

PENGEMBANGAN ALAT PERAGA “MEKANIKA 5 in 1” DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER ATMega328 SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA SMA/MA

Zul Azhar

Staf Pengajar STIT Al-Washliyah Kota Binjai
MAN Kota Binjai
zulazhar2206@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat peraga “Mekaniaka 5 in 1” sebagai media pembelajaran. Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisika MAN Binjai dan pengujian alat peraga di MAN Binjai Kelas XI MIA-1 dan XI MIA-3. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan, dengan langkah-langkah pengembangan, yaitu: (1) studi pendahuluan alat peraga yang akan dikembangkan, (2) desain produk, (3) pengembangan media awal, (4) validasi ahli dan revisi, (5) uji coba lapangan, (6) revisi produk akhir, dan (7) diseminasi dan implementasi. Alat peraga ini dapat diaplikasikan pada konsep: Gerak Jatuh Bebas (GJB), Gravitasi, Mesin Atwood, Gesekan dan Konsep Bidang Miring. Hasil penelitian dari uji validasi dengan persentase capaian sebesar 81% menurut ahli materi, 86% menurut ahli pembelajaran, dan 83% menurut guru Fisika MA. Hasil ujicoba lapangan menunjukkan respon siswa terhadap alat peraga sebesar 83 %. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa alat peraga “Mekanika 5 in 1” hasil pengembangan secara umum sudah sangat menarik dan mendapat respon positif dari siswa.

Kata kunci: Alat Peraga, Mekanika 5 in 1, Mikrokontroler ATMega328, Media Pembelajaran.

ABSTRACT

The purpose of research is development the teaching aid "Mekaniaka 5 in 1" as a learning medium. The study was conducted at the MAN Binjai Physics Laboratory and testing of teaching aids at MAN Binjai Class XI MIA-1 and XI MIA-3 The method used in this research is a research and development method, with development steps, namely: (1) a preliminary study of teaching aids to be developed, (2) product design, (3) initial media development, (4) expert validation and revisions, (5) field trials, (6) revisions to the final product, and (7) dissemination and implementation. This appliance can be applied to the concepts: Free Falling Motion (GJB), Gravity, Atwood Machine, Friction and Tilt Field Concepts. The results of the study from the validation test with a percentage of achievements by 81% according to the material experts, 86% according to learning experts, and 83% according to the MA Physics teacher. The results of field trials show students' responses to teaching aids by 83%. Thus it can be concluded that the props "Mechanics 5 in 1" development results in general are very interesting and get a positive response from students.

Keywords: Teaching Aids, 5 in 1 Mechanics, ATMega328 Microcontroller, Learning Media.

PENDAHULUAN

Eksperimen penting dilakukan terutama di Mata Pelajaran fisika. Tujuan eksperimen ini bagi siswa agar mampu memahami pelajaran berdasarkan gejala yang terjadi melalui pengamatan secara langsung. Adanya eksperimen fisika diharapkan dapat melahirkan penemuan-penemuan penting. Peran yang sangat penting untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik memerlukan set eksperimen. Set eksperimen fisika telah banyak di dikembangkan dan beredar dipasaran. Namun, set eksperimen tersebut banyak yang masih dioperasikan secara manual. Sistem manual ini masih banyak memiliki beberapa kelemahan, diantaranya hasil penelitian yang

mebutukan waktu pengolahan yang cukup lama dalam menguji kebenaran hasil eksperimen serta membutuhkan beberapa orang dalam pelaksanaan eksperimen. Misalnya dalam mengukur waktu tempuh benda menggunakan stopwatch tentu memiliki kesalahan yang relatif besar karena kecepatan benda sangat cepat.

