

**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA IX 2023**  
"Cybergogi dan Masa Depan Pendidikan Fisika di Indonesia"  
**Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS PGRI Madiun**  
Madiun, 12 Juli 2023

---

**Makalah  
Pendamping**

**Cybergogi dan Masa  
Depan Pendidikan Fisika  
di Indonesia**

**ISSN: 2830-4535**

**Pembuatan Alat Peraga Berbasis IoT untuk Praktikum Gerak  
Osilasi pada Bandul**

**Eka Tuti Setyawati<sup>1</sup>, Khoiri Yahya Afifah<sup>2</sup>, Fikrul Amrudin<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36, Kentingan, Kec. Jebres,  
Kota Surakarta, 0271-646655

e-mail: <sup>1</sup> ekatutisetyawati@student.uns.ac.id; <sup>2</sup> Ahnhyo08@student.uns.ac.id;

<sup>3</sup> fikrulamrudin19@student.uns.ac.id

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan validitas alat peraga berbasis IoT untuk menentukan nilai percepatan gravitasi bumi pada materi gerak harmonik sederhana pada bandul. Berdasarkan data yang diperoleh, tingkat validitas alat peraga termasuk dalam kategori sangat baik. Nilai ketelitian dari sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengukur panjang tali adalah 98% - 99%. Selain itu, nilai ketepatannya yaitu pada rentang 93% - 98%. Hal tersebut menunjukkan bahwa alat tersebut menghasilkan data panjang tali yang presisi dan akurat. Kemudian untuk tingkat validitas periode dilakukan dengan uji t. Nilai t yang diperoleh adalah 0.532486, dimana nilai tersebut masih berada di dalam daerah kritis. Dengan demikian, maka dapat disimpulkan bahwa stopwatch dan alat ukur yang dibuat akan menghasilkan data yang sama. Sedangkan kesesuaian alat peraga terhadap percepatan gravitasi juga sangat baik. Nilai percepatan gravitasi yang diperoleh dengan menggunakan alat ini adalah sebesar  $9.6 \text{ m/s}^2$  untuk panjang tali 60 cm,  $9.7 \text{ m/s}^2$  untuk panjang tali 40 cm, 50 cm, dan 80 cm, serta  $9,8 \text{ m/s}^2$  untuk panjang tali 70 cm. Selain itu simpangan yang digunakan untuk melakukan gerak osilasi bandul juga sudah sesuai dengan teori. Kemudian hasil validitas dari validator ahli juga termasuk kategori sangat baik. Dimana rerata skor yang diberikan adalah 88,5.

**Kata kunci:** gerak harmonik, sensor ultrasonik, sensor infrared

**Pendahuluan**

Praktikum adalah subsistem dari pembelajaran yang merupakan kegiatan terstruktur yang memberi kesempatan kepada siswa untuk mendapatkan pengalaman yang nyata dalam rangka meningkatkan pemahaman siswa tentang teori atau agar siswa menguasai keterampilan tertentu yang berkaitan dengan suatu pengetahuan atau suatu mata pelajaran (Hamidah, Sari, & Budiningsih, 2015). Pada pembelajaran berbasis praktikum siswa lebih diarahkan pada eksperimental learning (belajar berdasarkan pengalaman konkret), diskusi dengan teman, yang selanjutnya akan diperoleh ide dan konsep baru. Metode praktikum merupakan metode pembelajaran dengan proses pemecahan masalah melalui kegiatan manipulasi variabel-variabel dan pengamatan variabel (Hayat & Anggraeni, 2011). Menurut Suharso (2011) praktikum adalah bagian dari

pengajaran yang bertujuan agar siswa mendapat kesempatan untuk menguji dalam keadaan nyata apa yang didapat dalam teori.

