

Pengembangan Laboratorium Virtual Untuk Perkuliahan Statistika

Rohana¹, Ety Septiati^{2*}, Asnurul Isroqmi³

^{1,3} Universitas PGRI Palembang, Palembang, Indonesia

^{2*} Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author

Email: rohana@univpgri-palembang.ac.id¹, ety@ustjogja.ac.id^{2*}, asnurul_isroqmi@univpgri-palembang.ac.id³

Informasi Artikel

Diterima 10 Desember 2024

Direvisi 27 Desember 2024

Disetujui 15 Januari 2024

Received December 10th, 2024

Revised December 27th, 2024

Accepted January 15th, 2024

Kata kunci:

Laboratorium virtual,
Pengembangan, Praktikum,
Simulasi, Statistika

Keywords:

Virtual Laboratory,
Development, Practicum,
Simulation, Statistic

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan laboratorium virtual untuk perkuliahan Statistika yang valid, praktis dan efektif. Model ADDIE digunakan sebagai model pengembangan dengan tahapan *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Penelitian dilaksanakan di Universitas PGRI Palembang dengan melibatkan 37 peserta matakuliah Statistika Dasar. Laboratorium virtual diakses melalui *Learning Management System* Perguruan Tinggi dan terdiri dari 3 menu utama: modul praktikum, program simulasi dan soal tes. Modul praktikum berisi dasar teori untuk materi yang di-praktikum-kan, perangkat yang perlu dipersiapkan, pengenalan akan program simulasi yang digunakan dan lembar kerja praktikum. Program simulasi berupa tautan untuk dapat mengakses *PhET Interactive Simulation*, tempat dimana subjek akan melakukan praktikum, dan soal tes berupa kuis yang diikuti secara *online*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laboratorium virtual untuk perkuliahan statistika telah berhasil dikembangkan dan dinyatakan valid menurut pakar, praktis digunakan menurut hasil angket ke subjek penelitian dan cukup efektif terhadap hasil belajar statistika, khususnya materi bentuk dan sebaran data serta materi regresi linier. Dengan demikian, laboratorium virtual yang dikembangkan layak digunakan pada perkuliahan Statistika dan dapat menjadi alternatif lingkungan belajar.

ABSTRACT

The purpose of this research is to develop a valid, practical and effective virtual laboratory for Statistics lectures. The ADDIE model was used as a development model with the stages of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The research was conducted at PGRI University Palembang involving 37 participants in the Basic Statistics course. The virtual laboratory is accessed through the College Learning Management System and consists of 3 main menus: practicum modules, simulation programs and practice questions. The practicum module contains the theoretical basis for the material being practiced, the tools that need to be prepared, an introduction to the simulation program used and practicum worksheets. The simulation program is a link to be able to access Phet Interactive Simulation and Exercise questions in the form of quizzes that are followed online. The results showed that a virtual laboratory for statistics lectures has been successfully developed which is valid according to experts, practical to use according to the results of questionnaires to research subjects and quite effective on statistical learning outcomes, especially data shape and distribution material and

linear regression material. Thus, the virtual laboratory developed is suitable for use in Statistics lectures and can be an alternative learning environment.

Copyright © 2025 by the authors

This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-SA license. (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)

PENDAHULUAN

Statistika adalah pengetahuan yang berhubungan dengan cara-cara pengumpulan data, pengolahan atau penganalisisannya dan penarikan kesimpulan berdasarkan kumpulan data dan penganalisisan yang dilakukan. Peranan statistika yang luas dan nyata dalam kehidupan sehari-hari, menjadikan statistika penting untuk dipelajari secara bermakna oleh mahasiswa sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Namun banyak mahasiswa yang kesulitan dalam memahami statistika. Oleh karena itu, diperlukan pengajaran statistika dengan paradigma baru, yaitu pengajaran yang tidak hanya sekedar mengajarkan kepada mahasiswa tentang cara melakukan perhitungan rutin yang sarat dengan berbagai macam rumus, namun tidak diikuti dengan pemahaman dan pemaknaan atas apa yang telah dilakukan. Diperlukan pengajaran statistika yang bergerak dari pemahaman prosedural menuju ke pemahaman konseptual. Seiring dengan perkembangan teknologi, diperlukan juga pengetahuan praktis dan penguasaan aplikasi statistik yang baik. Untuk mencapai hal ini penggunaan masalah kehidupan nyata, teknologi modern seperti basis data, alat analisis dan visualisasi (online) sangat penting, yang berarti bahwa peninjauan kurikulum dan mengikuti perkembangan teknologi baru sangat disarankan (Kovacs, Kuruczleki, Kazar, Liptak, & Racz, 2021). Salah satu implementasinya adalah melalui pembelajaran statistik berbasis praktikum.

Berdasarkan penelitian Riyanto & Nugrahanti (2018), diperoleh hasil bahwa pembelajaran statistik berbasis praktikum membantu mahasiswa dalam memahami konsep-konsep dasar statistik. Pembelajaran statistik dasar menggunakan metode praktikum berbasis pendidikan karakter islami efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa (Nurizzati, 2016). Menurut Sagala (2014) praktikum atau eksperimen adalah percobaan untuk membuktikan suatu pertanyaan atau hipotesis tertentu, praktikum dapat dilakukan pada suatu laboratorium atau diluar laboratorium. Laboratorium merupakan tempat siswa biasanya melakukan eksperimen terhadap suatu objek yang butuh dipastikan kebenarannya. Dengan mengalami percobaan atau eksperimen secara langsung, keberadaan lab memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap hasil belajar siswa (Manikowati & Iskandar, 2018).

