



Uji Perbandingan Virtual Lab dengan Real Lab pada Hukum Archimedes dengan HOT-LAB

Riki Purnama Putra¹ , Novia Silvianti², Salsabila Fauziah Idris³, Nida Nabilla⁴

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Gunung Djati Bandung^{1,2,3,4}

Jl. Cimencrang, Gedebage, Kota Bandung, Jawa Barat, 40292, Indonesia

purnamariki20@gmail.com | DOI: <https://doi.org/10.37729/radiasi.v14i1.897> |

Abstrak

Pandemi Covid-19 menjadi kendala dalam melaksanakan kegiatan eksperimen secara langsung. Namun demikian dapat diatasi dengan percobaan interaktif menggunakan Virtual Lab yang sistematis dan memiliki akurasi yang baik. Dalam penelitian ini dilakukan kegiatan praktikum secara virtual menggunakan simulasi PhET yang dipadukan dengan HOT-LAB guna mengetahui perbandingan antara virtual lab dengan real lab yang dipadu dengan HOT-Lab. Metode yang digunakan adalah dengan uji perbandingan dari hasil analisis data percobaan antara Data Analytics dan Graphic Analytics. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan selisih hasil virtual lab dengan real lab relatif pada batas nilai ralat. Hasil perhitungan berat (W) di udara pada $m_1 = 1$ kg sebesar $(9,51 \pm 0,951)$ N, $m_2 = 2$ kg diperoleh $(19,32 \pm 1,932)$ N, dan $m_3 = 5$ kg diperoleh $(45,6 \pm 13,68)$ N. Sementara itu perhitungan berat (W) di medium air pada $m_1 = 1$ kg yaitu $(0,43 \pm 0,043)$ N, $m_2 = 2$ kg sebesar $(9,615 \pm 0,9615)$ N, dan untuk $m_3 = 5$ kg diperoleh $(24,35 \pm 4,87)$ N. Perhitungan selisih volume untuk $m_1 = 1$ kg sebesar $(5,15 \times 10^{-4} \pm 0,0024)$ m³, $m_2 = 2$ kg diperoleh $(1,2 \times 10^{-3} \pm 0,0035)$ m³, dan benda $m_3 = 5$ kg $(2,66 \times 10^{-3} \pm 0,0115)$ m³. Berdasarkan data tersebut kenaikan grafik pada percobaan relatif sama, rasio perbandingan juga sama, meskipun nilai yang dihasilkan berbeda.

Kata kunci: Virtual Lab, Real Lab, HOT-LAB

Article Info:

Received:

12/02/2021

Revised:

10/03/2021

Accepted:

10/04/2021

Abstract

The Covid-19 pandemic has become an obstacle in carrying out direct experimental activities. However, it can be overcome with interactive experiments using a Virtual Lab that is systematic and has good accuracy. In this study, practicum activities were carried out in a virtual way using a PhET simulation combined with HOT-LAB to determine the comparison between virtual lab and real lab combined with HOT-Lab. The method used is to test the comparison of the results of experimental data analysis between Data Analytics and Graphic Analytics. Based on the research results, it shows the difference between virtual lab and real lab results is relative to the limit of the error value. The results of the calculation of weight (W) in the air at $m_1 = 1$ kg of (9.51 ± 0.951) N, $m_2 = 2$ kg are obtained (19.32 ± 1.932) N, and $m_3 = 5$ kg are obtained $(45.6 \pm 13, 68)$ N. Meanwhile, the calculation of weight (W) in the water medium at $m_1 = 1$ kg, namely (0.43 ± 0.043) N, $m_2 = 2$ kg is (9.615 ± 0.9615) N, and for $m_3 = 5$ kg is obtained (24.35 ± 4.87) N. Calculation of the difference in volume for $m_1 = 1$ kg of $(5.15 \times 10^{-4} \pm 0.0024)$ m³, $m_2 = 2$ kg is obtained $(1.2 \times 10^{-3} \pm 0.0035)$ m³, and the object $m_3 = 5$ kg $(2.66 \times 10^{-3} \pm 0.0115)$ m³. Based on these data, the increase in the graph in the experiment is relatively the same, the comparison ratio is also the same, even though the resulting value is different.

Keyword: Virtual Lab, Real Lab, HOT-Lab



1. Pendahuluan

Hakikat fisika sebagai pengetahuan yang dibangun dari kesatuan aspek produk dan proses ilmiah sangat berkaitan dengan kegiatan praktikum, karenanya dalam pembelajaran fisika tidak dapat dipisahkan dari kegiatan praktikum [1]. Selain dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan sebagai penunjang pembelajaran, kegiatan praktikum memiliki banyak manfaat. Melalui kegiatan praktikum peserta didik melakukan serangkaian aktivitas sehingga dapat menambah keterampilan, pemahaman, dan kemampuan psikomotorik yang penting bagi peserta didik [1], [2].