Sitem digitalisasi akan mampu mengatasi kelemahan itu. Beberapa contoh set eksperimen digital yang telah dihasilkan yaitu menentukan percepatan gravitasi bumi dan percobaan untuk gerak jatuh bebas (GJB). Tetapi ada set eksperimen yang belum mendapat perhatian serius yaitu set eksperimen yang terpadu secara integrasi dengan sistem pengolahan data yang dalam bentuk hampir

sama namun dapat digunakan pada set eksperimen yang berbeda. Jadi sistem elektronik sama hanya penambahan beberapa komponen yang dapat di bongkar pasang dalam bentuk kit sehingga dapat memangkas biaya pabrikan dan *maintenance* juga lebih mudah karena dirancang sendiri. Sebelumnya telah ada produk digital yang telah membuat set eksperimen ini yaitu Pasco. Namun, karena biayanya pembelian yang cukup mahal dan *maintenance* yang rumit karena ketika terjadi kerusakan akan sangat sulit untuk diperbaiki. Sehingga sekolah dan staf pengajar memilih menyampaikan materi ajar dengan memperlihatkan video atau virtual lab. Produk yang beredar di pasaran juga hanya mampu untuk menampilkan satu set eksperimen saja. Jadi, jika ada 5 eksperimen maka harus ada 5 set eksperimen, maka biaya pembelian set eksperimen semakin mahal.

Dalam penelitian ini peneliti membuat set eksperimen mekanika terpadu dalam satu set alat. Set eksperimen mekanika 5 in 1 dapat digunakan untuk set eksperimen menentukan percepatan gravitasi bumi, set eksperimen Gerak Jatuh Bebas (GJB), set eksperimen mesin Atwood, set eksperimen gesekan dan set eksperimen konsep bidang miring. Set “mekanika 5 in 1” merupakan membuat set eksperimen digital menggunakan komponen-komponen elektronika. Untuk pembuatan set eksperimen digital ini diperlukan sensor suara dan elektromagnet dalam menentukan parameter waktu tempuh benda sehingga besaran-besaran lain dalam set eksperimen ini dapat ditentukan

Mekanika adalah cabang ilmu fisika yang mempelajari tentang gerak tanpa memperhatikan penyebab benda bergerak. Banyak besaran-besaran fisika yang bersifat abstrak, maka siswa perlu diajak dalam memahami materi ini dengan eksperimen, agar pembelajaran menjadi lebih bermakna. Percobaan mekanika yang terintegrasi dalam satu alat digital pada konsep, Percepatan gravitasi bumi, Gerak Jatuh Bebas, Mesin Atwood, Gaya gesekan dan Konsep Bidang miring sangat jarang di pasaran.

Sensor module SW-420 adalah sensor untuk mendeteksi getaran, cara kerja sensor ini adalah dengan menggunakan 1 buah pelampung logam yang akan bergetar ditabung yang berisi 2 elektroda ketika modul sensor menerima getaran / shock. Terdapat 2 output yaitu digital output (0 dan 1) dan analog output (tegangan).

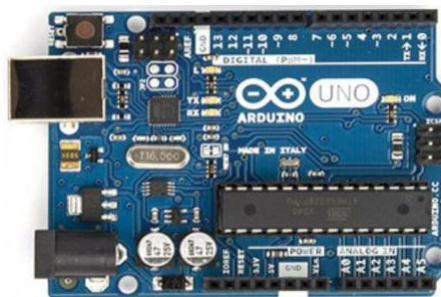


Gambar 1. Sensor Getaran

Sensor getar ini memiliki output signal yang sangat bersih dan kuat yaitu diatas 15mA. Tegangan kerja sensor getar 3.3V -5V, dan format outputnya berupa digital (0 dan 1). Output dari sensor getaran SW-18010 dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler untuk mendeteksi nilai rendah dan tinggi sehingga dapat diketahui apakah sedang terjadi getaran atau tidak.

Setiap gangguan yang diberikan kepada suatu benda akan menimbulkan getaran pada benda tersebut dan getaran ini akan merambat dari suatu tempat ke tempat lain melalui suatu medium tertentu. Dalam hal ini, peristiwa perambatan getaran dari suatu tempat ke tempat lain melalui suatu medium tertentu disebut gelombang. Dengan kata lain, gelombang merupakan getaran yang merambat dan getaran sendiri merupakan sumber gelombang.

