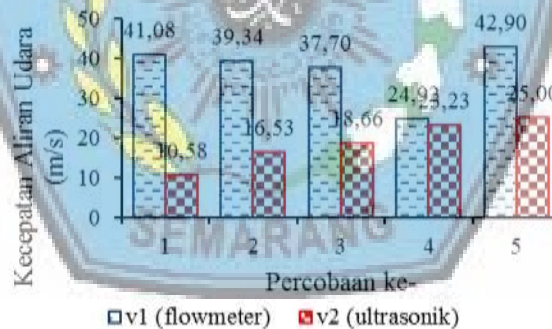
Uji sistem dilakukan untuk mengetahui alat peraga yang dirancang dapat berfungsi dengan semestinya atau tidak. Dari hasil uji coba alat dapat diketahui nilai kecepatan aliran udara yang diperoleh dari alat dibandingkan dengan nilai kecepatan aliran udara acuan dari

persamaan yang telah ditetapkan. Pengukuran pada sensor *flowmeter* yang dilakukan selama 5 kali menghasilkan nilai ralat kecepatan aliran udara yaitu $(41,08 \pm 0,459)$, $(39,34 \pm 0,008)$, $(37,70 \pm 0,011)$, $(24,92 \pm 0,009)$, dan $(42,90 \pm 0,008)$. Sedangkan pengukuran kecepatan aliran udara menggunakan sensor ultrasonik mendapatkan hasil sebagai berikut, pada saat nilai $h = 0,01 m$ mendapatkan nilai v sebesar $(10,58 \pm 0,849)m/s$ pada saat nilai $h = 0,02 m$ mendapatkan nilai v sebesar $(16,53 \pm 0,370)m/s$, pada saat nilai $h = 0,03 m$ mendapatkan nilai v sebesar $(18,66 \pm 1,130)m/s$, saat nilai nilai $h = 0,04 m$ mendapatkan nilai v sebesar $(23,23 \pm 0,370)m/s$ dan saat nilai $h = 0,05 m$ mendapatkan nilai v sebesar $(25,00 \pm 0,560)m/s$. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa alat ukur kecepatan aliran udara memiliki keakuratan yang baik. Tabel uji sistem alat ukur kecepatan aliran udara disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Uji Sistem Alat Ukur Kecepatan Aliran Udara

Sensor	Nilai h(m)	v acuan (m/s)	v alat peraga (m/s)	Kesalahan	Ralat (m/s)
<i>Flowmeter</i> (v ₁)	0,01	40,62	41,08	1,13%	$(41,08 \pm 0,459)$
	0,02	39,35	39,34	0,02%	$(39,34 \pm 0,008)$
	0,03	37,69	37,70	0,03%	$(37,70 \pm 0,011)$
	0,04	24,91	24,92	0,04%	$(24,92 \pm 0,009)$
	0,05	42,91	42,90	0,02%	$(42,90 \pm 0,008)$
Ultrasonik (v ₂)	0,01	11,43	10,58	7,43%	$(10,58 \pm 0,849)$
	0,02	16,16	16,53	2,29%	$(16,53 \pm 0,370)$
	0,03	19,79	18,66	5,71%	$(18,66 \pm 1,130)$
	0,04	22,86	23,23	1,62%	$(23,23 \pm 0,370)$
	0,05	25,56	25,00	2,19%	$(25,00 \pm 0,560)$

Grafik perbandingan kecepatan udara menggunakan sensor *flowmeter* dan sensor ultrasonik disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Perbandingan Kecepatan Udara menggunakan *Flowmeter* dan Ultrasonik