Menurut Yusup (2012) sudah menjadi pemahaman bersama di kalangan pendidik bahwa fisika adalah pelajaran yang dianggap sulit bagi sebagian besar siswa, lebih sulit daripada matematika. Menurut Supardi (2012) Rendahnya hasil belajar Fisika siswa disebabkan oleh banyak hal antara lain: kurikulum yang padat, materi pada buku pelajaran yang dirasakan terlalu sulit untuk di ikuti, media belajar yang kurang efektif, laboratorium yang tidak memadai, kurang tepatnya penggunaan media pembelajaran yang dipilih oleh guru, kurang optimal dan kurangnya keselarasan siswa itu sendiri, atau sifat konvensional, dimana siswa tidak banyak terlibat dalam proses pembelajaran dan keaktifan kelas sebagian besar didominasi oleh guru. Dalam pembelajaran sains terutama pembelajaran fisika kegiatan praktikum sangat penting dalam mendukung pembelajaran dan memberikan penekanan pada aspek proses. Pada aspek proses peserta didik diberi kesempatan untuk melakukan percobaan dan mengembangkan keterampilan seperti menggolongkan, mengamati, menafsirkan data, mengukur, serta berkomunikasi (Gunawan, Harjono, & Sahidu, 2015).

Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan kegiatan praktikum adalah penerapan media pembelajaran yang efektif dan efisien sehingga memudahkan peserta didik dalam mempelajari suatu fenomena fisis (Boimau, Mellu, & Manuain, 2020). Dewasa ini, ilmu pengetahuan dan teknologi telah menghasilkan berbagai perangkat elektronik yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan media pembelajaran digital dengan akurasi dan presisi yang tinggi (Sari, 2019). Salah satu contoh perkembangan teknologi yang dapat mendukung pembelajaran adalah dengan memanfaatkan IoT (Internet of Things). IoT merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari sebuah konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus dengan mengumpulkan data dan informasi dari lingkungan fisik. IoT adalah konsep teknologi yang mengusung konektivitas antar benda-benda. (Wajiran, Riskiono, Prasetyawan, & Iqbal, 2020)

Penelitian oleh Sa`adah dan Prabowo (2021) menyatakan bahwa validitas alat peraga bandul matematis berbasis sensor proximity untuk untuk menentukan nilai percepatan gravitasi bumi pada materi getaran harmonis termasuk dalam kategori sangat baik dimana tingkat akurasi yang dihasilkan dari alat peraga tersebut sebesar 99.18% dan ketelitiannya adalah 99,98%. Namun, keterbatasan dari penelitian tersebut diantaranya yaitu alat peraga yang dikembangkan oleh peneliti tersebut hanya mempunyai tiga manipulasi panjang tali dan saat panjang tali kurang dari 35 cm simpangannya harus lebih besar dari  $5^\circ$  agar sensor dapat mendeteksi gerak ayun bandul dengan baik.

Berdasarkan uraian di atas dapat dinyatakan bahwa pengukuran periode gerak bandul matematis lebih akurat dan presisi dengan penggunaan teknologi, sehingga pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mendeskripsikan validitas alat peraga berbasis IoT untuk menentukan nilai percepatan gravitasi bumi pada materi gerak harmonik sederhana pada bandul.

### **Metode Penelitian**

Penelitian pengembangan alat peraga bandul matematis ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Universitas Sebelas Maret. Sumber data dari penelitian ini diperoleh dari hasil validitas alat peraga oleh ahli dan data yang diperoleh dari hasil uji coba alat peraga yang telah dikembangkan.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan uji coba alat dan instrumen validasi. Uji coba alat digunakan untuk mendapatkan data dari alat peraga yang telah dibuat. Sedangkan instrumen validasi diberikan kepada validator untuk menilai alat peraga yang telah dibuat.

Teknik analisis data pada penelitian ini yaitu analisis deskriptif kuantitatif yang meliputi analisis hasil uji coba alat dan validasi oleh ahli. Analisis hasil data dari uji coba alat peraga yang dibuat digunakan untuk mendeskripsikan ketelitian, ketepatan, dan kesesuaian alat peraga. Data dari uji coba alat dianalisis taraf ketelitiannya dengan menggunakan cara sebagai berikut.

a. Ketelitian

Menurut Priyonggo (2018) tingkat ketelitian pada sejumlah pengukuran yang dilakukan secara berulang menggunakan alat ukur yang sama, secara matematik memenuhi persamaan (1)

$$\text{Ketelitian} = \left[ 1 - \frac{\Delta x}{\bar{x}} \right] \times 100\% \left[ 1 - \frac{\Delta x}{\bar{x}} \right] \times 100\% \quad (1)$$

