

Uji Perbandingan Kegiatan Laboratorium IoT dengan Virtual Laboratory Berbasis HOT-LAB

Syifa Ramadiani*, Novia Silvianti, Riki Purnama Putra, Rena Denya Agustina

Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Panyileukan, Jl. Cimencrang, Kec. Gedebage, Kota Bandung, Jawa Barat. 40292, Indonesia

*Corresponding Author. e-mail: syifar20@gmail.com

Abstrak

Kegiatan laboratorium adalah suatu kegiatan yang sangat penting dalam dunia pendidikan, dimana kegiatan laboratorium bertujuan untuk mengonstruksi kerangka berpikir melalui eksperimen-eksperimen yang eksploratif. Pendidikan pada abad 21 harus mencakup *4C skills* yang disebut juga sebagai kemampuan masa depan. Kerangka *4C skills* akan dirasakan oleh para praktikan melalui kegiatan laboratorium yang dipadukan dengan HOT-LAB. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menguji perbandingan dari hasil analisis data percobaan dengan teknik analisis data berupa *Data Analytics* dan *Graphical Analytics* yang diolah menggunakan perhitungan lalu diterapkan kepada *origin pro*. Adapun hasil penelitian menunjukkan selisih yang tidak signifikan relatif terhadap nilai ralat, dengan hasil perhitungan ralat pada bandul 0,20m ($0,9577 \pm 0,0005$ s), bandul 0,25m ($1,047 \pm 0,002$ s), dan bandul 0,30m ($1,099 \pm 0,003$ s). Adapun perbandingan antara IoT dengan *Virtual Lab* mendapatkan nilai 0,025% pada panjang tali 0,20 m; 0,004% pada panjang tali 0,25 m; 0,04% pada panjang tali 0,30 m. Data tersebut menunjukkan kenaikan grafik dan rasio perbandingan pada percobaan pun relatif sama meskipun nilai yang dihasilkan berbeda sedikit.

Kata Kunci: HOT-LAB; IoT; *Phyphox*; Virtual Laboratory

Comparison Test of IoT Laboratory Activities with HOT-LAB-Based Virtual Laboratory

Abstract

Laboratory activities are very important activities in the world of education, where laboratory activities aim to construct a frame of mind through exploratory experiments. Education in the 21st century must include *4C skills* which are also known as future abilities. The *4C skills* framework will be felt by practitioners through laboratory activities combined with HOT-LAB. The method used in this research is to examine the comparison of the results of the experimental data analysis with *Data Analytics* and *Graphic Analytics*. The results showed that the difference was not significant to the value of the error, with the results of the calculation of the error on the pendulum 0.20m (0.9577 ± 0.0005 seconds), the pendulum 0.25m (1.047 ± 0.002 seconds), and the pendulum 0.30m (1.099 ± 0.003 seconds). The comparison between IoT and Virtual Lab gets a value of 0.025% at a rope length of 0.20 m; 0.004% at 0.25 m rope length; 0.04% at a rope length of 0.30 m. The data shows that the graphs and comparison ratios in the experiment are relatively the same even though the resulting values are slightly different.

Keywords: HOT-LAB; IoT; *Phyphox*; Virtual Laboratory

How to Cite: Ramadiani, S., Silvianti, N., Putra, R.P., & Agustina, R.D. (2022). Uji perbandingan kegiatan laboratorium iot dengan virtual laboratory berbasis HOT-LAB. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 15(1), 11-21. doi:<https://doi.org/10.21831/jpipfp.v15i1.41485>

Received 23-06-2021; Received in revised from 23-07-2021; Accepted 13-01-2022

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



PENDAHULUAN

Kegiatan laboratorium dalam pembelajaran sains merupakan salah satu kegiatan yang dapat

mengembangkan dan melatih keterampilan abad 21. Keterampilan ini harus dimiliki oleh generasi saat ini untuk bisa bersaing dan mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang sangat cepat di era revolusi industri 4.0 (Makiyah et al., 2019b; Putri et al., 2017). Terdapat empat alasan mengenai pentingnya kegiatan praktikum, yaitu; (1) dapat memberikan motivasi pada siswa untuk mempelajari sains; (2) dapat mengembangkan keterampilan dasar seperti mengobservasi, memperkirakan, mengukur dan memanipulasi variabel inkuiri; (3) sebagai jembatan untuk mempelajari cara menggunakan pendekatan saintifik; dan (4) membantu memahami materi lebih dalam (Adam Malik et al., 2019). Namun, pelaksanaan kegiatan praktikum di laboratorium seringkali mengalami berbagai kendala seperti ketersediaan alat, alokasi waktu dan terlebih sekarang ketika semua pembelajaran dilakukan secara *online* (Bakar et al., 2020; Safitri et al., 2020).

Kendala dalam melakukan kegiatan di laboratorium dapat diatasi seiring kemajuan teknologi. Perkembangan teknologi informatika yang memasuki era *Internet of Things* (IoT) salah satu yang dapat diandalkan. Jaringan internet yang dapat menghubungkan beragam objek untuk saling bertukar informasi secara mudah, cepat dan efisien (Muchlis et al., 2018), kehadiran IoT ini menjadi warna baru dalam inovasi media pembelajaran (Artono & Putra, 2019). IoT merupakan kesempatan bagi guru untuk melihat bahwa teknologi itu bagian dari pendidikan karena teknologi adalah artefak budaya generasi milenial saat ini (Liana et al., 2020). Selain itu, IoT digadang sebagai penerapan revolusi industri 4.0 yang sejalan dengan visi misi negara Indonesia.