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, penyebaran pengetahuan sangat luas dan semakin cepat. Kegiatan transfer ilmu pengetahuan dirasa tidak cukup hanya dengan mengandalkan tatap muka antara siswa dan pengajar; namun dapat dilakukan melalui *multiplatform*. Sistem pembelajaran dengan metode *e-learning* ataupun penggunaan *virtual lab* dirasa perlu diaplikasikan untuk melengkapi metode konvensional (tatap muka) untuk menumbuhkan motivasi, inovasi, dan perkembangan belajar siswa [3] [4] [5]. Terutama di era pandemi Covid-19 ini, dimana kegiatan tatap muka sangat dibatasi, sehingga perlu alternatif kegiatan praktikum yang dapat dilaksanakan secara mandiri. Pembelajaran dengan menggunakan kegiatan praktikum dapat dibagi menjadi dua, yaitu kegiatan praktikum dengan *real laboratory* dan *virtual laboratory*. Kegiatan praktikum dengan menggunakan *real laboratory*, penyelidikan atau percobaan dilakukan dengan bantuan media tiga dimensi [6]. Sedangkan kegiatan praktikum dengan menggunakan *virtual laboratory*, penyelidikan atau percobaan dilakukan dengan bantuan simulasi komputer. Dengan kata lain laboratorium virtual merupakan serangkaian alat laboratorium berbasis multimedia interaktif yang dioperasikan dengan komputer, sehingga pengguna seolah-olah beradapada laboratorium sebenarnya [7] [8].

Kegiatan praktikum dengan *real laboratory* dapat digunakan untuk meningkatkan motivasi belajar dan menguatkan ingatan siswa mengenai materi yang dieksperimenkan karena menggunakan alat dan bahan yang nyata untuk melakukan percobaan [9]. Kelemahan dari kegiatan praktikum dengan *real laboratory* ialah membutuhkan banyak waktu untuk pelaksanaannya serta alat laboratorium yang kurang lengkap atau bahkan rusak akan menghambat jalannya kegiatan praktikum, sehingga *virtual laboratory* dapat digunakan sebagai alternatif kegiatan praktikum [10]. Hal ini senada dengan [11] yang menyatakan kegiatan praktikum dengan *virtual laboratory* dapat digunakan menjelaskan konsep yang bersifat abstrak, dapat berupa penggunaan media animasi maupun simulasi sehingga dapat meningkatkan motivasi siswa dalam kegiatan praktikum. Virtual laboratory memiliki karakteristik yang merupakan solusi dari permasalahan pada *real laboratory*, baik ditinjau dari waktu, keselamatan praktikan, dan ketersediaan alat dan bahan [12], yang dapat digunakan kapanpun dan dimana pun, sehingga dapat dijadikan alternatif pengganti *real laboratory* [13].

Dalam pemanfaatannya, terdapat beberapa keuntungan dari virtual lab antara lain: (a) fleksibel dalam pengaturan waktu dan lokasi; (b) hasilnya tersedia secara instan; (c) hasilnya dapat diandalkan; (d) pengulangan bisa dilakukan langsung; (e) tidak perlu membeli peralatan laboratorium secara berkelanjutan; (f) percobaan aman, memungkinkan melakukan praktikum dengan bahan berbahaya atau mahal, dan (g) percobaan yang memakan waktu dapat dipersingkat [3] [14] [10]. Virtual lab merupakan salah satu dari model kegiatan praktikum, model lainnya *Cookbook Laboratory* [15], *Inquiry Laboratory* [16], *Problem Solving Laboratory* [17] dan *High Order Thinking (HOT) Laboratory* [18][19].

High Order Thinking (HOT-Lab) diartikan sebagai kegiatan praktikum yang diorientasikan pada pembekalan dan pelatihan keterampilan berpikir tingkat tinggi [18]. Beberapa penelitian telah mengembangkan model kegiatan HOT-Lab, salah satunya adalah penelitian yang berhasil mengembangkan model praktikum berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi yang disebut model *higher order thinking virtual laboratory (HOT-V Lab)*.

Model praktikum ini diorientasikan untuk melatih keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif melalui praktikum yang melibatkan materi-materi fisika dengan tingkat abstraksi tinggi. Pada model ini, data-data praktikum dikumpulkan dengan menggunakan peralatan virtual laboratorium [8]. Kelebihan dari model HOT-Lab adalah meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa [20]; sedangkan kelemahannya ialah keterbatasan peralatan dan waktu di sekolah yang sering menghambat kegiatan praktikum dengan model ini [19].