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n(n-1)}} \quad \Delta \bar{x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (2)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \bar{\bar{x}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

dimana :

$\Delta x$   $\Delta \bar{x}$  = standar deviasi

$\bar{x}$   $\bar{\bar{x}}$  = rata – rata

Jika nilai ketelitian lebih besar atau sama dengan 90% maka data tersebut dapat diterima atau dapat dikatakan presisinya baik (Neilsen, 2003).

b. Ketepatan

Menurut Priyonggo (2018) tingkat kedekatan hasil pengukuran terhadap nilai sebenarnya (H), secara matematik memenuhi persamaan (4)

$$\text{Ketepatan} = \left( 1 - \left| \frac{H - \bar{x}}{H} \right| \right) 100\% \left( 1 - \left| \frac{H - \bar{x}}{H} \right| \right) 100\% \quad (4)$$

dimana :

$HH$  = nilai sebenarnya

Jika nilai ketepatannya lebih besar atau sama dengan 90% maka data tersebut dapat diterima atau dapat dikatakan akurat (Neilsen, 2003). Namun, persamaan tersebut hanya akan digunakan untuk mengukur ketepatan panjang tali yang dihasilkan oleh alat. Sedangkan untuk mengukur ketepatan periode dan frekuensi dilakukan uji-t dengan dua sampel yaitu nilai periode dengan stopwatch dan nilai periode dengan alat peraga dengan persamaan (5) sebagai berikut.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (5)$$

dengan

$$S^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (6)$$

keterangan :

$\bar{x}_1$   $\bar{x}_1$  = rata – rata nilai data ke-1

$\bar{x}_2$   $\bar{x}_2$  = rata – rata nilai data ke-2

$S_1$  = simpangan baku data ke-1

$S_2$  = simpangan baku data ke-2

S = simpangan baku gabungan

$n_1 n_1$  = jumlah sampel data ke-1

$n_2 n_2$  = jumlah sampel data ke-2

Jika nilai t berada dalam daerah kritis maka dapat dinyatakan bahwa nilai periode dengan stopwatch dan dengan alat peraga adalah sama

c. Kesesuaian

Pada tahap ini uji coba alat dilakukan dengan mengambil data periode dengan variasi panjang tali dan variasi simpangan. Kemudian dari data tersebut dicari nilai percepatan gravitasinya dengan persamaan (7) sebagai berikut.

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \quad (7)$$

keterangan :

$l$  = panjang tali (m)

$T$  = periode (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

Jika nilai percepatan gravitasi yang diperoleh adalah  $9,8 m/s^2$  dan sudut simpangan yang digunakan mendekati nilai  $\sin \theta \sin \theta$  nya maka dapat disimpulkan bahwa alat peraga berbasis IoT sesuai dengan teori (Sari, 2017).

Selain analisis hasil uji coba juga dilakukan analisis hasil validasi oleh ahli untuk mendeskripsikan kelayakan alat peraga yang telah dibuat. Selanjutnya hasil penilaian validatas alat peraga tersebut dianalisis menggunakan skala Likert pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1** Ketentuan Skor

Kategori	Skor
Sangat Baik	5
Baik	4
Cukup	3
Kurang Baik	2
Tidak Baik	1

Penentuan kriteria kualitas alat ukur yang dibuat dilakukan dengan mengkonversi skor rata-rata yang diperoleh menjadi nilai kualitatif pada tabel 2 berikut.

**Tabel 2** Klasifikasi Penilaian

Internal	Kriteria
$X > (M_i + 1,50 SB_i)$	Sangat Baik
$(M_i + 0,50 SB_i) < X \leq (M_i + 1,50 SB_i)$	Baik
$(M_i - 0,50 SB_i) < X \leq (M_i + 0,50 SB_i)$	Cukup
$(M_i - 1,50 SB_i) < X \leq (M_i - 0,50 SB_i)$	Kurang
$X \leq (M_i - 1,50 SB_i)$	Sangat Kurang

$XX$  = skor responden

$M_i M_i$  = mean ideal =  $\frac{11}{22}$  (skor maksimal ideal + skor minimal ideal)