Pemanfaatan IoT dalam pembelajaran dapat meningkatkan kualitas pengalaman belajar yang seperti praktek dan belajar waktu *real* (Mohamed et al., 2018). Sejalan dengan hal ini, Liana (Liana et al., 2020) menyatakan bahwa media pembelajaran fisika yang memanfaatkan IoT dapat meningkatkan minat dan motivasi untuk belajar dan memperkuat pengetahuan secara keseluruhan. Teknologi IoT dalam pembelajaran fisika dapat dimanfaatkan untuk melakukan praktikum secara virtual apabila kegiatan praktikum secara langsung tidak dapat dilakukan karena mengalami berbagai kendala. Kegiatan praktikum secara virtual ini dapat dilakukan di laboratorium komputer atau *virtual lab* dengan menggunakan aplikasi tertentu yang dapat mendukung pembelajaran. Pembelajaran dengan menggunakan komputer atau virtual dapat memberikan keunggulan yaitu efektivitas waktu dan dapat meningkatkan keterampilan siswa (Widodo et al., 2016). *Virtual lab* memudahkan siswa untuk menghubungkan aspek teoritis dan praktis tanpa kertas dan pena. Namun ada aspek penting yang harus diperhatikan dalam melakukan kegiatan *virtual lab* yaitu pendekatan, teknik, strategi dan fasilitas pendukung (Gunawan et al., 2017).

Salah satu fasilitas pendukung paling sederhana yang dapat digunakan dalam pembelajaran berbasis virtual adalah *smartphone*. *Smartphone* digunakan oleh banyak kalangan termasuk pelajar maupun masyarakat guna mendapatkan informasi dan juga penyebaran informasi yang cepat dan terstruktur (Shopova, 2014). Perangkat *smartphone* yang tersedia saat ini telah memiliki berbagai fitur yang dapat mendukung pembelajaran, seperti tersedianya berbagai sensor dan kualitas kamera yang sangat baik. Sebagai contoh, *smartphone* dapat digunakan untuk mencari nilai percepatan sentripetal pada suatu benda yang bergerak melingkar. *Smartphone* yang akan digunakan tersebut harus memiliki sensor akselerometer, yaitu sensor yang dapat digunakan untuk mengenali aktivitas pergerakan pada *smartphone*, baik berupa getaran, perubahan kemiringan, maupun percepatan (Zaman et al., 2016)

Penelitian yang dilakukan oleh Sari (Sari et al., 2017) menyatakan bahwa penerapan *virtual lab* berpengaruh terhadap peningkatan penguasaan konsep fisika pada siswa. Tidak hanya meningkatkan penguasaan konsep siswa saja penelitian yang dilakukan oleh Sari juga memperoleh hasil bahwa *virtual lab* dapat mengembangkan aktivitas siswa. Kegiatan praktikum berbasis *virtual lab* dapat mengaktifkan partisipasi siswa di kelas, sehingga inovasi tersebut dapat meningkatkan pemahaman konsep pada siswa (Ramadani & Nana, 2020). Penelitian serupa dilakukan oleh Riki (R P Putra et al., 2021) menyatakan bahwa peserta didik lebih menyukai penggunaan *virtual laboratory* dibandingkan *real laboratory* dikarenakan efisiensi waktu yang didapatkan sangatlah menguntungkan, dikarenakan pada kegiatan laboratorium virtual tidak harus mendatangi laboratorium dan hanya cukup melakukan di mana saja dan kapanpun. Hasil dari laboratorium virtual pun dikatakan sangatlah mudah untuk didapatkan, karena hasil yang didapatkan pada laboratorium virtual sudah tetap dan tidak berubah sesuai variabel yang digunakan dan diinginkan. Selain itu, penggunaan *virtual laboratory* terbilang *low-cost* dari hasil survey yang telah dilakukan menyebutkan beberapa alasan *virtual laboratory* terbilang *low-cost* dikarenakan penggunaannya

tidak memerlukan alat maupun bahan, yang dibutuhkan dalam laboratorium virtual hanyalah *smartphone*, ataupun perangkat keras lainnya yang mendukung HTML5 ataupun java.

Penjelasan di atas juga mendukung pernyataan bahwa penggunaan media dalam belajar membantu siswa dalam memahami materi fisika yang sulit (Riki Purnama Putra & Anjani, 2020). Salah satu materi yang sulit dipahami siswa adalah materi gerak harmonik. Gerak Harmonik Sederhana (GHS) merupakan gerak bolak-balik suatu beban melalui titik keseimbangan tertentu dengan banyaknya getaran benda dalam setiap detik selalu konstan (Hidayatullah et al., 2020). Gerak bandul termasuk kedalam salah satu gerak harmonik sederhana karena bandul akan berayun terus dengan periode tertentu. Periode menyatakan banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali getaran penuh. Benda dapat dikatakan melakukan satu getaran penuh jika benda bergerak dari titik dimana benda tersebut mulai bergerak dan kembali lagi ke titik tersebut. Satuan periode adalah sekon (s), Persamaan untuk periode bandul dapat dilihat pada persamaan 1 (Giancoli, 2005):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$

Guru melakukan praktikum secara langsung menggunakan peralatan yang tersedia maupun praktikum secara virtual menggunakan komputer untuk membantu siswa memahami materi GHS. Praktikum secara langsung atau *real lab* dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi IoT menggunakan *smartphone*. Kegiatan praktikum umumnya dilakukan menggunakan berbagai metode, salah satunya adalah *High Order Thinking Laboratory (HOT-Lab)*. *HOT-Lab* merupakan kegiatan pembelajaran berbasis praktikum yang berorientasi pada peningkatan keterampilan abad 21 terutama berpikir tingkat tinggi (*HOT skills*) (Nuraeni, 2018). Terdapat delapan tahap dalam *HOT-Lab*, antara lain: melihat peluang, mencari informasi, menyusun struktur permasalahan, menciptakan ide, mengembangkan solusi, menguji hipotesis, melakukan kegiatan laboratorium, mengevaluasi dan mengomunikasikan hasil (Adam Malik & Setiawan, 2015).