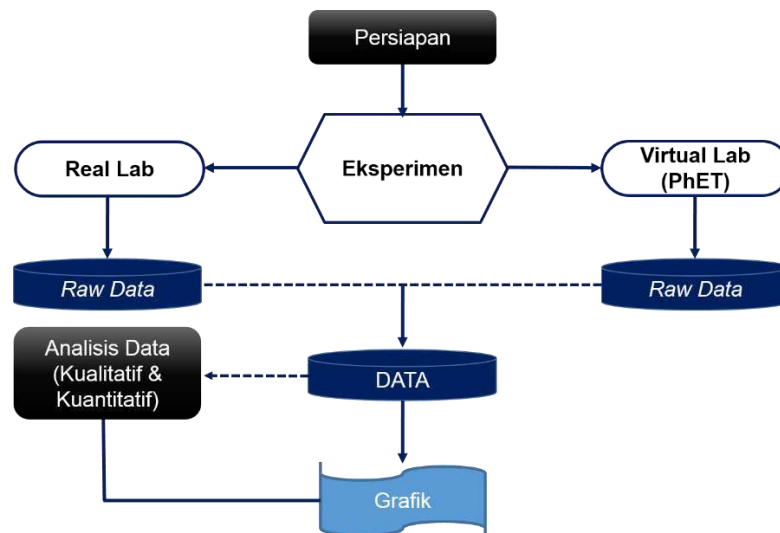
PhET merupakan salah satu jenis *virtual laboratory*. Beberapa kajian terkait PhET dilakukan oleh [21] [22] [23] pada PhET dapat menjelaskan konsep materi yang abstrak dan sulit dipahami dibandingkan dengan metode ceramah (2) dibanding dengan pembelajaran menggunakan KIT sederhana, PhET terbilang lebih efektif dalam membantu siswa memahami konsep yang bersifat abstrak, karena membutuhkan waktu yang sebentar dan tidak harus merangkai seperti KIT yang harus dirangkai terlebih dahulu (3) hasil pembelajaran dengan memanfaatkan PhET memperoleh hasil yang lebih baik dibanding dengan siswa yang tidak menggunakan PhET.

Berdasarkan hasil percobaan numerik pada siswa [24] sangat didorong untuk merumuskan hukum-hukum penting dalam fisika sendiri. Secara umum, ada dua jenis kegiatan yang membantu peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir mereka (1) dengan melakukan "investigasi" laboratorium, siswa dapat melakukan pengukuran numerik dan estimasi komputer terkait kuantitas fisik (2) kemudian, melalui diskusi dan debat yang intensif dan aktif, para siswa menafsirkan fakta dan data baru untuk menjadikannya bermakna bagi diri mereka sendiri. Ini mengarah pada "penemuan" hukum dasar atau keteraturan fisika. Secara keseluruhan, rangkaian kegiatan lab tersebut membantu siswa untuk menjadi simpatisan dan mengeksplor hasil nyata dari sebuah fenomena fisika. Kajian lain terkait kegiatan laboratorium dilakukan oleh [25] yang mengembangkan lembar kerja laboratorium berbasis literasi sains dan sikap ilmiah, hasil ini kemudian ditindaklanjuti dengan penelitian oleh [26] tentang efektivitas kerja laboratorium dengan pendekatan induktif guna meningkatkan sikap ilmiah dan keterampilan proses pada pembelajaran fisika

Laboratorium virtual pun berfungsi sebagai laboratorium yang berbasis komputer untuk kegiatan fisika. yang terdiri dari pembelajaran yang berhierarki dan logis [27] yang dimana para siswa mampu untuk (1) mengambil pengukuran numerik dan evaluasi proses yang sedang dieksplorasi (2) mengolah dan menafsirkan data (informasi / fakta) untuk menjadikannya bermakna bagi diri mereka sendiri melalui diskusi intensif (3) siswa menjadi mampu menulis formula dan merumuskan hukum-hukum dasar fisika itu sendiri. Pada artikel ini bertujuan untuk mencari tahu apakah hasil data yang diperoleh menggunakan *real laboratory* akan sama, tidak sama, atau hampir sama dengan hasil data yang diperoleh dengan menggunakan *virtual laboratory*.

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan model HOT-Lab. Kegiatan eksperimen dan pengambilan data dipandu menggunakan modul praktikum tentang hukum Archimedes. Eksperimen dilakukan secara virtual dengan menggunakan aplikasi simulasi PhET dan whatsapp sebagai komunikasi jarak jauh.. Analisis yang digunakan adalah analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Pada kegiatan *Virtual Lab* menggunakan media air pada simulasi PhET yang digunakan sebagai variabel bebas pada percobaan hukum Archimedes, sedangkan kayu sebagai variabel terikat. Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari berat benda terhadap gaya apung. Tahap pertama adalah mengukur massa, volume, massa jenis dari benda (kayu). Tahap kedua mengamati massa benda dengan massa 1 kg, 2 kg, dan 5kg. Tahap ketiga mengukur berat benda di udara dan di dalam fluida (air). Tahap keempat mengamati volume awal dan akhir dari air sebelum dan setelah diberi benda. Setiap percobaan dilakukan sebanyak 25 kali pengulangan agar memperoleh nilai terbaik dan ketidakpastiannya.