Menurut Kocijancic & O'Sullivan (2004), jika laboratorium "nyata" melibatkan eksperimen dengan menggunakan sistem akuisisi data, laboratorium "virtual" memerlukan simulasi dan animasi interaktif. Laboratorium virtual merupakan kumpulan perangkat laboratorium yang disajikan dalam bentuk media lunak komputer berbasis multimedia interaktif, yang dijalankan menggunakan perangkat komputer dan dapat menampilkan simulasi kegiatan. Oleh karena itu, laboratorium virtual menawarkan kesempatan untuk berlatih beberapa kali, kapan saja, dengan kecepatan apa pun. Laboratorium virtual memungkinkan siswa untuk maju dengan kecepatan mereka sendiri, memberi siswa umpan balik langsung sehingga mereka dapat memeriksa pembelajaran mereka (Aliksoy & Islek, 2017). Siswa dapat mengakses laboratorium virtual melalui komputer dan perangkat seluler, sehingga memberikan dimensi baru bagi siswa (Lynch & Ghergulescu, 2017). Menurut Kholifa, Suswanti, & Nuryadi (2019) laboratorium pembelajaran matematika virtual efektif ditinjau dari kemampuan komunikasi dan *adaptive e-learning*. Penelitian Darari, Panjaitan,

Febrian, & Harahap (2021) juga menunjukkan bahwa penerapan aktivitas laboratorium virtual pada mata kuliah Matematika Dasar melalui simulasi interkatif pembahasan Integral secara daring di masa pandemi adalah efektif. Laboratorium pembelajaran matematika virtual dengan bantuan *software Appy Pie* memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif ditinjau dari kemampuan komunikasi dan *adaptive e learning* (Kholifa, Suswanti, & Nuryadi, 2019).

Pada saat ini para pendidik sudah mulai mendapatkan akses untuk menggunakan berbagai macam teknologi guna meningkatkan efektifitas proses belajar dan mengajar. Beberapa laboratorium virtual matematika telah diciptakan, diantaranya yaitu *Virtual Math Lab* dari *Mathematics Centre* <https://cm.pg.edu.pl> ; *PhET Lab Interactive simulation* <https://phet.colorado.edu/> , *Math Lab* dari *Merlot (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching)* https://virtuallabs.merlot.org/vl_math.html , virtual laboratorium Pendidikan matematika dari Universitas PGRI Semarang <https://vlab-pmath.upgris.ac.id> dan Laboratorim Statistika Virtual FMIPA Universitas Jember <http://statslab-rshiny.fmipa.unej.ac.id>. berbasis GUI-Web menggunakan R-Shiny. Pada umumnya laboratorium virtual yang ada hanya berupa simulasi percobaan belum dilengkapi fitur-fitur pendukung pembelajaran. Padahal menurut Bates (2019), lingkungan belajar di era pengajaran digital ini harus memperhatikan beberapa komponen, yaitu: karakteristik pembelajar, tujuan pembelajaran, aktivitas yang mendukung pembelajaran, strategi penilaian yang dapat mengukur dan mengendalikan pembelajaran serta budaya. Hasil penelitian Gribusts (dalam (Andersone, 2017)) menunjukkan bahwa lingkungan belajar yang ditata berdasarkan kebutuhan saat ini dapat meningkatkan prestasi belajar siswa. Lingkungan belajar dan proses belajar hendaknya dirancang tidak hanya memungkinkan siswa belajar dengan satu pola/gaya yang sama tapi lebih kepada menempatkan siswa pada situasi yang sesuai dengan gaya belajarnya masing-masing (Özerem & Akkoyunlu, 2015). Meniliki uraian di atas, perlu untuk mengembangkan laboratorium virtual yang dapat menunjang perkuliahan statistika.

METODE

Penelitian dilakukan di Universitas PGRI Palembang di Jalan Jend. A. Yani Lrg. Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang dengan subjek 37 orang mahasiswa semester 3 (tiga) program studi PGSD FKIP Universitas PGRI Palembang. Objek penelitian adalah kualitas laboratorium virtual yang dikembangkan dan menggunakan metode penelitian pengembangan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementasion, and Evaluation*). Adapun tahap yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Tahap **Analysis**, meliputi kegiatan studi pendahuluan, analisis kurikulum, analisis kebutuhan yang disesuaikan dengan sistem perkuliahan, dan produk yang akan dikembangkan yaitu laboratorium virtual. Berdasarkan analisis kurikulum dan silabus, diketahui ada 8 (delapan) capaian mata kuliah Statistika Dasar sebagai mata kuliah wajib bagi mahasiswa FKIP semester 3 (tiga). Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa simulasi adalah kunci yang membedakan laboratorium virtual dengan laboratorium “nyata” dan bisa diakses kapan saja dimana saja. Dengan demikian perkuliahan akan memanfaatkan *e-learning* sisfo (sistem informasi) yang sudah ada di Universitas PGRI Palembang.
2. Tahap **Design**, pada tahap ini dilakukan pembuatan rancangan laboratorium virtual yang meliputi:
 - a. Pemilihan materi berdasarkan kebutuhan peserta mata kuliah serta kesesuaian dengan program simulasi. Maka dari itu ditetapkan 3 materi yang akan diteliti, yakni: ukuran pemusatan data, ukuran penyebaran data, serta korelasi dan regresi linier sederhana.
 - b. Merancang proses interaksi dan simulasi yang akan diterapkan, dimana kegiatan perkuliahan dilaksanakan secara tatap muka namun kegiatan praktikum dilakukan secara

daring (dalam jaringan) pada laboratorium virtual melalui e-learning sisfo Universitas PGRI Palembang. Simulasi akan menggunakan program simulasi yang telah ada, yakni *PhET Lab Interactive simulation* setelah mempelajari beberapa penelitian terdahulu, serta kesesuaian dengan karakteristik subjek yang berlatar belakang non eksakta. Di akhir materi perkuliahan akan dilakukan tes secara *online* melalui e-learning sisfo.