Mikrokontroler merupakan suatu komponen elektronika yang dapat diprogram dan memiliki kemampuan untuk mengeksekusi langkah-langkah yang telah diprogram. Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya.[6]



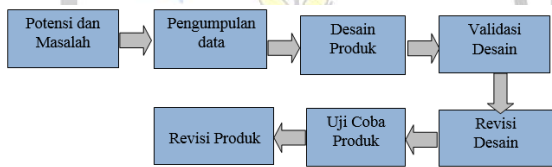
Gambar 2. Papan Kerja Arduino Uno

Berdasarkan permasalahan seperti uraian diatas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian ini, sebagai judul dari penelitian ini adalah “Pengembangan Alat Peraga Mekanika 5 in 1 Digital Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Sebagai Media Pembelajaran Fisika SMA/MA”

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Tahapan proses penelitian pengembangan pendidikan dilakukan secara bertahap dengan menggunakan metode Borg and Gall, yang mana pada setiap langkah yang dikembangkan selalu mengacu pada hasil langkah-langkah sebelumnya dan pada akhirnya diperoleh suatu produk pendidikan yang baru. Langkah-langkah dalam R & D terdiri dari sepuluh langkah, yaitu: (1) potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) revisi desain, (6) ujicoba produk, (7) revisi produk, (8) ujicoba pemakaian, (9) revisi produk, dan (10) produksi massal [6]. Namun, dalam penelitian ini hanya dilakukan tujuh langkah utama tanpa mengurangi esensialnya.

Prosedur yang dilakukan peneliti seperti pada gambar

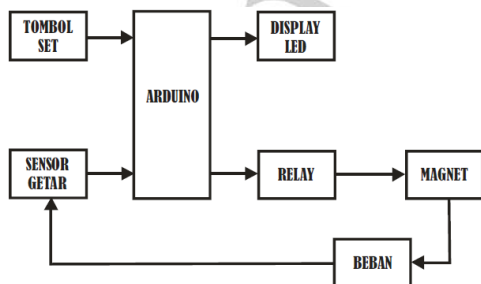


Gambar 3. Langkah-langkah Penelitian yang Digunakan

1. Desain Penelitian

a. Desain Blok Diagram Rangkaian Elektronika

Secara sederhana set eksperimen gerak mekanika digital terdiri atas beberapa blok, seperti yang terlihat pada Gambar 6.

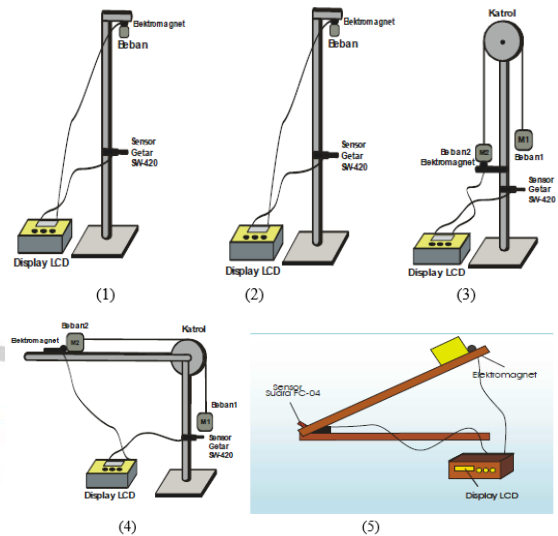


Gambar 4. Blok Diagram Set Eksperimen b.

b. Desain Sistem Mekanik Set Eksperimen

Set eksperimen ini menggunakan beberapa komponen, yaitu, tiang penyangga, katrol,

papan peluncur untuk gesekan dan bidang miring, kotak tempat jatuh benda, seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Sistem mekanik alat praktikum “KIT Mekanika 5 in 1”

- (1) Sistem mekanik setting percobaan GJB
- (2) Sistem mekanik setting percobaan Graviatsi
- (3) Sistem mekanik setting percobaan Mesin Atwood
- (4) Sistem mekanik setting percobaan Gesekan
- (5) Sistem mekanik setting percobaan Bidang Miring

Untuk melihat tingkat kevalidan alat maka dapat di lihat skalanya pada tabel 1.