Percobaan dengan *Real Lab* digunakan sebagai data pembanding. Alat dan bahan serta prosedur percobaannya serupa dengan *Virtual Lab*, sehingga akan diperoleh nilai besaran yang sama baik pada medium air maupun medium udara. Tahap terakhir dari percobaan adalah mencatat data hasil percobaan yang kemudian kami olah dan hitung untuk dapat di analisis baik secara kualitatif dan kuantitatif.

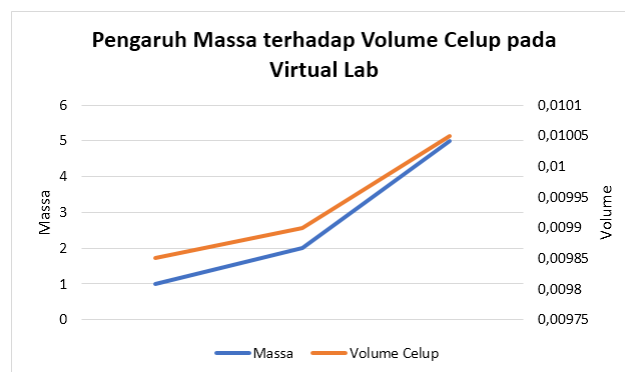
3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat dan bahan yang disamakan dengan jumlah volume air, volume benda, massa benda, dan jenis benda yang ada pada *Virtual Lab* untuk kesamaan dan keabsahan data yang valid dan tidak memiliki nilai error yang tinggi. Dengan menghitung berat balok di udara dan di air maka tiap benda dan tiap percobaan dapat menghasilkan nilai volume sebelum dicelupkan dan juga volume sesudah dicelupkan pada percobaan virtual dan real yang dapat dilihat pada [Tabel 1](#).

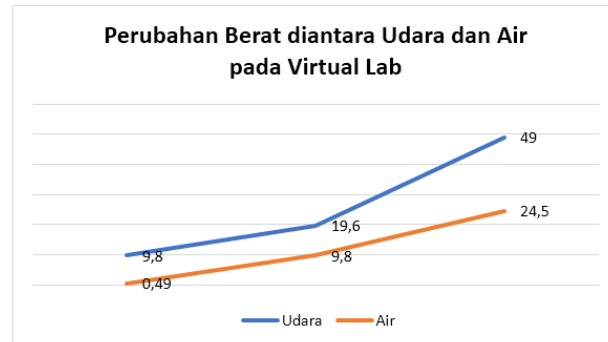
Tabel 1. Tabel Virtual Lab

Percobaan ke	m (kg)	W_{Balok}		V_{Balok} (m^3)	$V_{Sebelum}$ (m^3)	$V_{Sesudah}$ (m^3)
		Udara	Air			
1	1	9,8	0,49	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,5 \times 10^{-3}$
2		9,8	0,49	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,5 \times 10^{-3}$
3		9,8	0,49	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,5 \times 10^{-3}$
4		9,8	0,49	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,5 \times 10^{-3}$
5		9,8	0,49	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,5 \times 10^{-3}$
6		9,8	0,49	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,5 \times 10^{-3}$
7		9,8	0,49	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,5 \times 10^{-3}$
8		9,8	0,49	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,5 \times 10^{-3}$
9		9,8	0,49	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,5 \times 10^{-3}$
10		9,8	0,49	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,5 \times 10^{-3}$
11	2	19,6	9,8	5×10^{-3}	98×10^{-3}	99×10^{-3}
12		19,6	9,8	5×10^{-3}	98×10^{-3}	99×10^{-3}
13		19,6	9,8	5×10^{-3}	98×10^{-3}	99×10^{-3}
14		19,6	9,8	5×10^{-3}	98×10^{-3}	99×10^{-3}
15		19,6	9,8	5×10^{-3}	98×10^{-3}	99×10^{-3}
16		19,6	9,8	5×10^{-3}	98×10^{-3}	99×10^{-3}
17		19,6	9,8	5×10^{-3}	98×10^{-3}	99×10^{-3}
18		19,6	9,8	5×10^{-3}	98×10^{-3}	99×10^{-3}
19		19,6	9,8	5×10^{-3}	98×10^{-3}	99×10^{-3}
20		19,6	9,8	5×10^{-3}	98×10^{-3}	99×10^{-3}
21	5	49	24,5	$12,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$100,5 \times 10^{-3}$
22		49	24,5	$12,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$100,5 \times 10^{-3}$
23		49	24,5	$12,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$100,5 \times 10^{-3}$
24		49	24,5	$12,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$100,5 \times 10^{-3}$
25		49	24,5	$12,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$100,5 \times 10^{-3}$

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa setiap kenaikan 2 kali lipat dari massa dan volume balok awal maka volume air ketika benda tercelup akan menghasilkan kenaikan sebesar $5 \times 10^{-4} m^3$ dan jika tiap kenaikan meningkat sebesar 5 kali lipat dari massa dan volume balok awal maka, volume air ketika tercelum akan menghasilkan kenaikan sebesar $2 \times 10^{-2} m^3$. Nilai peningkatan volume tersebut dapat dilihat pada grafik hubungan peningkatan antara massa balok dengan kenaikan volume celup pada Gambar 2.