Hasil dari penelitian mengenai model *HOT-Lab* yang dilakukan oleh Adam Malik (A Malik et al., 2018) memaparkan bahwa penggunaan *HOT-Lab* memberikan kesempatan kepada siswa untuk memecahkan masalah yang berhubungan dengan kejadian nyata melalui kegiatan praktikum dan memaparkan hasil praktikum di depan kelas serta didiskusikan dengan kelompok lain dan guru dalam kelas. Penerapan model *HOT-Lab* dalam praktikum dapat melatih dan mengembangkan keterampilan abad 21 pada siswa (Makiyah et al., 2019a).

Praktikum secara langsung (*real lab*) dan *virtual lab* dapat memberikan hasil yang sama ataupun berbeda. Maka berdasarkan pemaparan yang telah dijelaskan di atas, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil praktikum materi gerak harmonik sederhana pada bandul dengan model *HOT-Lab* yang berbasis IoT yaitu menggunakan aplikasi *Phyphox* dan berbasis *virtual lab*.

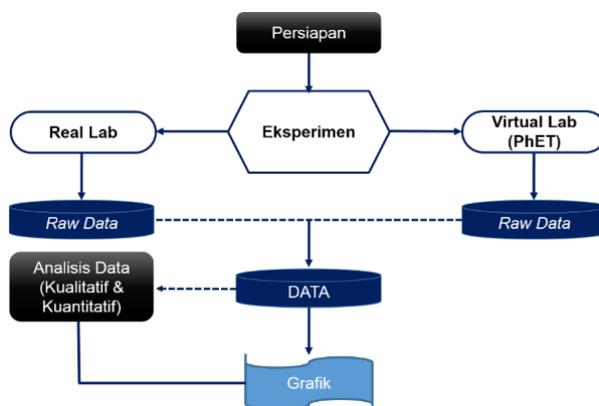
Berdasarkan hal tersebut dan seluruh pemaparan yang telah dijelaskan penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil praktikum pada materi gerak harmonik sederhana bandul dengan model *HOT-Lab* yang berbasis IoT yaitu menggunakan *Phyphox* dan berbasis *Virtual Lab*.

METODE

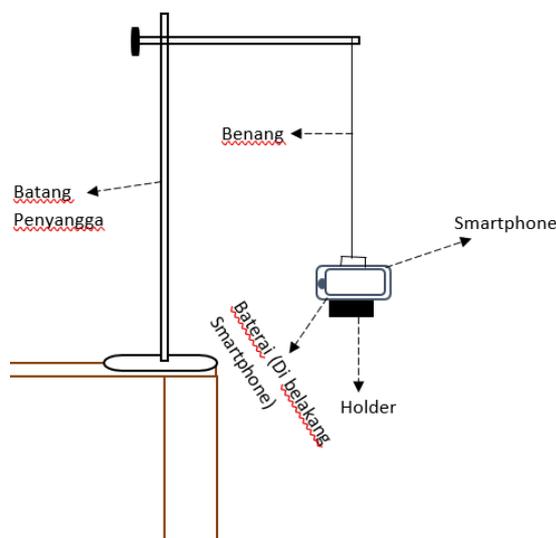
Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen bermodel *HOT-LAB* yang diintegrasikan dengan kegiatan laboratorium. Eksperimen dan pengambilan data dipandu dengan modul praktikum berbasis *HOT-LAB* tentang periode bandul. Analisis yang digunakan adalah analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Gambar 1 menunjukkan alur penelitian sesuai dengan rangkaian penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Riki (Riki Purnama Putra et al., 2021).

Eksperimen ini dilakukan secara virtual dengan menggunakan aplikasi simulasi PhET untuk pengambilan data, dan pengambilan data yang terintegrasi IoT dapat dilihat pada skema rangkaian gambar 2. Pada rangkaian tersebut terdapat komponen; (1) Benang sebagai penentu jarak bandul; (2) Batang Penyangga sebagai penyangga bandul; (3) Baterai sebagai pemberi penyeimbang; (4) *Holder* sebagai penyeimbang tambahan (5). *Smartphone* sebagai *Data Processing* pada sensor gerak periode bandul dan sebagai beban, pada pengambilan data IoT dilakukan penyesuaian ketersediaan data yang ada di *Virtual Lab* guna menciptakan keabsahan dan keseragaman data sehingga tidak memunculkan masalah yang baru (Riduwan & Akon, 2009). Gambar 3 menunjukkan penerapan skema rangkaian

percobaan pada Gambar 2 secara langsung dalam pengambilan data IoT dengan tahapan awal yaitu memberikan sudut pada pendulum untuk tiap massa yang akan diuji. Untuk pengambilan data secara virtual dapat dilihat pada skema rangkaian Gambar 4.