Tabel 1. Tingkat kevalidan dan revisi produk

Ketinggian (m)	Kecepatan [m/s]
81% - 100%	Sangat enarik
61% - 80%	Menarik
41% - 60%	Cukup menarik
21% - 40%	Kurang mnarik
-20%	Tidak Menarik

Teknik Perhitungan Setiap Aspek (PSA) dapat di hitung dengan persamaan:

$$PSA = \frac{\sum X}{\sum Y}$$

X = alternatif jawaban yang terpilih setiap aspek
 Y = alternative jawaban ideal setiap aspek

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Penelitian

Pada tahap pengembangan alat peraga yang pertama dilakukan adalah membuat komponen-komponen utama alat yang akan dipakai pada alat peraga seperti papan berskala

yang akan dibuat bidang datar dan bidang miring, papan tidak berskala yang akan dibuat sebagai bidang alas, tiang penyangga, dan timer otomatis dengan mempertimbangkan kepraktisan dalam penggunaan, tujuan penggunaan, dan manfaat dalam pembelajaran.

Berikut ini adalah Hasil alat peraga yang telah dirangkai pada gambar 6



(a) (b)



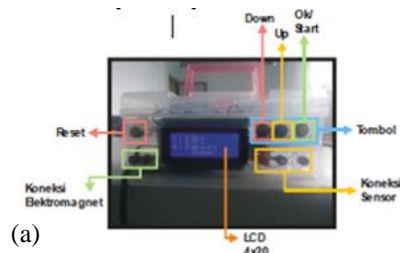
(c)

Gambar 6. Hasil desain set eksperimen “KIT Mekanika 4G” Digital

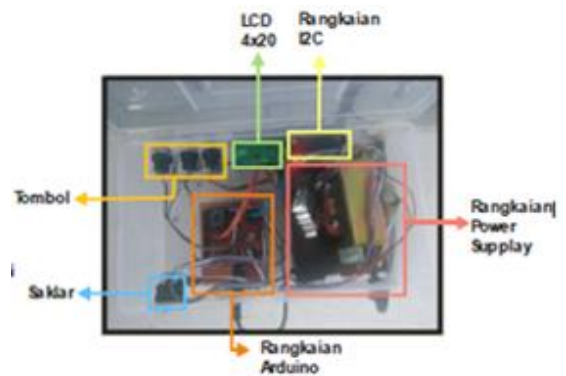
- (a) Set eksperimen Gravitasi dan Set eksperimen GJB
- (b) Set eksperimen mesin Atwood
- (c) Set eksperimen gesekan

Pada gambar 6 merupakan hasil desain set eksperimen gerak mekanika digital. Bagian-bagian dari sistem ini terdiri atas: Tiang penyangga, box sistem, tempat jatuh bola logam sensor getaran.

Rangkaian elektronika pembangun sistem dirancang sedemikian rupa dan ditempatkan dalam sebuah kotak. Dimana sistem pembangun ini terdiri dari papan Arduino yang sudah terintegrasi dengan mikrokontroler atmega328, dan rangkaian *power supply*. Hasil desain rangkaian elektronika sistem dapat dilihat pada Gambar 10.



(a)



(b)

Gambar 7. Desain Rangkaian Sistem Elektronika

Pada Gambar 7, dapat dilihat secara umum rangkaian sistem elektronik. Sistem ini dibangun oleh beberapa blok rangkaian diantaranya rangkaian electromagnet, port sensor suara, rangkaian LCD 20 x 4, blok mikrokontroler ATmega 328, dan blok rangkaian *power supply*.