$SB_i SB_i$  = simpangan baku ideal =  $\frac{11}{66}$  (skor maksimal ideal + skor minimal ideal)  
(Kuswandari, Sunarno, & Supurwoko, 2013)

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Hasil Jadi Alat



(a)

(b)

**Gambar 1** Hasil Jadi Alat (a)Tampak Depan dan (b) tampak belakang

**Tabel 3.** Bagian – bagian alat dan fungsinya

No	Nama	Fungsi
1	Papan	Mengatur panjang tali dengan menaikkan atau menurunkan papan
2	Busur	Untuk mengukur simpangan yang digunakan
3	Tombol kontrol	Untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sensor ultrasonic
4	Sensor infrared	Untuk mengukur periode dan frekuensi dengan cara mendeteksi bandul
5	Bandul	Sebagai beban yang akan melakukan gerak osilasi
6	Sensor ultrasonik	Untuk mengukur panjang tali
7	Waterpas	Sebagai indikator apakah papan sudah lurus atau belum
8	Port Daya	Untuk menghubungkan alat dengan daya

### 2. Analisis Uji Coba

Alat peraga berbasis IoT ini memiliki dua komponen utama yaitu sensor Infrared dan sensor ultrasonik. Sensor infrared akan mendeteksi keberadaan bandul. Ketika bandul melewati sensor infrared untuk pertama kalinya maka waktu akan berjalan. Kemudian ketika bandul melewati sensor infrared untuk ketiga kalinya maka waktu akan dicatat. Jadi, penggunaan sensor infrared pada alat ini adalah untuk mengukur periode dan juga frekuensi dari gerak harmonik sederhana pada bandul. Sedangkan sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur panjang tali. Untuk

memastikan bahwa hasil pengukuran yang dihasilkan nilainya akurat maka perlu dilakukan analisis pada kedua sensor tersebut.

**Tabel 4.** Analisis sensor infrared untuk nilai periode dan frekuensi

No	$x_1$	$x_2$	$(x_1 - \bar{x}_1)$	$(x_2 - \bar{x}_2)$
1	1.65	1.6	0.000144	0.000552
2	1.68	1.6	0.001764	0.000552
3	1.73	1.59	0.008464	0.001122
4	1.55	1.6	0.007744	0.000552
5	1.66	1.59	0.000484	0.001122
6	1.48	1.6	0.024964	0.000552
7	1.53	1.6	0.011664	0.000552
8	1.6	1.59	0.001444	0.001122
9	1.8	1.6	0.026244	0.000552
10	1.55	1.89	0.007744	0.071022
11	1.78	1.6	0.020164	0.000552
12	1.68	1.6	0.001764	0.000552
13	1.55	1.6	0.007744	0.000552
14	1.68	1.6	0.001764	0.000552
15	1.62	1.59	0.000324	0.001122
16	1.71	1.6	0.005184	0.000552
17	1.67	1.6	0.001024	0.000552
18	1.57	1.6	0.004624	0.000552
19	1.74	1.83	0.010404	0.042642
20	1.53	1.59	0.011664	0.001122
Total	32.76	32.47	0.15532	0.126455
Rata-rata ( $\bar{x}$ )	1.638	1.6235	0.007766	0.006323
Variasi			0.008175	0.006656
SD			0.090414	0.081581
Ketelitian			94.4802 %	94.97497 %
Ketepatan				99.11477 %
t				0.532486

Keterangan :

$x_1$  = nilai periode bandul menggunakan stopwatch

$x_2$  = nilai periode bandul menggunakan alat peraga

Berdasarkan tabel 4 tersebut menyatakan bahwa ketelitian nilai periode bandul dengan stopwatch adalah 94,5 % sedangkan ketika menggunakan alat ukur periode, frekuensi, dan panjang tali untuk praktikum gerak harmonik sederhana adalah 95%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kedua alat tersebut menghasilkan data yang presisi. Selain itu, nilai ketepatan dari alat ukur periode, frekuensi, dan panjang tali untuk praktikum gerak harmonik sederhana adalah 99,1%. Hal tersebut menunjukkan bahwa alat tersebut menghasilkan data yang akurat. Kemudian, karena data tersebut menggunakan 20 sampel maka daerah kritis dari data tersebut adalah  $-2.08596 < t < 2.08596$ . Dengan menggunakan uji-t dua ekor diperoleh bahwa nilai t adalah 0.532486, dimana nilai tersebut masih berada di dalam daerah kritis. Dengan demikian, maka dapat disimpulkan bahwa stopwatch dan alat ukur yang dibuat akan menghasilkan data yang sama.