Gambar 1. Alur penelitian
Sumber: Dokumentasi pribadi



Gambar 2. Skema rangkaian percobaan terintegrasi IoT
Sumber: https://www.teachengineering.org/activities/view/uno_swing_lesson01_activity1

Pada kegiatan virtual maupun berbasis IoT, panjang tali yang digunakan berperan sebagai variabel terikat, sedangkan sudut dan waktu berperan sebagai variabel bebas. Percobaan ini dilakukan guna mengetahui pengaruh panjang tali terhadap nilai periode bandul. Tahap pertama pada IoT terintegrasi adalah mengukur massa, panjang tali, dan sudut awal. Tahap kedua mengamati panjang tali dengan panjang tali 0.20 m, 0.25 m, dan 0.30 m. Tahap ketiga mengayunkan bandul dengan sudut 45° dan biarkan sensor terintegrasi IoT berbasis *Phyphox* mengukur grafik periode bandul selama 20 detik. Tahap keempat menganalisis hasil grafik yang disajikan dalam aplikasi *Phyphox*. Setiap percobaan dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan guna memperoleh nilai seakurat mungkin dan juga ketidapastiannya.

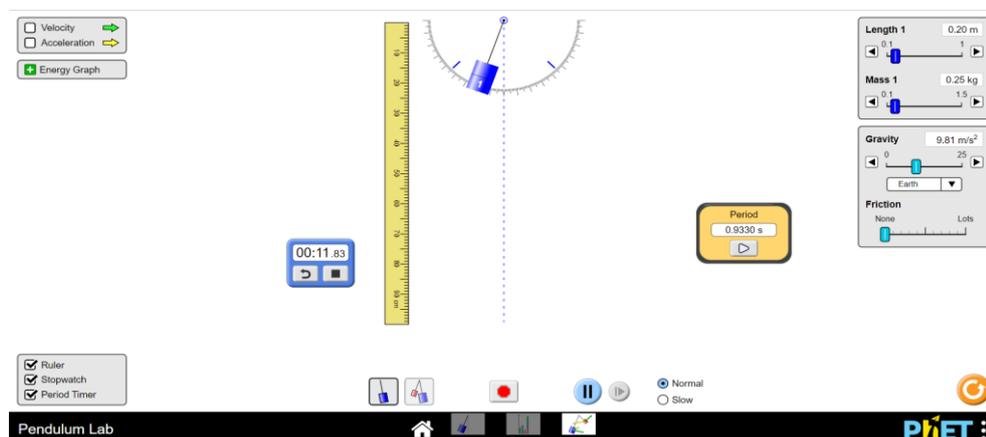
Pada percobaan *virtual laboratory* dilakukan uji coba dengan tahap pertama yaitu mengatur panjang tali sepanjang 0.20 m, 0.25 m, 0.30 m. Tahap kedua mengatur massa sesuai dengan massa benda nyata yang telah diukur sebelumnya. Tahap ketiga beri tanda centang pada *Ruler* (untuk mengukur kembali panjang tali), *Stopwatch* (untuk mengukur waktu), *Period Timer* (untuk mengukur periode bandul). Tahap keempat yaitu memulai simulasi dengan sudut 45° . Setiap percobaan dilakukan juga sebanyak 10 kali pengulangan sama seperti kegiatan berbasis IoT pada jarak yang sudah ditentukan sebelumnya.

Dalam setiap kegiatan pengamatan terintegrasi IoT dan *virtual laboratory* mencatat data hasil

percobaan yang kemudian diolah dan dihitung untuk mendapatkan analisis berdasarkan data yang nantinya bisa dibandingkan berdasarkan grafik baik secara kualitatif dan kuantitatif. *OriginPro* digunakan guna mengetahui hasil dari grafik perbandingan Pengaruh Periode terhadap Panjang Tali pada IoT, Grafik Pengaruh Periode terhadap Panjang Tali pada Virtual Lab dengan Perhitungan Data, dan Perbandingan Periode terhadap Panjang Tali antara IoT dan *Virtual Lab*.



Gambar 3. Peneliti melakukan Percobaan
Sumber: Dokumentasi pribadi



Gambar 4. Skema rangkaian percobaan virtual
Sumber: Dokumentasi pribadi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat dan bahan yang disamakan antara IoT dan *Virtual Lab* dengan sudut awal, massa hingga panjang tali yang digunakan dalam penelitian guna mendapatkan kesamaan dan keabsahan data yang valid seperti yang dilakukan oleh Riki pada penelitian sebelumnya (Riki Purnama Putra et al., 2021). Selain itu dengan menyamakan variabel antara IoT dan *Virtual Lab* dapat menghasilkan nilai *error* yang signifikan. Hasil data pengamatan *IoT* dapat dilihat pada Tabel 1.

Data eksperimen *Virtual Laboratory* yang dilakukan oleh peneliti dalam penelitian ini pun dapat dilihat pada Tabel 2. Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rata-rata pada tiap data periode menghasilkan nilai yang bervariasi, maka hal tersebut dapat memberikan kenaikan nilai yang konstan pada tiap selisih panjang tali, pembahasan dari tabel tersebut disajikan juga menggunakan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.

Grafik pada gambar 5 tidak terjadi peningkatan yang signifikan pada periode yang dihasilkan dari 3 jenis panjang tali. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Lima (Lima & Arun, 2006), dalam penelitiannya mendapatkan hasil bahwa semakin panjang tali yang digunakan maka semakin besar juga nilai periode yang didapatkan.