- c. Mempersiapkan perangkat yang akan digunakan, yakni mempersiapkan 'kelas' laboratorium virtual di e-learning sisfo serta aturan untuk bisa mengaksesnya.
 - d. Merancang instrument penelitian yang akan digunakan, meliputi petunjuk praktikum, lembar kerja praktikum, soal tes dan angket kepraktisan produk. Soal tes digunakan untuk uji efektifitas produk, yakni melihat apakah laboratorium virtual efektif digunakan terhadap pemahaman mahasiswa pada materi. Soal tes dirancang mengacu pada capaian pembelajaran. Sedangkan angket untuk mengetahui apakah laboratorium virtual yang dikembangkan sudah praktis dan mudah dalam pemakaiannya oleh pengguna. Angket dirancang bersifat tertutup, berisi 13 pernyataan yang akan diberikan penilaian oleh subjek dalam skala 1 sampai dengan 4 (Sangat Setuju, Setuju, Kurang Setuju dan Tidak Setuju).
3. Tahap **Development**, pada tahap ini melakukan pengembangan laboratorium virtual yang terdiri dari 3 menu utama: modul praktikum, program simulasi dan soal tes. Modul praktikum berisi dasar teori untuk materi yang di-praktikum-kan, perangkat yang perlu dipersiapkan, pengenalan akan program simulasi yang digunakan dan lembar kerja praktikum. Program simulasi berupa tautan untuk dapat mengakses *PhET Interactive Simulation*, tempat dimana subjek akan melakukan praktikum. Soal tes berupa kuis yang diikuti secara *online*, berisi 5 soal pilihan ganda pada setiap materi. Pada tahap ini dilakukan validasi oleh ahli. Adapun aspek yang divalidasi meliputi materi dan media. Setelah dilakukan uji validasi, dilakukan revisi produk atas saran ahli agar media pembelajaran yang dikembangkan menjadi layak digunakan dari segi materi maupun tampilannya. Pada tahap ini juga dilakukan ujicoba produk ke mahasiswa non subjek penelitian, yaitu 20 orang mahasiswa dari program studi PGSD yang juga mengambil mata kuliah Statistika Dasar namun dari kelas yang berbeda. Mahasiswa melakukan praktikum di laboratorium virtual yang telah dikembangkan dan melakukan pengisian angket kepraktisan produk.
 4. Tahap **Implementation**, yaitu penggunaan laboratorium virtual oleh subjek penelitian pada perkuliahan Statistika Dasar. Sesuai Rencana Perkuliahan Semester (RPS), tahap ini dilaksanakan dalam 6 kali pertemuan, yaitu 2 kali pertemuan untuk setiap materi. Setiap pertemuan berbobot 2 sks, dimana pada setiap miggunya alokasi waktu yang diperlukan adalah 2 x 50 menit untuk kuliah tatap muka, penyajian materi oleh dosen serta diskusi kelas, 2 x 60 menit untuk mahasiswa belajar mandiri pada laboratorium virtual dan 2 x 60 menit untuk mengerjakan instruksi yang ada pada Lembar Kerja Praktikum pada laboratorium virtual. Di akhir pertemuan pada setiap materi, mahasiswa mengerjakan soal tes untuk mengetahui efektivitas produk terhadap pemahaman mahasiswa pada materi.
 5. Tahap **Evaluation**, yaitu melakukan evaluasi, perbaikan dan penyempurnaan terhadap produk yang telah melalui 4 tahapan sebelumnya.

Teknik pengumpulan data penelitian, yaitu: 1) **Angket**, digunakan untuk validasi pakar, dan angket respon sebagai hasil uji coba produk kepada mahasiswa; 2) **Tes**, dilaksanakan untuk melihat efektivitas produk terhadap pemahaman mahasiswa pada materi kuliah. dan 3) **Dokumentasi**, yaitu prototipe, komentar/saran dari validator, komentar/saran dari mahasiswa, dan hasil jawaban mahasiswa. Teknik analisis data yang dilakukan, meliputi:

1. Analisis Validitas

Berdasarkan data angket validasi ahli yang menggunakan skala Likert 1 sampai dengan 4, dihitung skor rata-rata lembar validasi ahli. Kriteria kevalidan dapat dilihat pada Tabel 1. Produk yang dikembangkan dinyatakan memiliki nilai validitas yang baik, jika minimal kriteria yang dicapai adalah **Valid**.