Adapun bentuk keluaran hasil pengukuran nilai parameter gerak mekanika yang diukur dapat ditampilkan pada display LCD dan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan LCD untuk menu tampilan setiap percobaan

Pada gambar 8.(a) adalah *display* awal. Pada gambar 11 (b) *display* tampilan terdapat menu pilihan untuk masing-masing set eksperimen. Sistem digital menampilkan hasil pengukuran dari eksperimen gerak mekanika melalui LCD 20x4 karakter. Untuk tampilan *timer* menggunakan satuan milisekon (μs). Tampilan kecepatan awal benda menggunakan satuan (m/s), dan untuk tampilan ketinggian benda (h) satuan meter (m). Display untuk lima setting percobaan.

Tabel 2. Percobaan percepatan gravitasi

Ketinggian (h) (m)	Waktu (ms)	G [m/s ²]
0,4	0,275	10,5785124
0,4	0,28	10,20408163
0,4	0,285	9,849184364
0,4	0,29	9,512485137
0,4	0,295	9,192760701
Jumlah		49,33702423
Rerata		9,8674048

$$g = \bar{g} \pm \Delta g = (9,88 \pm 0,24) \text{ m/s}^2$$

Pada Tabel 2. diperoleh melalui percobaan berulang untuk nilai percepatan gravitasi bumi. Pada alat akan menunjukkan besar nilai g secara otomatis.

Tabel 3. Percobaan GJB

Ketinggian (m)	Kecepatan [m/s]
0,56	3,313004679
0,57	3,342454188
0,59	3,400588184
0,61	3,45774493
0,63	3,513972111

Setelah alat siap dipakai untuk percobaan, dilakukan uji validasi kelayakan alat peraga. Data hasil uji validasi dideskripsikan untuk menilai tingkat kualitas alat peraga yang telah dikembangkan. Validator uji kelayakan alat peraga terdiri dari 2 dosen ahli materi, 2 dosen ahli pembelajaran/ media, dan 2 guru fisika SMA/ MA. Selama proses validasi, dilakukan revisi sesuai pendapat dan saran dari validator karena masih terdapat kekurangan dari alat peraga untuk menghasilkan kualitas alat peraga yang sangat baik.

Hasil uji validasi oleh ahli materi, ahli media dan guru fisika setelah alat di revisi dan dinyatakan layak maka menjadi dasar untuk uji lapangan ke peserta didik. Selanjutnya peserta didik mengisi angket tentang alat peraga yang digunakan.

Hasil Validasi Ahli Materi

Diagram hasil uji validasi alat peraga “KIT Mekanika 5 in 1” oleh ahli materi dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Diagram Hasil Validasi oleh Ahli Materi

Hasil Validasi Ahli Media

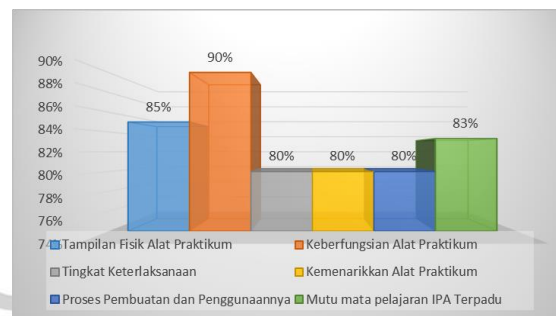
Hasil Uji Validasi oleh Ahli Media untuk alat peraga dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Hasil Validasi oleh Ahli Media

Hasil Validasi Guru Fisika

Hasil Uji Validasi oleh Ahli Media untuk alat peraga dapat dilihat pada gambar 11.

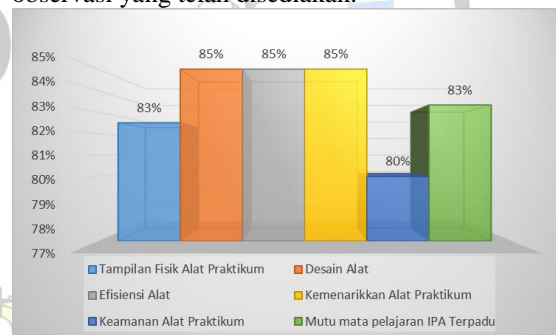


Gambar 11. Diagram hasil uji validasi oleh guru

Hasil Uji Coba Lapangan

Hasil Uji Coba lapangan alat peraga dengan respon siswa kelas X dan XI MIA MAN Binjai dapat dilihat pada gambar 12. Alat peraga yang telah di validasi oleh ahli media, ahli materi dan guru fisika maka alat peraga ini layak untuk di uji cobakan di lapangan.