Standar Deviasi dan nilai ralat yang diperoleh tiap panjang tali menghasilkan sebesar:
 Panjang Tali 0.20 m
 Standar Deviasi: $5.65 \times 10^{-3}s$
 Nilai Ralat: $(0,9577 \pm 0,0005)s$.
 Panjang Tali 0.25 m
 Standar Deviasi: $2.63 \times 10^{-3}s$
 Nilai Ralat: $(1,047 \pm 0,002)s$.
 Panjang Tali 0.30 m
 Standar Deviasi: $3,9 \times 10^{-3}s$
 Nilai Ralat: $(1,099 \pm 0,003)s$

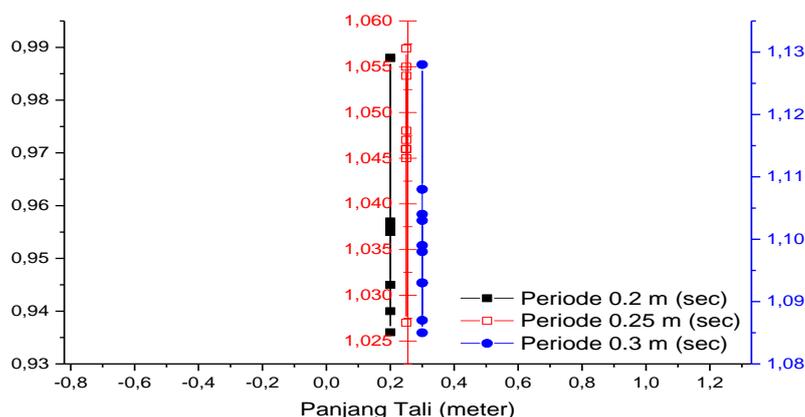
Tabel 1. Tabel IoT

Percobaan ke-	m (kg)	Panjang Tali (m)	θ ($^{\circ}$)	Waktu (s)	T (s)
1					0,988
2					0,957
3					0,936
4					0,945
5					0,955
6	0.25	0.20	45	20	0,988
7					0,956
8					0,940
9					0,950
10					0,962
11					1,057
12					1,027
13					1,047
14					1,046
15	0.25	0.25	45	20	1,045
16					1,055
17					1,046
18					1,048
19					1,054
20					1,046
21					1,108
22					1,128
23					1,098
24					1,103
25	0.25	0.30	45	20	1,104
26					1,085
27					1,093
28					1,099
29					1,087
30					1,093

Tabel 2. Data *Virtual Laboratory*

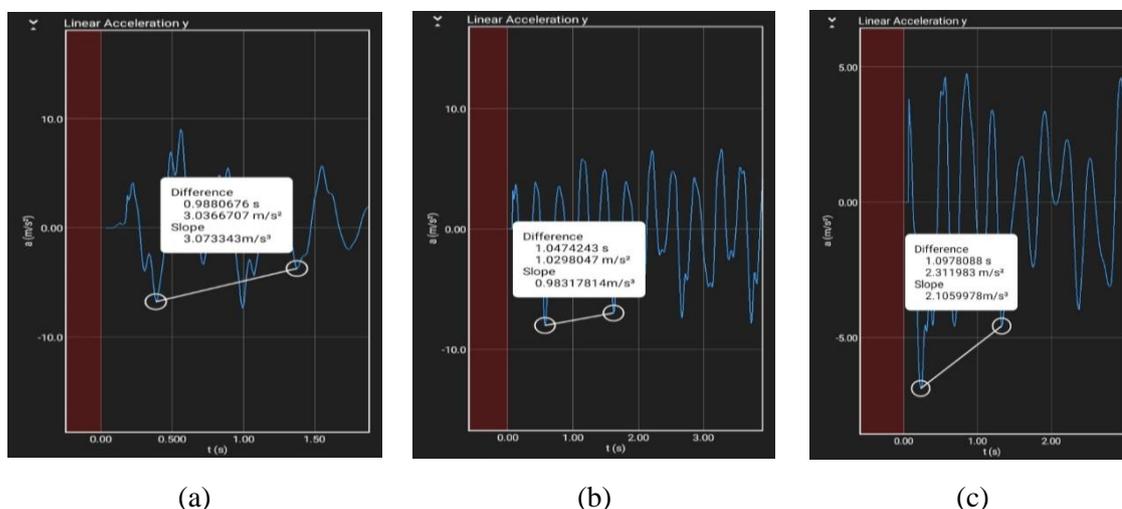
Percobaan ke-	m (kg)	Panjang Tali (m)	θ ($^{\circ}$)	Waktu (s)	T (s)
1					0,934
2					0,934
3					0,934
4					0,934
5					0,934
6	0,25	0,20	45	20	0,934
7					0,934
8					0,934
9					0,934
10					0,934
11					1,043
12					1,043
13					1,043
14					1,043
15	0,25	0,25	45	20	1,043
16					1,043
17					1,043
18					1,043
19					1,043
20					1,043

21					1,142
22					1,142
23					1,142
24					1,142
25					1,142
26	0,25	0,30	45	20	1,142
27					1,142
28					1,142
29					1,142
30					1,142



Gambar 5. Grafik pengaruh periode terhadap panjang tali pada IoT dengan perhitungan data
 Sumber: Dokumentasi pribadi

Grafik yang disajikan pada Tabel 1 pun dapat dilihat pada Gambar 6 yaitu grafik yang dihasilkan oleh *Phyphox*.