Tabel 1. Kriteria validitas produk

Interval skor	Kriteria
$x > 3,4$	Sangat valid
$2,8 < x \leq 3,4$	Valid
$2,2 < x \leq 2,8$	Cukup valid
$1,6 < x \leq 2,2$	Kurang valid
$x \leq 1,6$	Tidak valid

(Riduwan, 2015)

2. Analisis kepraktisan

Langkah-langkah untuk menganalisis kepraktisan perangkat pembelajaran yang diperoleh dari angket respon mahasiswa. Berdasarkan skor rata-rata yang diperoleh hasil angket respon mahasiswa dikategorikan sesuai kriteria pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria kepraktisan produk

Interval skor	Kriteria
$x > 3,4$	Sangat praktis
$2,8 < x \leq 3,4$	Praktis
$2,2 < x \leq 2,8$	Cukup praktis
$1,6 < x \leq 2,2$	Kurang praktis
$x \leq 1,6$	Tidak praktis

(Riduwan, 2015)

Produk yang dikembangkan dinyatakan memiliki nilai kepraktisan yang baik, jika minimal kriteria kepraktisan yang dicapai adalah **praktis**.

3. Analisis efektivitas

Efektifitas penggunaan laboratorium virtual dalam perkuliahan dilihat dari capaian ketuntasan klasikal, dimana :

$$\text{ketuntasan klasikal} = \frac{\text{jumlah praktikan yang tuntas}}{\text{jumlah praktikan}} \times 100\%$$

Praktikan dikatakan mencapai ketuntasan jika memperoleh nilai akhir ≥ 70 . Adapun hal ini mengacu pada pedoman penilaian yang berlaku di Universitas PGRI Palembang, dimana mahasiswa berhak memperoleh Huruf Mutu B, jika nilai akhir mencapai minimal 70. Adapun kategori efektifitas produk dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Kriteria efektivitas produk

Tingkat pencapaian	Kategori
90 - 100	Sangat efektif
80 - 89	efektif
65 - 79	cukup efektif
55 - 64	kurang efektif
0 - 54	Tidak efektif

(Fitra & Maksum, 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dikumpulkan dan dianalisis pada setiap tahapan dalam pengembangan model ADDIE dapat uraikan sebagai berikut:

1. Tahap *Analysis*.

a. Analisis Kurikulum.

Analisis kurikulum dilakukan dengan memperhatikan silabus mata kuliah Statistika Dasar. Kegiatan analisis kurikulum dilakukan untuk mengetahui silabus yang digunakan dalam perkuliahan Statistika Dasar. Kurikulum yang digunakan berorientasi Kurikulum Kampus Merdeka (Kurikulum Tahun 2021). Kurikulum yang akan menghantarkan mahasiswa pada capaian pembelajaran Program studi, yakni: menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang pendidikan secara mandiri,; mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif, dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang keahliannya ; mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur; serta menguasai konsep-konsep dasar statistik dalam pendidikan.

b. Analisis Kebutuhan Mahasiswa

Analisis kebutuhan mahasiswa dilakukan untuk mengetahui gambaran dalam membuat Laboratorium Virtual. Berdasarkan pengalaman mengampu mata kuliah Statistika Dasar lebih dari 5 tahun dimana sebagai calon guru mahasiswa harus memahami konsep yang akan memudahkan mengajar, disamping itu juga adanya kebutuhan akan kecakapan terhadap literasi numerasi dan literasi digital.

c. Analisis Materi

Analisis materi pembelajaran mulai dari konsep, prinsip, dan fakta, serta prosedur yang sesuai dengan bahan penelitian pengembangan. Dalam analisis materi pembelajaran yang terdapat di Silabus Kurikulum 2021, materi yang dianalisis adalah materi ukuran pemusatan data dan kaitannya dengan bentuk serta penyebaran data, serta materi analisis korelasi dan regresi linier.

2. Tahap *Design*.

Pada tahap ini dilakukan pembuatan rancangan laboratorium virtual yang dituangkan dalam *storyboard* pada **Tabel 4**.

Tabel 4. *Story board* desain laboratorium virtual

No.	Komponen	Deskripsi	Teknologi/program yang digunakan
1.	Tampilan pada <i>e-learning</i>	Menggunakan latar belakang yang berwarna, menarik dan mudah dioperasikan	<i>e-learning</i> Universitas PGRI Palembang
2.	Menu utama	Berisi bagian-bagian inti pada laboratorium virtual	<i>e-learning</i> Universitas PGRI Palembang
3.	Program simulasi	Link program simulasi yang akan digunakan pada kegiatan praktikum	https://phet.colorado.edu/ .
4.	Modul praktikum	Uraian lengkap terkait kegiatan praktikum	Microsoft Word, PDF

No.	Komponen	Deskripsi	Teknologi/program yang digunakan
5.	Soal tes	Berisi tentang soal-soal pilihan ganda.	<i>e-learning</i> Universitas PGRI Palembang

3. Tahap *Development*

Pada tahap pengembangan dilakukan proses integrasi dari modul yang telah disusun dan program simulai yang telah ditentukan ke *e-learning* Universitas PGRI Palembang. Pada tahap ini dihasilkan *Prototipe 1*. Sebagai langkah awal, untuk bisa mengakses lab virtual, mahasiswa/peserta praktikum/praktikan harus melakukan proses registrasi. Selanjutnya tampilan menu utama laboratorium virtual disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Menu Utama Laboratorium Virtual

Pada setiap modul berisi dasar teori, petunjuk praktikum, *link* simulasi dan soal tes. Hasil validasi ahli disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Saran validator terhadap *prototype I*