**Gambar 2.** Pengaruh massa terhadap volume celup pada *Virtual Lab*

Kenaikan pada massa dan volume celup yang disajikan grafik menunjukkan bahwa massa berpengaruh terhadap volume celup, yang ditunjukkan oleh kenaikan yang konstan. Pada Tabel 1 terdapat perubahan perubahan berat benda ketika di udara dan di air sesuai dengan kelipatan yang sama. Perubahan ini dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



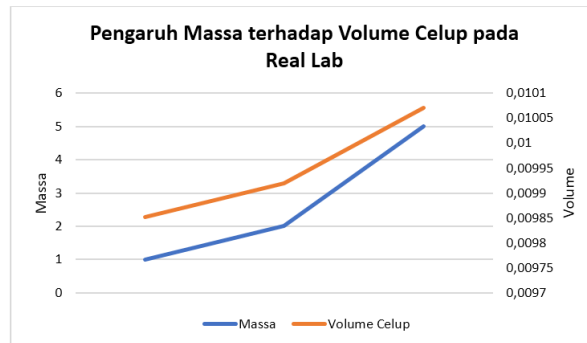
Gambar 2. Perubahan berat benda di udara dan di air pada *Virtual Lab*

Perubahan yang konstan sesuai dengan kelipatan massa dapat dilihat dari perubahan berat benda ketika di udara dan di air. Perubahan konstan tersebut menunjukkan bahwa jenis suatu media berpengaruh terhadap perubahan berat benda tersebut. Lalu adapun tabel percobaan *Real Lab* yang sama akan ditinjau dari faktor-faktor pada *Virtual Lab* yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Real Lab

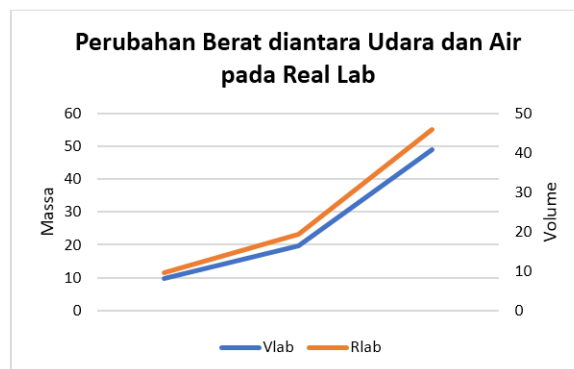
Percobaan ke	m (kg)	W_{Balok}		V_{Balok} (m ³)	$V_{Sebelum}$ (m ³)	$V_{Sesudah}$ (m ³)
		Udara	Air			
1	1	9,5	0,43	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,51 \times 10^{-3}$
2		9,6	0,43	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,52 \times 10^{-3}$
3		9,5	0,42	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,51 \times 10^{-3}$
4		9,6	0,44	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,51 \times 10^{-3}$
5		9,5	0,43	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,51 \times 10^{-3}$
6		9,5	0,42	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,52 \times 10^{-3}$
7		9,5	0,43	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,51 \times 10^{-3}$
8		9,5	0,43	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,51 \times 10^{-3}$
9		9,5	0,44	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,52 \times 10^{-3}$
10		9,4	0,43	$2,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$98,53 \times 10^{-3}$
11	2	19,3	9,5	5×10^{-3}	98×10^{-3}	$99,2 \times 10^{-3}$
12		19,3	9,65	5×10^{-3}	98×10^{-3}	$99,2 \times 10^{-3}$
13		19,2	9,65	5×10^{-3}	98×10^{-3}	$99,2 \times 10^{-3}$
14		19,4	9,6	5×10^{-3}	98×10^{-3}	$99,1 \times 10^{-3}$
15		19,5	9,65	5×10^{-3}	98×10^{-3}	$99,1 \times 10^{-3}$
16		19,3	9,55	5×10^{-3}	98×10^{-3}	$99,3 \times 10^{-3}$
17		19,3	9,6	5×10^{-3}	98×10^{-3}	$99,2 \times 10^{-3}$
18		19,3	9,65	5×10^{-3}	98×10^{-3}	$99,2 \times 10^{-3}$
19		19,3	9,65	5×10^{-3}	98×10^{-3}	$99,2 \times 10^{-3}$
20		19,3	9,65	5×10^{-3}	98×10^{-3}	$99,3 \times 10^{-3}$
21	5	46	24,3	$12,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$100,6 \times 10^{-3}$
22		45	24,4	$12,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$100,7 \times 10^{-3}$
23		45	24,4	$12,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$100,7 \times 10^{-3}$
24		46	24,35	$12,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$100,7 \times 10^{-3}$
25		46	24,3	$12,5 \times 10^{-3}$	98×10^{-3}	$100,6 \times 10^{-3}$