**Tabel 5.** Analisis Sensor Ultrasonik untuk nilai panjang tali

Panjang tali dengan meteran (cm)	30	40	50	60	70	80
	30.02	38.06	47.16	56.37	66.61	76.53
	29.27	38.06	47.16	56.39	66.16	75.74
	29.27	38.45	47.16	56.41	66.16	76.62
	29.27	38.05	47.17	56.41	66.61	76.19
Panjang tali menurut alat (cm)	29.27	38.05	47.16	56.41	66.45	76.19
	29.27	38.05	47.16	56.41	66.04	76.62
	29.27	38.06	47.16	56.41	66.45	76.18
	30.02	38.06	47.17	56.41	66.47	76.18
	29.27	38.08	47.16	56.37	66.06	76.19
	29.27	38.06	47.16	56.39	66.04	76.19
rata – rata	29.42	38.10	47.16	56.40	66.31	76.26
SD	0.3162	0.124	0.0042	0.0169	0.2352	0.2656
Ketelitian	98.925	99.675	99.991	99.97	99.645	99.652
Ketepatan	98.067	95.245	94.324	93.997	94.721	95.329

Berdasarkan tabel 5 tersebut menyatakan bahwa ketelitian nilai panjang tali dengan menggunakan alat peraga berbasis IoT yaitu pada rentang 98% - 99%. Hal tersebut menunjukkan bahwa alat tersebut menghasilkan data panjang tali yang presisi. Selain itu, nilai ketepatannya yaitu pada rentang 93% - 98%. Hal tersebut menunjukkan bahwa alat tersebut menghasilkan data panjang tali yang akurat.

**Tabel 6.** Data Uji Coba dengan Variasi Panjang Tali

Panjang tali (m)	Rata rata periode (s)	Rata - rata frekuensi (Hz)	Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )
0.4005	1.277	0.78	9.685901
0.5085	1.439	0.707	9.684755
0.5993	1.568	0.645	9.613277
0.6993	1.675	0.598	9.829993
0.6993	1.675	0.598	9.829993
0.8045	1.81	0.55	9.684745

Dari tabel 6 tersebut diperoleh nilai percepatan gravitasi sebesar  $9.6 m/s^2$  untuk panjang tali 60 cm,  $9.7 m/s^2$  untuk panjang tali 40 cm, 50 cm, dan 80 cm, serta  $9,8 m/s^2$  untuk panjang tali 70 cm. Dimana nilai dari percepatan gravitasi yang dihasilkan sudah mendekati nilai teori yaitu sebesar  $9,8 m/s^2$ . Nilai percepatan gravitasi yang paling mendekati teori yaitu ketika panjang tali yang digunakan adalah 70 cm.

**Tabel 7.** Data Uji Coba dengan Variasi Simpangan

l (m)	Simpangan (°)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0.63	1.57	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	1.61	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.61
	1.6	1.59	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	1.59	1.59	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	1.59	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	1.59	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	1.6	1.6	1.59	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.61
	1.37	1.59	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.61
	1.6	1.59	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	1.6	1.59	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	1.8	1.59	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
$\bar{T}$ (m/s)	1.59	1.60	1.6	1.6	1.60	1.6	1.6	1.6	1.60	1.6	1.6	1.6	1.603
g (m/s <sup>2</sup> )	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.7

**Tabel 8.** Simpangan dan  $\sin \theta$ 

$\theta$		$\sin \theta$
Satuan derajat	Satuan adian	
1°	0,0174	0,0174
2°	0,0349	0,0349
3°	0,0523	0,0523
4°	0,0698	0,0698
5°	0,0873	0,0872
6°	0,1047	0,1045
7°	0,1222	0,1219
8°	0,1396	0,1392
9°	0,1571	0,1564
10°	0,1745	0,1736
11°	0,1920	0,1908
12°	0,2094	0,2079
13°	0,2269	0,2250
14°	0,2443	0,2419
15°	0,2618	0,2588