Validator	Komentar/Saran	Keputusan Revisi
1	Bagus, ada eksplorasi mahasiswa untuk memahami konsep	-
2	Sebaiknya utuk materi dipisahkan jangan digabung dengan petunjuk praktikum.	Bagian Materi akan ditampilkan tersendiri, terpisah dari Petunjuk Praktikum

Validator	Komentar/Saran	Keputusan Revisi
	Penulisa soal latihan harus memperhatikan kaidah penulisan soal pilihan ganda	Perbaikan pada penulisan beberapa nomor soal tes, terutama bagian <i>option</i> Jawaban yang benar tidak dinformasikan, namun praktikan tetap bisa mencoba menjawab latihan sebanyak maksimal 2 kali untuk diambil nilai tertinggi.
3	Untuk petunjuk praktikum dan lembar kerja digabung, materi dipisah Di akhir pertemuan dibuat proyek untuk keterkaitan materi	Bagian Materi akan ditampilkan tersendiri, terpisah dari Petunjuk Praktikum Belum bisa dilaksanakan saat ini karena keterbatasan waktu penelitian, akan diperbaiki untuk penelitian lanjutan

Adapun perbaikan yang telah dilakukan pada *prototipe* 1 dapat dilihat pada Tabel 6 selanjutnya menjadi *prototipe* ke-2.

Tabel 6. Deskripsi *prototipe ke-2* laboratorium virtual

1. Bagian Materi akan ditampilkan tersendiri, terpisah dari Petunjuk Praktikum

Sebelum Revisi



Setelah
revisi



2. Perbaikan pada penulisan beberapa nomor soal tes, terutama bagian *option*

Sebelum
Revisi

3. Deskripsi yang tidak tepat untuk kurva berikut adalah...

- Menceng kearah kiri
- Nilai observasi yang berfrekuensi rendah lebih banyak dikiri dari rata rata
- Nilai rata-rata lebih besar daripada nilai median
- Kemiringannya negatif

Jawaban: C

4. Diketahui nilai ujian mahasiswa berdistribusi menceng ke kiri. Jika nilai rata-rata ujian mahasiswa 75, maka nilai median ujian mahasiswa yang mungkin adalah....

- 75
- 70
- 80
- 75,1

Jawaban: C

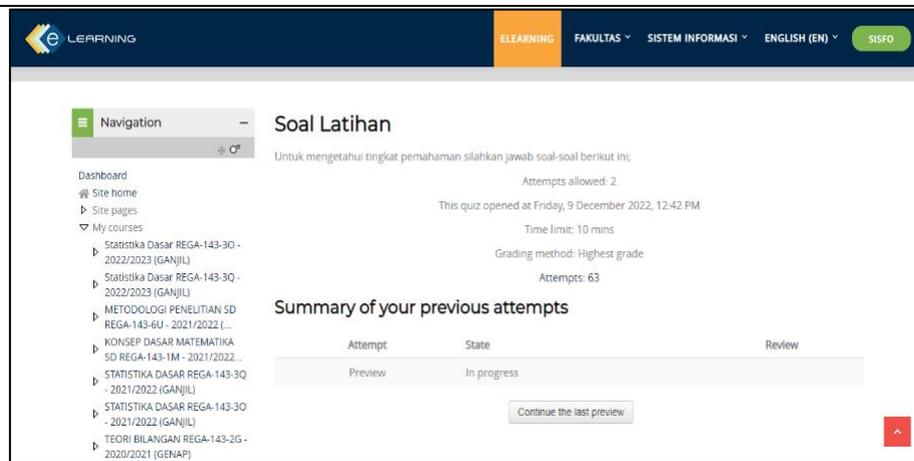
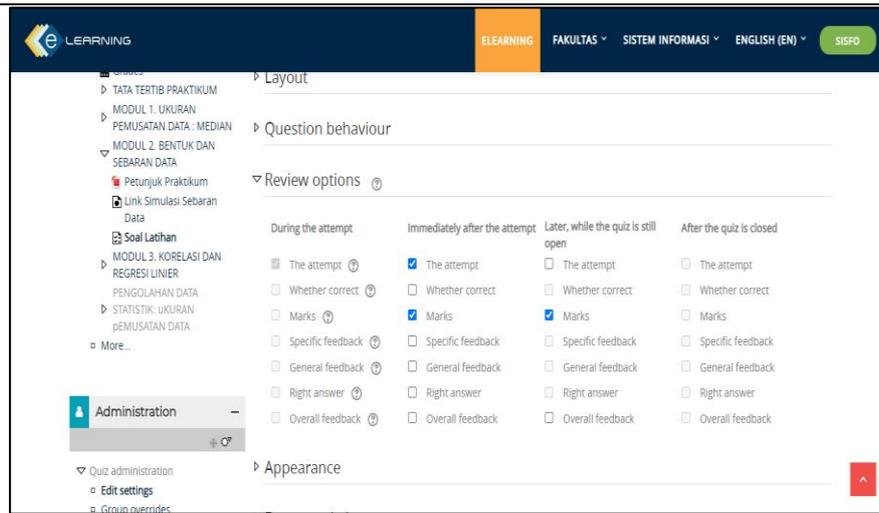
Setelah
revisi

3. Jawaban yang benar tidak dinformasikan, namun praktikan tetap bisa mencoba menjawab latihan sebanyak maksimal 2 kali untuk diambil nilai tertinggi.