Pada Tabel 2, menunjukkan nilai rata-rata pada tiap data bervariasi, maka akan memberikan nilai yang konstan begitu pula dengan Virtual, maka dapat dilihat dalam grafik untuk perubahannya. Pengaruh massa terhadap volume celup benda pada percobaan *Real Lab* dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



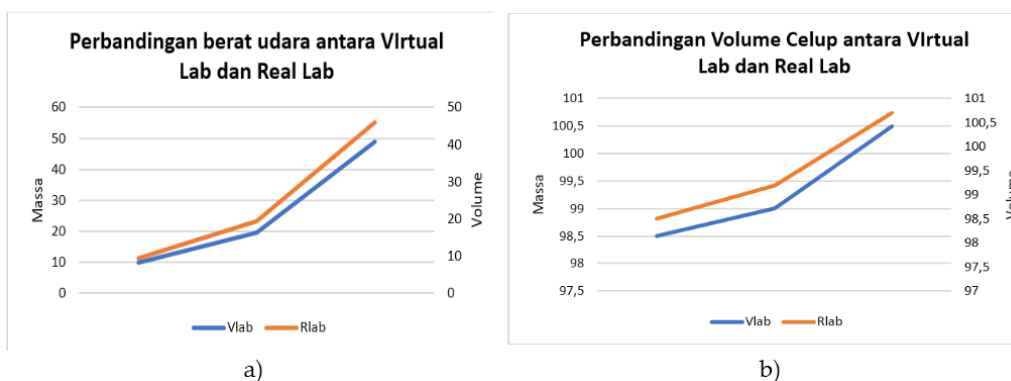
Gambar 3. Pengaruh massa terhadap volume celup pada *Real Lab*

Terdapat perbedaan yang dihasilkan pada pengaruh massa terhadap volume yang dilakukan di *Real Lab* yaitu ketidakseragaman data yang dikarenakan beberapa faktor yang terutama adalah *human error*, namun grafik tersebut menunjukkan bahwa data yang diperoleh cenderung konstan. Perubahan berat benda pada percobaan *Real Lab* udara dan air ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perubahan berat benda di udara dan di air pada *Real Lab*

Berdasarkan Gambar 4, perubahan berat benda pada medium udara maupun air tidak memiliki perbedaan yang signifikan, meskipun demikian terdapat selisih dari hasil pengukuran baik pada *virtual lab* maupun *real lab*. Guna untuk membandingkan data hasil percobaan antara *real lab* dan *virtual lab* maka dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan volume celup antara *Virtual Lab* dan *Real Lab*

Berdasarkan [Gambar 5](#), pertambahan nilai massa maupun volume nampak berbanding lurus, peningkatan ini merupakan peningkatan sebesar 2x, 3x, 4x, 5x, dan seterusnya. Hal tersebut mengindikasikan bahwa hasil *Real Lab* dan *Virtual Lab* memiliki kecenderungan yang sama, meskipun demikian tingkat akurasi dan presisinya memiliki perbedaan yang disebabkan oleh durabilitas alat yang berbeda dan terjadi kekeliruan dalam pengukuran maupun pembacaan alat ukur. Hasil akurasi pada percobaan *Real Lab* untuk berat benda di udara dapat dilihat pada perhitungan:

Benda bermassa 1kg

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

$$W_{\text{Udara}(1\text{kg})} = \frac{0,43 - 0,49}{0,43} - 100\% = 1,4\%$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - 1,4\% = 98,6\%$$

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

$$V_{\text{Celup}(1\text{kg})} = \frac{98,51 - 98,5}{98,51} - 100\% = 0,1\%$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - 0,1\% = 99,9\%$$

Benda bermassa 2kg

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

$$W_{\text{Udara}(2\text{kg})} = \frac{9,3 - 9,6}{9,3} - 100\% = 1,5\%$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - 1,5\% = 98,5\%$$

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

$$V_{\text{Celup}(1\text{kg})} = \frac{99,2 - 99}{99,2} - 100\% = 0,2\%$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - 0,2\% = 99,8\%$$

Benda bermassa 5kg

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

$$W_{\text{Udara}(1\text{kg})} = \frac{46 - 49}{46} - 100\% = 6,5\%$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - 6,5\% = 93,5\%$$

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

$$V_{\text{Celup}(1\text{kg})} = \frac{100,7 - 100,5}{100,7} - 100\% = 0,2\%$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - 0,1\% = 99,8\%$$