Gambar 6. Grafik periode pada *Phyphox* untuk (a) Panjang tali 0.20 m (b) Panjang tali 0.25 m (c) Panjang tali 0.30 m
 Sumber: Dokumentasi pribadi

Terdapat perbedaan yang tidak signifikan dari hasil perhitungan data dan hasil dari *Phyphox*. Perbedaan tersebut diakibatkan beberapa faktor, yang terutama *human error* ketika melakukan percobaan. Hasil akurasi dalam percobaan IoT dapat dilihat pada perhitungan:
 Panjang Tali 0.20 m

$$Error = \frac{pengukuran - referensi}{pengukuran} \times 100\%$$

$$Periode_{0,20\ m} = \frac{0,97 - 0,98}{0,97} \times 100\% = 1,01\%$$

$$Akurasi = 100\% - 1,01\% = 98,99\%$$

Panjang Tali 0,25 m

$$Error = \frac{pengukuran - referensi}{pengukuran} \times 100\%$$

$$Periode_{0,25\ m} = \frac{1,047 - 1,047}{1,047} - 100\% = 0\%$$

$$Akurasi = 100\% - 0\% = 100\%$$

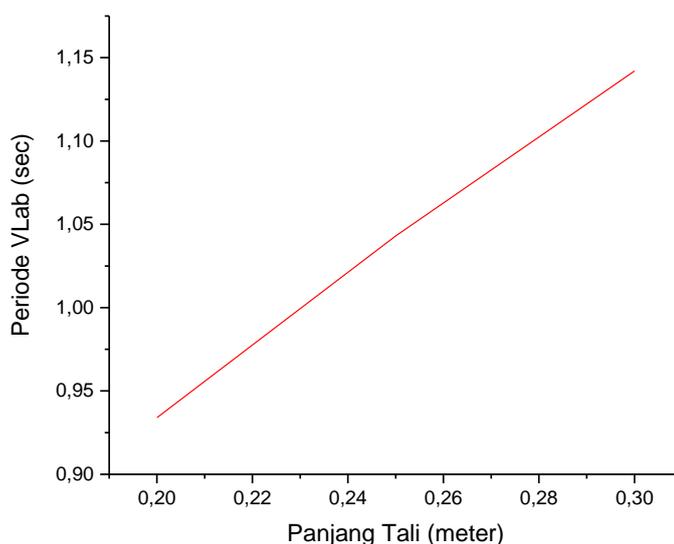
Panjang Tali 0,30 m

$$Error = \frac{pengukuran - referensi}{pengukuran} \times 100\%$$

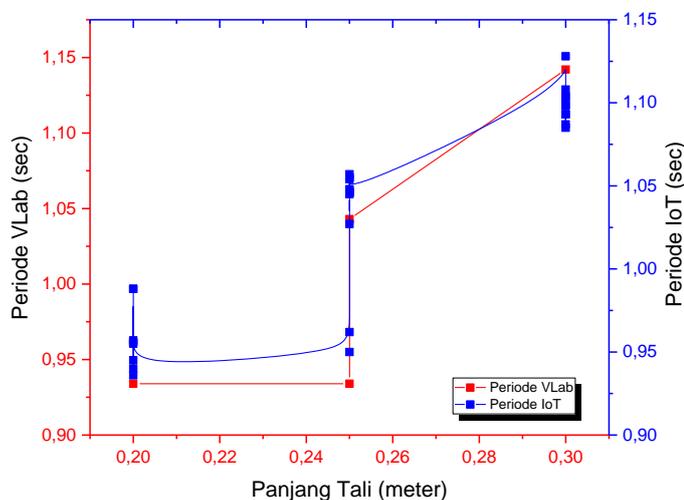
$$Periode_{0,30\ m} = \frac{1,099 - 1,097}{1,099} - 100\% = 0,99\%$$

$$Akurasi = 100\% - 0,99\% = 99,01\%$$

Tabel 2 menunjukkan perubahan periode yang tidak signifikan dan menghasilkan data pengamatan yang sama dikarenakan penggunaan *virtual lab* yang akan menghasilkan hasil yang tetap (Tuhusula et al., 2020). Nilai periode tersebut dapat dilihat pada grafik hubungan peningkatan periode terhadap panjang tali pada Gambar 7. Perbandingan antara *Virtual lab* dan IoT dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Grafik pengaruh periode terhadap panjang tali pada *virtual lab* dengan perhitungan data
 Sumber: Dokumentasi pribadi



Gambar 8. Perbandingan Periode terhadap Panjang Tali antara IoT dan *Virtual Lab*

Sumber: Dokumentasi pribadi

Berdasarkan Gambar 8, perbandingan yang dihasilkan hanya berbeda sedikit. Hasil persentase perbedaan yang dihasilkan antara IoT dan Vlab dapat dilihat pada perhitungan di bawah.

$$\begin{aligned} \text{Beda}_{0,20\text{ m}} &= \frac{\text{IoT} - \text{VLab}}{\text{IoT}} \times 100\% \\ \text{Beda}_{0,20\text{ m}} &= \frac{0,97 - 0,98}{0,97} \times 100\% = 0,025\% \\ \text{Beda}_{0,25\text{ m}} &= \frac{\text{IoT} - \text{VLab}}{\text{IoT}} \times 100\% \\ \text{Beda}_{0,25\text{ m}} &= \frac{1,047 - 1,043}{1,047} \times 100\% = 0,004\% \\ \text{Beda}_{0,30\text{ m}} &= \frac{\text{IoT} - \text{VLab}}{\text{IoT}} \times 100\% \\ \text{Beda}_{0,30\text{ m}} &= \frac{1,099 - 1,142}{1,099} \times 100\% = 0,04\% \end{aligned}$$