Sebelum
Revisi

Praktikan bisa mencoba menjawab latihan sebanyak maksimal 2 kali untuk diambil nilai tertinggi dan diberikan informasi jawaban yang benar (kunci jawaban) setiap selesai menjawab.

Setelah revisi

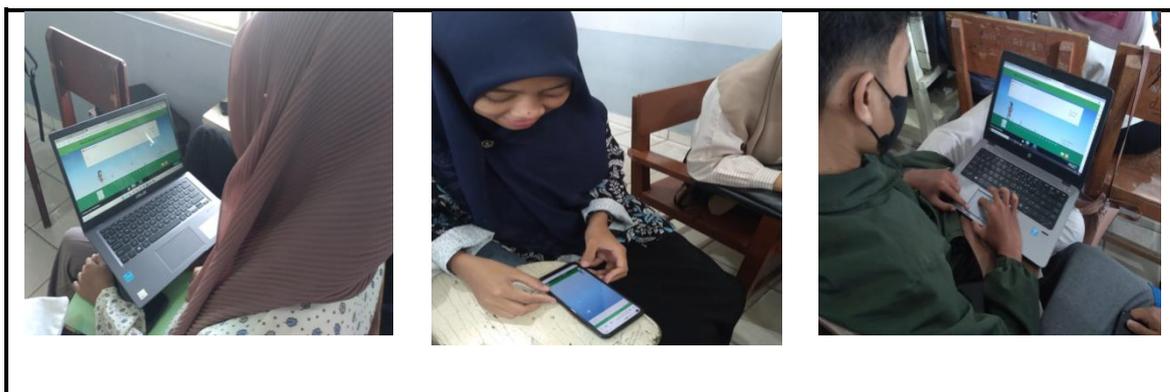


Selanjutnya *prototipe* ke-2 laboratorium virtual yang telah diperbaiki sesuai komentar/saran validator divalidasi kembali dengan hasil penilaian produk layak digunakan tanpa revisi dengan penilaian pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil angket validasi ahli

No	Kriteria Penilaian	Validator		
		1	2	3
1	Aspek Materi/desain pembelajaran	45	44	44
2	Aspek Media	42	33	42
	Rata-rata tiap validator	3,8	3,3	3,7
	Rata-rata		3,6	

Berdasarkan Tabel 7, nilai rata-rata 3,6 menandakan laboratorium virtual yang dikembangkan dinyatakan sangat valid menurut penilaian para ahli. Pada tahap *small group*, produk diujicobakan pada 6 orang mahasiswa sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Ujicoba produk pada *small group*

Hasil analisis data angket *smallgroup* ditampilkan pada Tabel 8 dan didapat rata-rata sebesar 3,1 dengan kategori praktis. Artinya produk laboratorium virtual dapat digunakan ke tahap selanjutnya.

Tabel 8. Hasil angket ujicoba kepraktisan

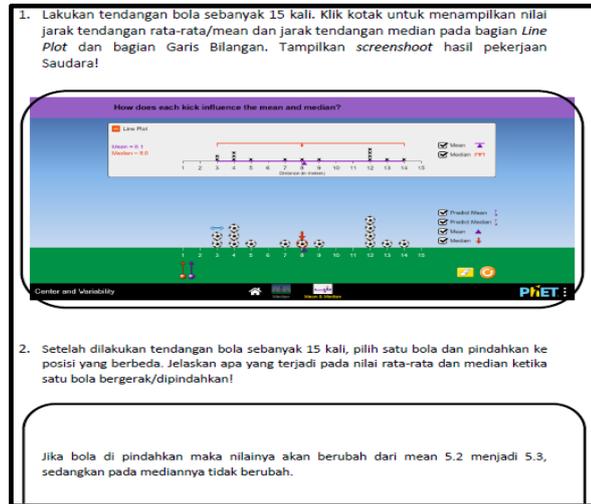
No	Pernyataan	Rata-Rata Skor
1	Laboratorium Virtual mudah digunakan	3,0
2	Laboratorium Virtual praktis digunakan	3,0
3	Laboratorium Virtual dapat digunakan untuk memahami materi ukuran pemusatan data	3,3
4	Laboratorium Virtual dapat digunakan untuk melakukan evaluasi	2,8
5	Tampilan Laboartorium Virtual menarik	3,3
6	Adanya simulasi pada laboratorium Virtual memudahkan untuk melakukan pengumpulan data	3,3
7	Adanya simulasi pada laboratorium Virtual memudahkan untuk melakukan perubahan data	3,3
8	Adanya simulasi pada laboratorium Virtual memudahkan dalam menentukan pusat data	3,3
9	Adanya simulasi pada laboratorium Virtual memudahkan dalam melihat pengaruh perubahan data terhadap nilai rata-rata (mean) dan median	3,3
10	Adanya Lembar Kerja pada laboratorium Virtual memudahkan dalam memahami materi	3,0
11	Adanya Lembar Kerja pada laboratorium Virtual memberikan arahan dalam memahami materi	3,0
12	Saya merasa puas menggunakan Laboratorium Virtual sebagai kegiatan praktikum dalam perkuliahan	3,0
13	Saya merasa senang menggunakan Laboratorium Virtual sebagai kegiatan praktikum dalam perkuliahan	3,0

Rata-rata

3,1

4. Tahap *Implementation*.

Pada Gambar 3 ditampilkan jawaban praktikan pada lembar kerja praktikum saat implementasi. produk.