Pada perhitungan tersebut, dapat diketahui pada percobaan *Real Lab* untuk menentukan berat benda menghasilkan nilai *error* yang berkisar 1,4% hingga 6,5%, dan pada perhitungan volume benda yang tercelup menghasilkan nilai *error* yang relatif rendah, yaitu berkisar 0,1% hingga 0,2%. Sementara itu, percobaan yang dilakukan menggunakan *Virtual Lab* memiliki tingkat akurasi 100%, dikarenakan pada *Virtual Lab* merupakan instrumen alat ukur digital yang telah diatur sedemikian rupa sehingga tingkat presisi dan durabilitas lebih baik. Beberapa komponen memiliki kesamaan dan perbedaan sesuai dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya oleh [\[26\]](#), pada penelitiannya menyebutkan bahwa pada pengukuran terdapat perbedaan yang sedikit signifikan namun tidak mencolok, dan juga pada analisis data tidak ada perbedaan sama sekali. Berdasarkan hasil penelitian

yang diperoleh, nilai perbandingan antara ekseprimen menggunakan virtual maupun real tidak memiliki perbedaan yang cukup signifikan, meskipun masing-masing titik percobaan memiliki nilai ketidakpastian yang bervariasi namun tetap di dalam batas ambang ralat yang diijinkan.

4. Kesimpulan

Pada percobaan uji perbandingan antara *Real Lab* dengan *Virtual Lab* pada Hukum Archimedes menggunakan HOT-Lab menghasilkan nilai perbandingan nilai yang serupa namun hasil nilai yang berbeda. Volume celup pada benda bermassa 1kg hanya terdapat selisih 0,1 m³, pada benda bermassa 2 kg hanya terdapat selisih 0,2 m³, dan pada benda 5kg terdapat selisih 0,2 m³ juga. Hal tersebut masih terdapat nilai error dan memiliki akurasi yang sedikit akurat, dikarenakan alat yang digunakan pada *Real Lab* menggunakan alat yang masih baru dan jikapun terdapat selisih, maka hal tersebut hanyalah *human error* dengan nilai ralat. Berdasarkan hasil penelitian ini, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara Real Lab maupun Virtual Lab, sehingga kedua model eksperimen ini dapat dilaksanakan pada pembelajaran fisika di sekolah. Begitu pula dengan model HOT-Lab belum menunjukkan peningkatan yang cukup berarti, sehingga perlu dilakukan kolaborasi antara model-model kegiatan eksperimen lainnya agar hasilnya lebih umum.

Daftar Pustaka

- [1] D. H. Putri, E. Risdianto, and S. Sutarno, "Identifikasi Keterlaksanaan Praktikum Fisika SMA dan Pembekalan Keterampilan Abad 21," pp. 114–123, 2017, doi: 10.31219/osf.io/8ym5s.
- [2] D. Hodson, "Laboratory work as scientific method: Three decades of confusion and distortion," *J. Curric. Stud.*, vol. 28, no. 2, pp. 115–135, 1996, doi: 10.1080/0022027980280201.
- [3] R. P. Putra and R. A. Anjani, "Analisis Pemahaman Siswa Kelas 12 di SMAN 1 Cileunyi terhadap pembelajaran Fisika Online selama pandemi CoVid-19," *J. Profesi Kegur.*, vol. 6, no. 2, pp. 167–173, 2020.
- [4] A. Špernjak and A. Šorgo, "Perspectives on the introduction of computer-supported real laboratory exercises into biology teaching in secondary schools : teachers as part of the problem," *Challenges Sci. Math. Technol. Teach. Educ. Slov.*, vol. 14, pp. 135–143, 2009.
- [5] F. S. Arista and H. Kuswanto, "Virtual physics laboratory application based on the android smartphone to improve learning independence and conceptual understanding," *Int. J. Instr.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–16, 2018, doi: 10.12973/iji.2018.1111a.
- [6] H. Hikmawati, K. Kosim, and S. Sutrio, "Desain Perangkat Pembelajaran Fisika Dengan Metode Real Experiments Dan Virtual Experiments," *ORBITA J. Kajian, Inov. dan Apl. Pendidik. Fis.*, vol. 5, no. 2, p. 88, 2019, doi: 10.31764/orbita.v5i2.1303.
- [7] Y.- Maryuningsih, B. Manfaat, and R. Riandi, "Penerapan Laboratorium Virtual Elektroforesis Gel Sebagai Pengganti Praktikum Riil," *Phenom. J. Pendidik. MIPA*, vol. 9, no. 1, p. 48, 2019, doi: 10.21580/phen.2019.9.1.3320.
- [8] S. Sutarno, A. Setiawan, A. Suhandi, I. Kaniawati, and D. Hamdani, "Model Higher Order Thinking Virtual Laboratory: Model Praktikum Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah Secara Kreatif," *J. Pendidik. Eksakta*, vol. 3, no. 5, 2018.