Berdasarkan tabel 7 alat peraga berbasis IoT akan menghasilkan data yang sesuai teori yaitu menghasilkan nilai percepatan gravitasi sebesar 9,8 m/s<sup>2</sup> jika sudut simpangan yang digunakan adalah antara 1° – 12°. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa nilai  $\theta\theta$  yang digunakan harus bernilai sama dengan nilai  $\sin \theta \sin \theta$  nya. Dimana berdasarkan tabel 8 pada rentang simpangan tersebut nilai nilai  $\theta\theta$  sama dan atau mendekati nilai  $\sin \theta \sin \theta$  nya.

#### a. Anasil Validasi

Alat ukur periode, frekuensi, dan panjang tali yang telah selesai dibuat dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya, yaitu tahap validasi. Validasi ini dilakukan oleh

validator ahli untuk mengetahui kualitas produk berdasarkan karakteristik media pembelajaran berupa alat peraga yang baik.

Cara yang dilakukan pada tahap ini yaitu mengisi angket penilaian yang telah disiapkan. Angket ini terdiri dari 19 butir pertanyaan, kolom penilaian dengan skala 1-5, dan kolom saran perbaikan sebagai pedoman revisi alat ini. Data yang diperoleh dari hasil angket penilaian kemudian dianalisis dengan menjumlahkan skor dari seluruh karakteristik. Selanjutnya dibuatkan kategori penilaian untuk masing masing aspek sesuai dengan perhitungan yang terdapat pada Tabel 2 sehingga menghasilkan kategori penilaian seperti pada tabel 8 berikut.

**Tabel 9.** Kategori Penilaian

Interval Skor Hasil Penilaian	Kategori
$85,5 < X$	Sangat Baik
$66,5 < X \leq 85,5$	Baik
$47,5 < X \leq 66,5$	Cukup
$28,5 < X \leq 47,5$	Kurang
$X \leq 28,5$	Sangat Kurang

Berdasarkan validasi yang telah dilakukan oleh validator ahli diperoleh dosen ahli 1 memberikan skor total 90 yang memenuhi kriteria sangat baik, sedangkan ahli 2 memberikan total skor 87 yang memenuhi kriteria sangat baik. Rerata skor yang diperoleh dari ahli 1 dan ahli 2 adalah 88,5, sehingga penilaian alat peraga berbasis IoT dapat dikategorikan kriteria sangat baik. Rincian hasil penilaian dosen ahli pada aspek media disajikan pada Tabel 9.

**Tabel 10.** Hasil Validasi Ahli

Interval Skor Hasil Penilaian	Kategori	Frekuensi	Presentase
$85,5 < X$	Sangat Baik	2	100%
$66,5 < X \leq 85,5$	Baik	-	-
$47,5 < X \leq 66,5$	Cukup	-	-
$28,5 < X \leq 47,5$	Kurang	-	-
$X \leq 28,5$	Sangat Kurang	-	-

Komentar dan saran yang didapatkan dari hasil validasi ahli terhadap alat ukur periode, frekuensi, dan panjang tali untuk praktikum gerak harmonik sederhana pada bandul dapat dilihat pada tabel 10.

**Tabel 11.** Komentar dan Saran Validator Ahli terhadap Alat

	Komentar dan Saran	Hasil Revisi
Validator Ahli I	1. Menambahkan konsep sudut simpang pada alat	1. Konsep sudut simpang telah ditambahkan pada alat yaitu dengan menambahkan busur pada alat
	2. Menutup sensor IR dengan tangan terkesan kurang praktis	2. Mengubah koding pada mikrokontroler sehingga nilai panjang tali akan muncul hanya dengan menekan tombol

	Komentar dan Saran	Hasil Revisi
Validator Ahli II	Memberi warna yang berbeda pada bagian sensor	Bagian pada sensor telah diberi warna yang berbeda