Gambar 3. Cuplikan Jawaban Subjek 1 pada Lembar Kerja Modul 2

5. Tahap *Evaluation*.

Pada tahap ini dilakukan evaluasi produk laboratorium virtual *sebagai tahap akhir*. Hasil analisis terhadap data tes yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya disajikan pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9. Statistika deskriptif data *fieldtest*

<i>Nilai Akhir</i>	
Mean	74,6
Median	80,0
Mode	80,0
Standard Deviation	15,4
Kurtosis	-0,1
Skewness	-0,3
Minimum	40,0
Maximum	100,0
Count	37

Berdasarkan Tabel 9, kemampuan mahasiswa dalam memahami materi setelah melaksanakan perkuliahan statistika dengan laboratorium virtual dapat dikatakan baik. Hal ini terlihat dari capaian nilai rata-rata sebesar 74,6. dan nilai modus serta median yang mencapai 80. Meskipun masih ada mahasiswa yang mendapat nilai minimum sebesar 40, namun 24 dari 37 mahasiswa telah mencapai nilai di atas 70. Hal ini dapat dilihat secara rinci pada Tabel 10. Artinya, dicapai ketuntasan klasikal sebesar 65%.

Tabel 10. Distribusi Frekwensi data *Fieldtest*

Nilai	Frekwensi
0	0
20	0
40	2
60	11
80	19
100	5

Dengan demikian, berdasarkan kriteria efektifitas pada Tabel 3, laboratorium virtual dikategorikan cukup efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk laboratorium virtual layak dan menarik digunakan mahasiswa dan dosen dalam perkuliahan Statistika Dasar karena telah melalui prosedur penelitian pengembangan secara bertahap. Terbukti bahwa kemajuan teknologi informasi telah mendorong pengembangan media maupun metode pembelajaran (Mweene & Muzaza, 2020). Akan tetapi, eksperimen akan efektivitas laboratorium virtual untuk pengajaran memang membutuhkan lebih banyak uji coba untuk menyediakan lebih banyak data, sebelum hasil yang pasti dapat ditentukan (Mutigwe, Mtigwe, & Chikweche, 2017).

Tahap awal adalah pengembangan laboratorium virtual adalah analisis kurikulum, kebutuhan mahasiswa, dan materi. Didapat bahwa penyajian laboratorium virtual hendaknya sesuai dengan silabus perkuliahan mata kuliah Statistika Dasar Hal ini sejalan dengan pendapat Herawan dan Utami (Nuryati, Anggoro, & Putra, 2021) bahan ajar berisi pengetahuan, keterampilan, dan mencakup sikap yang wajib dimengerti oleh siswa guna mencapai standar kompetensi yang telah ditentukan.

Kemudian pada tahap desain, peneliti telah merancang agar dalam pemanfaatan laboratorium virtual dalam perkuliahan sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan peserta matakuliah. Permasalahan utama yang paling banyak menyebabkan pemanfaatan laboratorium virtual dalam pembelajaran adalah rendahnya pemahaman konsep siswa terhadap materi yang dipelajari (Zaturrahmi, Festiyed, & Ellizar, 2020). Maka dari itu disusun Petunjuk Praktikum yang membantu praktikan untuk melaksanakan kegiatan praktikum lebih terarah. Lembar Kerja Praktikum disusun untuk menanamkan konsep kepada mahasiswa sehingga capaian perkuliahan bisa dicapai. Hal ini menjadi salah satu kelebihan dari pengembangan yang telah dilakukan.