- [9] W. dan M. M. Matsun; Sunarno, "Penggunaan laboratorium Riil dan Virtual Pada Pembelajaran Fisika dengan Model Inkuiri Terbimbing Ditinjau dari Kemampuan Matematis dan Keterampilan Berpikir Kritis," *JPF J. Pendidik. Fis.*, vol. IV, no. 2, 2016.
- [10] A. Dewi, U. Pendidikan, and G. Singaraja, "Komparasi Praktikum Riil dan Praktikum Virtual Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa SMA Pada Pembelajaran Larutan Penyangga," vol. 3, no. 2, pp. 85–93, 2019.
- [11] H. Siswono, Wartono, and S. Koes, "Pengaruh problem based learning berbantuan kombinasi real dan virtual laboratory terhadap keterampilan proses sains dan penguasaan konsep siswa di SMAN 1 Lumajang," *J. Ris. Pendidik. Fis.*, vol. 1, no. 1, pp. 5–16, 2016.
- [12] M. Rohmah, S. Ibnu, U. Wahidiyah, and U. N. Malang, "Pengaruh Real Laboratory dan Virtual Laboratory Terhadap Pemahaman Konsep Peserta Didik dengan Kemampuan Awal Berbeda Pada Materi Keseimbangan Kimia," *J. Teladan*, vol. 4, no. 1, 2019.
- [13] F. Khoiriroh and N. Shofiyah, "Perbedaan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas VIII pada Penggunaan Laboratorium Riil dengan Laboratorium Virtual Di SMP Negeri 1 Candi," *Proc. ICECRS*, vol. 2, no. 1, p. 299, 2019, doi: 10.21070/picecrs.v2i1.2388.
- [14] A. Špernjak and A. Šorgo, "Differences in acquired knowledge and attitudes achieved with traditional, computer-supported and virtual laboratory biology laboratory exercises," *J. Biol. Educ.*, vol. 52, no. 2, pp. 206–220, 2018, doi: 10.1080/00219266.2017.1298532.
- [15] W. -M Roth, "Experimenting in a constructivist high school physics laboratory," *J. Res. Sci. Teach.*, vol. 31, no. 2, pp. 197–223, 1994, doi: 10.1002/tea.3660310209.
- [16] A. Roychoudhury and W. M. Roth, "Interactions in an open-inquiry physics laboratory," *Int. J. Sci. Educ.*, vol. 18, no. 4, pp. 423–445, 1996, doi: 10.1080/0950069960180403.
- [17] A. Malik *et al.*, "Enhancing problem-solving skills of students through problem solving laboratory model related to dynamic fluid," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1157, no. 3, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1157/3/032010.
- [18] A. Malik, Adam ; Setiawan, Agus ; Suhandi, Andi ; Permanasari, *Model Higher Order Thinking Laboratory (HOT-Lab)*. 2018.
- [19] S. Sapriadi *et al.*, "Effect of Higher Order Thinking Virtual Laboratory (HOTVL) in Electric Circuit on Students' Creative Thinking Skills," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1204, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1204/1/012025.
- [20] A. Malik, A. Setiawan, A. Suhandi, and A. Permanasari, "Learning Experience on Transformer Using HOT Lab for Pre-service Physics Teacher's," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 895, no. 1, 2017, doi: 10.1088/1742-6596/895/1/012140.
- [21] K. Perkins *et al.*, "PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics," *Phys. Teach.*, vol. 44, no. 1, pp. 18–23, 2006, doi: 10.1119/1.2150754.
- [22] N. H. Rochmah and Madlazim, "MEDIA LAB VIRTUAL PhET PADA MATERI SUB POKOK BAHASAN FLUIDA BERGERAK DI MAN 2 GRESIK," vol. 02, no. 03, pp. 162–166, 2013.
- [23] S. Prihatiningtyas, T. Prastowo, and B. Jatmiko, "Implementasi simulasi phet dan kit sederhana untuk mengajarkan keterampilan psikomotor siswa pada pokok bahasan alat optik," *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 18–22, 2013, doi: 10.15294/jpii.v2i1.2505.

- [24] L. Oidov, U. Tortogtokh, and E. Purevdagva, "Virtual laboratory for physics teaching," *2012 Int. Conf. Manag. Educ. Innov.*, vol. 37, pp. 319–323, 2012, [Online]. Available: <http://www.ipedr.com/vol37/062-ICMEI2012-E10015.pdf>.
- [25] M. Abdulwahed and Z. K. Nagy, "Developing the TriLab, a triple access mode (hands-on, virtual, remote) laboratory, of a process control rig using LabVIEW and Joomla," *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 21, no. 4, pp. 614–626, 2013, doi: 10.1002/cae.20506.
- [26] A. Purwanti, N. Ngazizah, and E. S. Kurniawan, "Efektivitas Kerja Laboratorium Dengan Pendekatan Induktif Untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah dan Keterampilan Proses Siswa Kelas X SMA Negeri 5 Purworejo Tahun Pelajaran 2014/2015", *Radiasi*, vol. 8, no. 1, pp. 1-5, Apr. 2016.
- [27] L. N. Safitri, Fahrudin, and Jumadi, "Comparison of students science process skills after using learning an experimental and virtual laboratory on Archimedes Laws," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1440, no. 1, pp. 3–7, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1440/1/012079.