Pembahasan

Perubahan konstan terjadi pada hasil grafik pada Gambar 7, di mana terdapat perbandingan periode terhadap panjang tali. Perubahan konstan tersebut menunjukkan bahwa panjang tali dapat mempengaruhi periode. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Dalgarno (Dalgarno et al., 2009), dalam penelitiannya mendapatkan hasil yang konstan dari penggunaan *virtual laboratory* dikarenakan hasil yang ditetapkan sudah dirancang sedemikian rupa sehingga tidak terjadi beberapa perubahan kecuali ditambahkan variabel baru dalam pengembangan lebih lanjut. Sugiana (Sugiana et al., 2017) dalam penelitiannya menyebutkan juga bahwa hasil dari penggunaan laboratorium virtual mendapatkan hasil yang sama saja tanpa ada perubahan data sekalipun, hal tersebut menyebabkan penggunaan laboratorium virtual baik digunakan untuk memahami konsep dasar saja tanpa ada pengembangan lebih lanjut. Meskipun demikian, masih terdapat selisih antara hasil pengukuran baik pada *virtual lab* dan IoT.

Pada perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa nilai perbandingan antara IoT dengan *Virtual Lab* menghasilkan perbedaan yang tidak signifikan, dengan nilai perbedaan <1% maka penggunaan IoT dengan *Virtual Lab* dengan nilai perbedaan yang tidak jauh dan relatif kecil akan menghasilkan hasil yang sama saja. Hal tersebut dikarenakan menurut Irwandi (Irwandi et al., 2020) pada penelitiannya IoT merupakan instrumen kegiatan laboratorium yang terintegrasi penuh, dengan kata lain, IoT ini sudah dirancang sedemikian rupa sehingga tidak menghasilkan nilai error yang berlebih. Sedangkan menurut Safitri (Safitri et al., 2020), *Virtual Lab* merupakan sebuah instrumen kegiatan laboratorium yang sudah dirancang dan ditentukan hasil yang akan didapatkan berdasarkan hasil *Real Lab* yang terpercaya. Selain itu, Riki (Riki Purnama Putra et al., 2021) mengungkapkan bahwa *Virtual Lab* merupakan sebuah instrumen alat ukur digital yang telah diatur sedemikian rupa berdasarkan hasil yang nyata, sehingga menghasilkan tingkat presisi yang tinggi dan nilai *error* yang sangat rendah hingga hampir mencapai 0%.

PENUTUP

Perbandingan hasil eksperimen antara IoT dengan *virtual lab* berbasis HOT-LAB ini memiliki nilai yang tidak jauh berbeda. Adapun perbandingan ini mendapatkan nilai 0,025% pada panjang tali 0,20 m; 0,004% pada panjang tali 0,25 m; 0,04% pada panjang tali 0,30 m. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan IoT maupun *virtual lab* akan memberikan hasil yang relatif sama. Namun pada IoT masih terdapat nilai *error* yang sangat kecil, hal tersebut dikarenakan *human error* yang terjadi ketika melakukan eksperimen. Berdasarkan hasil penelitian ini, IoT dan *Virtual Lab* dapat digunakan dengan menggunakan HOT-LAB dikarenakan peningkatan hasil perbandingan antara IoT dan *Virtual Lab* yang hampir serupa dengan nilai ralat sebesar (0,9577±0,0005 s) pada bandul 0,20m, (1,047±0,002 s) pada bandul 0,25m, dan (1,099±0,003 s) pada bandul 0,30m. Peneliti berharap adanya pengembangan lebih lanjut terhadap penelitian perbandingan antara *virtual laboratory* dengan *real*