Hasil implementasi penggunaan laboratorium virtual pada perkuliahan statistika dilihat melalui tes formatif yang diberikan pada mahasiswa diakhir kegiatan belajar. Setelah dianalisis dan dievaluasi lebih dari 65% mahasiswa mencapai nilai Baik. Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa hasil penelitian, yakni Nisa, Yohanie, & Darsono (2024) bahwa bahan ajar interaktif yang dikembangkan memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif digunakan dalam pembelajaran statistika; Sari, Arifin, & Efriani (2024) yang juga mengembangkan bahan ajar untuk materi statistika berbasis digital dengan memanfaatkan teknologi serta Darari, Panjaitan, Febrian, & Harahap (2021) dimana terdapat perbedaan peningkatan capaian nilai pembelajaran secara signifikan antara mahasiswa yang diajarkan menggunakan simulasi interaktif dan mahasiswa yang diajarkan tanpa menggunakan simulasi interaktif. Selain itu juga penelitian Jaya (2012) bahwa aktivitas laboratorium virtual melalui simulasi interaktif dapat dikatakan efektif, sehingga perlu adanya kegiatan lab atau praktikum untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan yang menggunakan model ADDIE didapat pengembangan laboratorium virtual dinyatakan valid, praktis dan cukup efektif. Dengan demikian Laboratorium virtual ini layak digunakan pada perkuliahan Statistika dan dapat menjadi alternatif lingkungan belajar yang efektif dan efisien. Selanjutnya, bagi dosen yang akan memanfaatkan Laboratorium Virtual dalam perkuliahan disarankan untuk melakukan tindak lanjut berupa pembahasan dalam perkuliahan tatap muka terkait hasil praktikum, sehingga hasil yang didapat bisa lebih maksimal. Selain itu, konten yang ada pada laboratorium virtual dapat terus diperbaiki dan disempurnakan dengan mengembangkan program simulasi sendiri, sehingga orisinalitas produk dapat dipertahankan dan menjadi daya jual tersendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliksoy, G., & Islek, D. (2017). The Impact of the Virtual Laboratory on Students' Attitudes in a General Physics Laboratory. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 13(4). <https://doi.org/10.3991/ijoe.v13i04.6811>
- Andersone, R. (2017). The Learning Environment in Today's School in the Context of Content Reform of Curriculum. *RURAL ENVIRONMENT. EDUCATION. PERSONALITY*, (pp. 17-22). Jelgava. Retrieved from https://llufb.llu.lv/conference/REEP/2017/Latvia-Univ-Agricult-REEP-2017_proceedings-17-22.pdf
- Darari, M. B., Panjaitan, M., Febrian, D., & Harahap, F. (2021, Juli – Desember). Efektivitas Penerapan Laboratorium Virtual Pada Mata Kuliah Matematika Dasar di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unimed. *AXIOM: Jurnal Pendidikan dan Matematika*, 10(2), 210-220. <https://doi.org/10.30821/axiom.v10i2.10437>
- Fitra, J., & Maksum, H. (2021). Efektivitas Media Pembelajaran Interaktif dengan Aplikasi Powtoon pada Mata Pelajaran Bimbingan TIK. , 4(1), 1-13. *Jurnal Pedagogi dan Pembelajaran*, 4(1), 1-13. <https://doi.org/10.23887/jp2.v4i1.31524>
- Jaya, H. (2012). Pengembangan Laboratorium Virtual untuk Kegiatan Praktikum dan Memfasilitasi Pendidikan Karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 2(1), 81-90. <http://dx.doi.org/10.21831/jpv.v2i1.1019>
- Kholifa, I., Suswanti, & Nuryadi. (2019). Pengembangan Laboratorium Matematika Virtual Dengan Software Appy Pie Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Dan Adaptive E-Learning. *Jurnal Mercumatika : Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, 3(2), 104-113. <https://dx.doi.org/10.26486/jm.v3i2.876>
- Kocijancic, S., & O'Sullivan, C. (2004). Real or Virtual Laboratories in Science Teaching - is this Actually a Dilemma? *Informatics in Education*, 3(2), 239-250. <https://doi.org/10.15388/infedu.2004.17>
- Kovacs, P., Kuruczleki, E., Kazar, K., Liptak, L., & Racz, T. (2021). Modern teaching methods in action in statistical classes. *Statistical Journal of the IAOS*, 37(3). <https://doi.org/10.3233/SJI-210843>
- Lynch, T., & Ghergulescu, I. (2017). Reviewe of Virtual Lab As The Emerging Technologies for Teaching STEM Subjects. *INTED 2017*, (pp. 6082-6091). <https://doi.org/10.21125/inted.2017.1422>

- Manikowati, & Iskandar, D. (2018). Pengmabngan Mobile Virtual Laboratorium untuk Pembelajaran Praktikum Siswa SMA. *jurnal Teknologi Pendidikan*, 6(1), 23-42. <http://dx.doi.org/10.31800/jtp.kw.v6n1.p23--42>
- Mweene, P., & Muzaza, G. (2020). Implementation of Interactive Learning Media on Chemical Materials. *Journal Educational Verkenning*, 1(1), 008-013. Retrieved from <https://hdpublication.com/index.php/jev/issue/archive>
- Nisa, S. K., Yohanie, D. D., & Darsono. (2024). Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Berbantuan Aplikasi Book Creator dengan Model Problem Based Learning. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 08(02), 265-282. <https://doi.org/10.35706/sjme.v8i2.11553>
- Nurizzati, Y. (2016). Efektivitas Pembelajaran Statistika Dasar dengan Metode Praktikum Berbasis Pendidikan Karakter Islami di Jurusan Tadris Ilmu Pengetahuan Sosial IAIN Syekh Nurjati Cirebon. *Holistik: Journal For Islamic Social Sciences*, 1(1), 36-48. <http://dx.doi.org/10.24235/holistik.v1i1.673>
- Nuryati, Anggoro, B. S., & Putra, R. W. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Bilangan Bulat dan Pecahan Berbasis Al Qur'an Teaching Model . *Jurnal Pendidikan Matematika (AL KHAWARIZMI)*, 1(2). <https://doi.org/10.46368/kjpm.v1i1.293>
- Özerem, A., & Akkoyunlu, B. (2015). Learning Environments Designed According to Learning. *Eurasian Journal of Educational Research*(61), 61-80. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1087554.pdf>
- Riduwan. (2015). *Dasar-Dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Riyanto, S., & Nugrahanti, F. (2018). Pengembangan Pembelajaran Statistika Berbasis Praktikum Aplikasi Software SPSS dengan Bantuan Multimedia untuk Mempermudah Pemahaman Mahasiswa terhadap Ilmu Statistika. *DoubleClick: Journal of Computer and Information Technology*, 1(2), 62-67. <https://doi.org/10.25273/doubleclick.v1i2.1590>
- Sagala, S. (2014). *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Sari, C. N., Arifin, S., & Efriani, A. (2024). Kevalidan E-Modul Statistika Menggunakan Model. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 08(02), 197-214. <https://doi.org/10.35706/sjme.v8i2.9856>
- Zaturrahmi, Festiyed, & Ellizar. (2020). The Utilization of Virtual Laboratory in Learning : A Meta-Analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 228-238. <https://doi.org/0.24042/ijjsme.v3i2.6474>