Siswa di ajak untuk menggunakan alat peraga kemudian menseting setiap percobaan dengan di bombing oleh penulis, selanjutnya siswa menjawab respon terhadap alat perga pada lembar observasi yang telah disediakan.



Gambar 12. Diagram hasil uji validasi oleh siswa

Hasil validasi alat perga oleh ahli materi, ahli media, guru fisika dan respon peserta didik saat uji coba di lapangan ditunjukkan pada tabel 1. Pada tabel

Tabel 4. Hasil Uji Validasi Alat Peraga

Hasil Validasi Alat Peraga	Skore (%)	Interpretasi
Ahli Materi	81	Sangat Menarik
Ahli Media	86	Sangat Menarik
Guru Fisika	83	Sangat Menarik
Respon Siswa	83	Sangat Menarik
	83,25	Sangat Menarik

b. Pembahasan

Berdasarkan uji validasi ahli materi ditinjau dari keterkaitan dengan Kelayakan, Penggunaan kalimat, Keterlaksanaan, penggunaan istilah dan penggunaan EYD, menunjukkan persentase capaian sebesar 81,20% dengan

interpretasi sangat menarik. Beberapa pendapat dan saran oleh ahli materi sudah diperbaiki oleh peneliti, diantaranya yaitu:

- Dapat memvisualisasikan sifat grafik pada percobaan menentukan percepatan gravitasi dan GJB agar dapat ditentukan besaran yang dicari dengan menggunakan grafik.
- Dapat memvariasikan massa agar mengukur waktu jatuh benda lebih tepat.
- Alat peraga agar di kalibrasi terlebih dahulu.

Hasil uji validasi oleh ahli Media ditinjau dari tampilan fisik alat peraga, tingkat keterlaksanaan, proses pembuatan dan penggunaan, keberfungsian Alat peraga, kemenarikan alat peraga, mutu mata pelajaran IPA terpadu, menunjukkan persentase capaian sebesar 86% dengan interpretasi sangat layak. Beberapa pendapat dan saran oleh ahli media sudah diperbaiki oleh peneliti, diantaranya yaitu:

- Menambah gambar penunjang pada lembar kerja siswa (LKS), dan
- Merancang desain mekanis untuk percobaan gesekan dan bidang miring
- Dapat mencari besaran pada koefisien gesekan statis.

Sementara hasil uji validasi oleh guru Fisika SMA/MA tampilan fisik alat peraga, tingkat keterlaksanaan, proses pembuatan dan penggunaan, keberfungsian Alat peraga, kemenarikan alat peraga, mutu mata pelajaran IPA terpadu, menunjukkan persentase capaian sebesar 83% dengan interpretasi sangat menarik. Beberapa pendapat dan saran oleh guru fisika sudah diperbaiki oleh peneliti, yaitu:

- Memastikan alat peraga dapat memvariasikan beban sebanyak lebih dari 5 kali percobaan, agar memastikan koefisien gesek kinetik lebih kecil dari koefisien gesek statis maksimum.
- Memastikan benda posisi jatuh benda agar hasil pembacaan timer lebih tepat.

Setelah validasi selesai, dilakukan uji coba alat peraga kepada siswa kelas X dan kelas XI di MAN Binjai. Sebelum melakukan praktikum, siswa menjawab pertanyaan awal pada lembar kerja siswa, selanjutnya siswa melakukan praktikum Menentukan percepatan gravitasi bumi, Gerak Jatuh Bebas, Mesin Atwood sampai Gesekan, menggunakan alat peraga hasil pengembangan. Setelah data hasil praktikum didapatkan, siswa mengolah data pada lembar kerja siswa, menjawab pertanyaan akhir, dan menyimpulkan hasil praktikum. Kemudian siswa mengisi angket penilaian alat peraga yang ditinjau dari aspek tampilan fisik alat peraga, efisiensi alat, keamanan alat peraga, desain alat, kemenarikan alat peraga, mutu mata pelajaran IPA terpadu. Persentase alat peraga dari hasil angket siswa menunjukkan 83% dengan interpretasi sangat baik.