D. Uji Reliabilitas

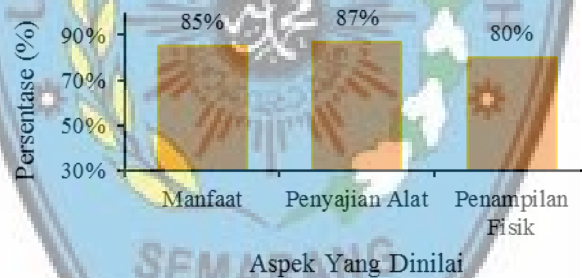
Data yang diperoleh pada penelitian pengembangan ini adalah hasil validasi alat ukur kecepatan udara yang dilakukan oleh ahli media, ahli materi dan guru fisika. Berdasarkan data yang diperoleh pada 3 ahli tersebut kemudian diuji reliabilitasnya. Hasil yang diperoleh pada uji reliabilitas pada aspek keterkaitan bahan ajar mendapatkan nilai reliabilitas 100%, nilai pendidikan 93%, efisiensi alat 85%, ketahanan alat 95%, keakuratan alat 96%, estetika 85%, keamanan 85% kotak kit 93%, teknis 96%, kelayakan isi 95%, kelayakan penyajian 95% dan kelayakan bahasa 94%, sehingga rata-rata akhir yang diperoleh adalah 93% dengan kategori reliabel. Diagram hasil uji reliabilitas disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Uji Reliabilitas Alat Ukur Kecepatan Aliran Udara

E. Uji Coba Terbatas

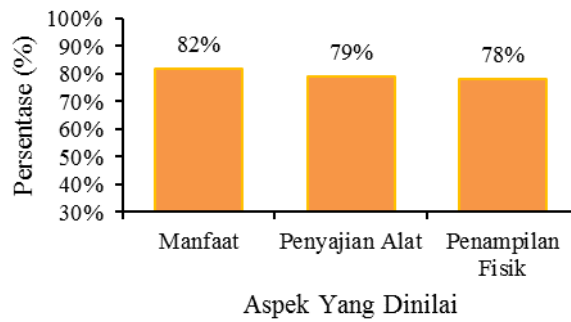
Setelah alat ukur kecepatan udara divalidasi oleh ahli kemudian diujicobakan pada mahasiswa semester VII sejumlah 5 orang. Mahasiswa mengisi angket yang telah diberikan untuk memberikan nilai pada alat ukur kecepatan udara. Hasil uji coba alat menunjukkan bahwa pada aspek manfaat mendapatkan persentase 85%, aspek penyajian alat mendapatkan persentase 87% dan aspek penampilan fisik mendapatkan persentase 80%. Hasil uji coba terbatas disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram Uji Coba Terbatas Alat Ukur Kecepatan Udara

F. Uji Coba Luas

Data hasil respon mahasiswa diperoleh berdasarkan penilaian mahasiswa melalui angket respon yang diisi oleh mahasiswa. Pada aspek manfaat mendapatkan persentase 82%, pada aspek penyajian alat mendapatkan persentase 79% dan pada aspek penampilan fisik mendapatkan persentase 78%. Rerata keseluruhan dari ketiga aspek mendapatkan persentase 80%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat ukur kecepatan udara memperoleh kategori sangat baik sehingga alat layak digunakan dalam proses pembelajaran. Diagram respon mahasiswa menggunakan alat ukur kecepatan udara disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram Hasil Respon Mahasiswa Terhadap Alat Ukur Kecepatan Udara

G. Hasil Media Pembelajaran

Berikut tampilan hasil desain media pembelajaran alat ukur kecepatan udara. Disajikan pada Gambar 13 dan Gambar 14.



Gambar 13. Alat Ukur Kecepatan Aliran Udara Tampak Depan

Gambar 14. Alat Ukur Kecepatan Aliran Udara Tampak Belakang

5. SIMPULAN

Penelitian yang dilakukan telah menghasilkan media pembelajaran berupa alat ukur kecepatan aliran udara berbasis Arduino untuk menghitung kecepatan aliran udara yang masuk ke dalam pipa dan diimplementasikan kepada Mahasiswa Pendidikan Fisika Semester 6 Universitas Muhammadiyah Purworejo. Kelayakan media pembelajaran alat ukur kecepatan aliran udara ini dapat diketahui dari hasil uji alat peraga yang telah dilakukan. Pada alat ukur kecepatan udara sensor flowmeter berfungsi untuk mencari v_1 dan sensor ultrasonik untuk mencari v_2 . Pengujian pertama dengan nilai $h = 0,01$ menghasilkan $v_1 = 41,08 \pm 0,459$ m/s dan $v_2 = 10,58 \pm 0,849$ m/s. Pengujian kedua dengan nilai $h = 0,02$ menghasilkan $v_1 = 39,34 \pm 0,008$ m/s dan $v_2 = 16,53 \pm 0,370$ m/s. Pengujian ketiga dengan nilai $h = 0,03$ menghasilkan $v_1 = 37,70 \pm 0,011$ m/s dan $v_2 = 18,66 \pm 1,130$ m/s. Pengujian keempat dengan nilai $h = 0,04$ menghasilkan $v_1 = 24,92 \pm 0,009$ m/s dan $v_2 = 23,23 \pm 0,370$ m/s.