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa validitas alat peraga berbasis IoT untuk praktikum gerak osilasi pada bandul termasuk dalam kategori sangat baik. Hal ini dapat dibuktikan dengan Nilai ketelitian dari sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengukur panjang tali adalah 98% - 99%. Selain itu, nilai ketepatannya yaitu pada rentang 93% - 98%. Hal tersebut menunjukkan bahwa alat tersebut menghasilkan data panjang tali yang presisi dan akurat. Kemudian untuk tingkat validitas periode dilakukan dengan uji t. Nilai t yang diperoleh adalah 0.532486, dimana nilai tersebut masih berada di dalam daerah kritis. Dengan demikian, maka dapat disimpulkan bahwa stopwatch dan alat ukur yang dibuat akan menghasilkan data yang sama. Sedangkan kesesuaian alat peraga terhadap percepatan gravitasi juga sangat baik. Nilai percepatan gravitasi yang diperoleh dengan menggunakan alat ini adalah sebesar  $9.6 \text{ m/s}^2$  untuk panjang tali 60 cm,  $9.7 \text{ m/s}^2$  untuk panjang tali 40 cm, 50 cm, dan 80 cm, serta  $9,8 \text{ m/s}^2$  untuk panjang tali 70 cm. Selain itu simpangan yang digunakan untuk melakukan gerak osilasi bandul juga sudah sesuai dengan teori. Kemudian hasil validitas dari validator ahli juga termasuk kategori sangat baik. Dimana rerata skor yang diberikan adalah 88,5.

### Daftar Pustaka

- Boimau, I., Mellu, N. R., & Manuain, R. M. (2020). Rancang Bangun Alat Praktikum Viskometer Berbasis Arduino. *Wahana Fisika*, 5(1):28-40.
- Gunawan, Harjono, A., & Sahidu, H. (2015). Pengembangan Model Laboratorium Virtual Berorientasi pada Kemampuan Pemecahan Masalah Bagi Calon Guru Fisika. *Materi dan Pembelajaran Fisika*, 5(2):41-46.
- Hamidah, A., Sari, E. N., & Budiningsih, R. (2015). Persepsi Siswa Tentang Kegiatan Praktikum Biologi di Laboratorium SMA Negeri Se-Kota Jambi. *Jurnal Sainmatika*, 8(1):49-59.
- Hayat, M. S., & Anggraeni, S. (2011). Sikap Ilmiah Siswa Practicum Based Learning On Invertebrate Concept To Students ' Scientific Attitude Development. *Jurnal Penelitian*, 141-152.
- Kuswandari, M., Sunarno, W., & Supurwoko. (2013). Pengembangan Bahan Ajar Fisika SMA dengan Pendekatan Kontekstual pada Materi Pengukuran Besaran Fisika. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 1(2):41-43.
- Neilsen, S. (2003). *Food Analysis*. New York: Plenum Publishers.
- Priyonggo, B., Subrata, I. M., & Setiawan, A. R. (2018). Rancang Bangun dan Pengujian Penetrometer Digital dengan Perekam Data Berbasis Android. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 7(1):83-90.
- Sa`adah, N., & Prabowo. (2021). Pengembangan Alat Peraga Bandul Matematis Berbasis Sensor Proximity pada Materi Getaran Harmonis Sederhana untuk Siswa SMA Kelas X. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 10(1):109-118.
- Sari, M. V. (2017). Penerapan Pembelajaran Inkuiri dengan Bantuan Simulasi Komputer untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA Negeri 6 Yogyakarta pada Materi Getaran Harmonik Sederhana.
- Suharso. (2011). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Semarang: Widya Karya.
- Supardi, U.S dkk. (2012). Pengaruh Media Pembelajaran dan Minat Belajar Terhadap Hasil Belajar Fisika. *Jurnal Formatif* 2(1): 71-81.

Wajiran, Riskiono, S. D., Prasetyawan, P., & Iqbal, M. (2020). Desain IoT untuk Smart Kumbung Dengan Thinkspeak dan NodeMCU. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 6(2):1-7.

Yusup, M. (2012). Strategi Efektif Pembelajaran Fisika: Ajarkan Konsep. Prosiding: Seminar Nasional Fisika. Palembang: Universitas Sriwijaya.