Berdasarkan hasil uji validasi alat peraga “KIT Mekanika yang telah berhasil dibuat dan dikembangkan dengan presentasi penilaian rata-rata 83,25% dengan interpretasi sangat menarik dan layak dijadikan alat peraga dan selanjutnya dapat dikembangkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uraian data pengembangan alat peraga KIT Mekanika 5 in 1 digital menggunakan sensor suara berbasis mikrokontroler ATmega328 ini maka dapat dirumuskan beberapa kesimpulan: (1) Hasil desain pembuatan alat peraga terdiri dari beberapa komponen yaitu desain mekanik dan Sistem elektronik. Desain dengan *setting* percobaan Percepatan gravitasi bumi, GJB, Mesin Atwood, Gesekan dan telah berhasil dibuat, hanya untuk Konsep Bidang Miring saat tulisan ini dibuat belum selesai di desain. Sistem elektronik untuk *setting* sudah berjalan dengan baik dan menghasilkan *display* LCD pembacaan nilai digital pada masing-masing besaran. (2) Hasil uji validasi oleh ahli materi pada menunjukkan skor set eksperimen gerak mekanika. Ahli materi, ahli media dan guru fisika memberikan skor untuk kelayakan alat peraga masing-masing 81 %, 86% dan 83%. Uji coba lapangan yang diperoleh dari respon siswa saat menggunakan alat peraga memberikan skor 83%. Skor rata alat peraga adalah 83,25 % dengan interpretasi sangat layak. (3) Alat peraga yang telah di uji validasi sangat layak dan memiliki interpretasi sangat menarik untuk digunakan sebagai media pembelajaran fisika SMA/MA.

Saran

Untuk penelitian lebih lanjut, perlu diperhatikan kalibrasi alat di laboratorium standard agar alat menjadi lebih baik dan dapat di produksi secara massal.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Azhar. 2013 *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajagrafindo Persada.
- Azhar, Zul. 2008. *Pembuatan Sensor Magnetik Fluxgate dan Aplikasinya Untuk Mengukur Medan Magnet*. Bandung. ITB Bandung.
- Azhar, Zul. 2017. *Pembuatan Alat Praktikum Percepatan Gravitasi Bumi Otomatis*, Jurnal MP3A Research edisi September, Majelis Pertimbangan Pendidikan dan Pengajaran Agama (MP3A) Provinsi Sumatera Utara.
- Azhar, Zul. 2018. *Pembuatan Alat Praktikum Digital Pada Konsep Gerak Jatuh Bebas Sebagai Media Pembelajaran Fisika*

- SMA/MA, Jurnal Alumni Fisika
Universitas Negeri Medan Vol.4 No.1
Januari 2018 ISSN: 2461-1247
- Fraden, Jacob., 1996. *Handbook of Modern
Sensor*, Springer – Verlag, New York,
1996.
- Halliday, dkk. 2010. *Fisika Dasar edisi 7 jilid
2*. Jakarta: Erlangga.
- Warsito, dkk. 2012. “Desain dan Analisis
Pengukuran Gerak Peluru.” *Jurnal Natur
Indonesia* (14(3), Juni 2012: 230-235).
ISSN 1410-9379
- Yulkifli, dan Yohandri. 2016. *Desain Pembuatan
Alat-alat Praktikum Berbasis Teknologi
Digital sebagai Pendukung Perangkat
Matakuliah Pengembangan Alat
Laboratorium Fisika Berbasis KKNi untuk
Mahasiswa Pendidikan Fisika PPS UNP*.
Laporan Penelitian.
- Yohandri. 2013. *Mikrokontroler dan Antar Muka*.
Padang: UNP