m/s . Pengujian kelima dengan nilai $h = 0,05$ menghasilkan $v_1 = 42,90 \pm 0,008 m/s$ dan $v_2 = 25,00 \pm 0,560 m/s$. Pada uji alat ukur kecepatan aliran udara dapat dibandingkan hasil dari kedua sensor bahwa keakuratan sensor ultrasonik lebih tinggi daripada sensor flowmeter. Hal ini ditunjukkan pada hasil pengukuran dari sensor ultrasonik yang mendapatkan peningkatan data secara signifikan, sedangkan pada sensor flowmeter mendapatkan data yang kurang signifikan sesuai dengan Gambar 6. Dari hasil uji alat dapat diketahui bahwa alat beroperasi dengan baik sehingga layak digunakan dalam pembelajaran.

6. REFERENSI

- Alawiah, A., & Rafi Al Tahtawi, A. (2017). Sistem Kendali dan Pemantauan Ketinggian Air pada Tangki Berbasis Sensor Ultrasonik. *KOPERTIP(Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika an Komputer, 1*, 25–30.
- Bimata, B. (2013). *FISIKA Untuk SMA/MA Kelas XI*. Sukoharjo.
- Daryanto, D. (2013). *Media Pembelajaran Perencanaannya Sangat Penting Dalam Mencapai Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Depdikbud, D. (t.t.). Kamus Besar Bahasa Indonesia Tentang Alat Peraga. Diambil dari <http://kbbi.kata.web.id/alat-peraga/>
- Desy, D. (2015). Pengembangan Alat Peraga Fisika Materi Gerak Melingkar untuk SMA. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 39–44.
- Ihsanto, E., & Hidayat, S. (2014). RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN Ph METER DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO. *Jurnal Teknologi Elektro Universitas Mercu Buana, 5*, 130–137.
- Kurnianto, D., Hadi, A. M., & Wahyudi, E. (2016). Perancangan Sistem Kendali Otomatis Pada Smart Home Menggunakan Modul Arduino Uno, 5, 260–270. <https://doi.org/10.20449/jnte.v5i2.276>
- Pratiwi, U. (t.t.). Kontrol Suhu Berbasis Arduino Dengan Interface Matlab Sebagai Alat Bantu Praktikum Fisika Dasar. *JPSE*, 14–25.
- Pratiwi, U., & Sriyono, S. (2018). Implementasi Model STM (Sains Teknologi Masyarakat) “Two In One” Dalam Pelatihan Pembuatan Media Ajar Fisika Berbasis Arduino Untuk Meningkatkan Kompetensi Guru Fisika Di Kabupaten Purworejo. *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 1*.
- Saputri, Y., Al Hakim, Y., & Desy Fatmaryanti, S. (2017). Pengembangan Alat Pengukur Energi Mekanik Pada Pokok Bahasan Usaha dan Energi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Meningkatkan Aspek Psikomotorik Siswa, 10, 29–34.
- Setyawan, F., Ainul Fikri, A., Nur Fuad, A., Rohim, R., & Firmansyah, R. (2017). Telemetry FLOWMETER MENGGUNAKAN RF MODUL 433 MHZ BERBASIS ARDUINO. *JEEE-U 9Journal of Electrical and Electronical Engineering-UMSIDA*, 1, 8–14.
- Sunardi, S., & Irawan, E. (2006). *Fisika Bilingual 2*. Bandung: Yrama Widya.
- Suryosubroto, B. (2002). *Proses Belajar Mengajar di Sekolah*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. (t.t.). Diambil dari <http://eprints.dinus.ac.id>
- Yudianto, S. A. (2005). *Manajemen Alam (Sains) Sumber Pendidikan Nilai*. Bandung: Mughni Sejahtera.