laboratory berbasis IoT pada materi sains lainnya guna meningkatkan mutu kegiatan praktik yang lebih baik dan menyebarkan informasi lebih lanjut dari beberapa penelitian yang dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti berterimakasih kepada Prodi Pendidikan Fisika UIN Sunan Gunung Djati Bandung yang telah mendukung dan mendampingi dalam penelitian ini baik dalam ilmu, bimbingan, ataupun materi yang telah diberikan selama melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Artono, B., & Putra, R. G. (2019). Penerapan internet of things (IoT) untuk kontrol lampu menggunakan arduino berbasis eeb. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, 5(1), 9–16. <https://doi.org/10.25047/jtit.v5i1.73>
- Bakar, A., H, H., & A, A. (2020). Implementasi pembelajaran sains kimia berbasis eksperimen menggunakan aplikasi virtual lab authoring tool chemcollective. *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat Pinang Masak*, 1(2), 24–29.
- Dalgarno, B., Bishop, A. G., Adlong, W., & Bedgood, D. R. (2009). Effectiveness of a virtual laboratory as a preparatory resource for distance education chemistry students. *Computers and Education*, 53(3), 853–865. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.05.005>
- Giancoli, D. C. (2005). *Physics: principles with applications* (Vol. 4). Pearson/Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- Gunawan, G., Harjono, A., Sahidu, H., & Herayanti, L. (2017). Virtual laboratory to improve students' problem-solving skills on electricity concept. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 257–264.
- Hidayatullah, Z., Nadhiroh, J. N., Kartika, E., Nuha, A. A., & Erlangga, S. Y. (2020). Identifikasi miskonsepsi dan konflik kognitif fisika: kasus terkait perubahan konseptual. *EDUSAINS*, 12(1), 64–71.
- Irwandi, I., Sari, I. M., Oktavia, R., & Syukri, M. (2020). MEMS and iot applications in ISLE-based STEM physics learning media for mechanics topic with LabVIEW integration. *Journal of Physics: Conference Series*, 1462(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1462/1/012066>
- Liana, Y. R., Linuwih, S., & Sulhadi, S. (2020). Internet of things based learning media with problem solving approach: Its effect on higher order thinking skills. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 9(2), 225–239.
- Lima, F. M. S., & Arun, P. (2006). An accurate formula for the period of a simple pendulum oscillating beyond the small angle regime. *American Journal of Physics*, 74(10), 892–895.
- Makiyah, Y. S., Malik, A., Susanti, E., & Mahmudah, I. R. (2019a). Higher order thinking real and virtual laboratory (HOTRVL) untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 mahasiswa pendidikan fisika. *Diffraction*, 1(1), 34–38.
- Makiyah, Y. S., Malik, A., Susanti, E., & Mahmudah, I. R. (2019b). Higher order thinking real and virtual laboratory (HOTRVL) untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 mahasiswa pendidikan fisika. *Diffraction*, 1(1).
- Malik, A., Setiawan, A., Suhandi, A., Permanasari, A., Samsudin, A., Safitri, D., Lisdiani, S. A. S., Sapriadil, S., & Hermita, N. (2018). Using hot lab to increase pre-service physics teacher's critical thinking skills related to the topic of RLC circuit. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1), 12023.
- Malik, Adam, & Setiawan, A. (2015). The development of higher order thinking laboratory to improve transferable skills of students. *2015 International Conference on Innovation in Engineering and Vocational Education*, 36–40.
- Malik, Adam, Yuningtias, U. A., Mulhayatiah, D., Chusni, M. M., Sutarno, S., Ismail, A., & Hermita, N. (2019). Enhancing problem-solving skills of students through problem solving laboratory model related to dynamic fluid. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032010>
- Mohamed, F., Abdeslam, J., & Lahcen, E. B. (2018). Towards new approach to enhance learning

- based on internet of things and virtual reality. *Proceedings of the International Conference on Learning and Optimization Algorithms: Theory and Applications*, 1–5.
- Muchlis, F., Sulisworo, D., & Toifur, M. (2018). Pengembangan alat peraga fisika berbasis internet of things untuk praktikum hukum Newton II. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(1), 13–20.
- Nuraeni, N. (2018). *Penerapan model praktikum higher order thinking laboratory (HOT-Lab) untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi alat optik*. UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Putra, R P, Anjani, R. A., Agustina, R. D., & ... (2021). Student's perspective on virtual laboratory using phet as a media in conducting physics laboratory activities. *Tarbiyah: Jurnal ...*, 10(1), 1–9. <http://jurnal.uin-antasari.ac.id/index.php/jtjik/article/view/4113>
- Putra, Riki Purnama, & Anjani, R. A. (2020). Analisis pemahaman siswa kelas 12 di sman 1 Cileunyi terhadap pembelajaran fisika online selama pandemi covid-19. *Jurnal Profesi Keguruan*, 6(2), 167–173.
- Putra, Riki Purnama, Silvianti, N., Idris, S. F., & Nabilla, N. (2021). Uji perbandingan virtual lab dengan real lab pada hukum archimedes. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 14(1), 23–33. <https://doi.org/https://doi.org/10.37729/radiasi.v14i1.897>
- Putri, D. H., Risdianto, E., & Sutarno, S. (2017). Pre-service physics teachers' perception toward hands-on lab activity and 21st century skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), 12015.
- Ramadani, E. M., & Nana, N. (2020). Penerapan problem based learning berbantuan virtual lab phet pada pembelajaran fisika guna meningkatkan pemahaman konsep siswa sma: Literature review. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 8(1).
- Riduwan, & Akon. (2009). *Belajar mudah penelitian: untuk guru karyawan dan peneliti pemula* (6th ed.). Alfabeta.
- Safitri, L. N., Fahrudin, & Jumadi. (2020). Comparison of students science process skills after using learning an experimental and virtual laboratory on Archimedes laws. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1), 3–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012079>
- Sari, P. I., Gunawan, G., & Harjono, A. (2017). Penggunaan discovery learning berbantuan laboratorium virtual pada penguasaan konsep fisika siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(4), 176–182.
- Shopova, T. (2014). Digital literacy of students and its improvement at the university. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 7(2), 26–32.
- Sugiana, I. N., Harjono, A., Sahidu, H., & Gunawan, G. (2017). Pengaruh model pembelajaran generatif berbantuan media laboratorium virtual terhadap penguasaan konsep fisika siswa pada materi momentum dan impuls. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(2), 61. <https://doi.org/10.29303/jpft.v2i2.290>
- Tuhusula, T. S., Pattana, B., Randai, E., Wateriri, D. R., & Walukow, A. F. (2020). Experiments usingbased virtual lab phet simulation in learning physics on parabolic movement materials. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 128–135.
- Widodo, A., Maria, R. A., & Fitriani, A. (2016). Peranan praktikum riil dan praktikum virtual dalam membangun kreatifitas siswa. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 21(1), 92–102.
- Zaman, K., Abdullah, A. Bin, Khan, A., Nasir, M. R. B. M., Hamzah, T. A. A. T., & Hussain, S. (2016). Dynamic linkages among energy consumption, environment, health and wealth in BRICS countries: Green growth key to sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 1263–1271. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.010>