

## EFEKTIVITAS PENERAPAN LABORATORIUM VIRTUAL PADA MATA KULIAH MATEMATIKA DASAR DI FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MATEMATIKA UNIMED

Oleh:

**Muhammad Badzlan Darari<sup>1</sup>, Marojahan Panjaitan<sup>2</sup>, Didi Febrian<sup>3</sup>, Fauziyah Harahap<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup>Prodi Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

<sup>3</sup>Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

<sup>4</sup>Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan

E-mail <sup>1</sup>[badzlan@unimed.ac.id](mailto:badzlan@unimed.ac.id), <sup>2</sup>[marojahanpjtn59@gmail.com](mailto:marojahanpjtn59@gmail.com), <sup>3</sup>[febrian.didi@unimed.ac.id](mailto:febrian.didi@unimed.ac.id), <sup>4</sup>[fauziyahharahap@unimed.ac.id](mailto:fauziyahharahap@unimed.ac.id)

doi : 10.30821/axiom.v10i2.10437

### Abstrak:

Kegiatan laboratorium secara virtual pada mata kuliah Matematika Dasar di Fakultas MIPA Unimed dilakukan melalui simulasi interaktif pada topik pembahasan Integral Taktentu dan Integral Tentu. Simulasi interaktif tersebut disematkan pada LMS yang digunakan oleh Unimed dalam proses perkuliahan, yang disebut dengan Sistem Pembelajaran Daring (Sipda). Penelitian ini menunjukkan efektifitas penerapan laboratorium virtual melalui simulasi interaktif di mata kuliah Matematika Dasar pada masa pembelajaran daring. Efektivitas ditinjau dari dua pendekatan, yaitu kualitatif dan kuantitatif. Secara kualitatif simulasi interaktif telah divalidasi oleh ahli media dan ahli materi. Kemudian simulasi tersebut diberikan kepada mahasiswa melalui LMS dan setelahnya mahasiswa diminta untuk mengisi angket respon dengan 5 rating scale skala Likert terhadap simulasi interaktif tersebut. Hasilnya adalah respon yang baik dari mahasiswa dengan rata-rata nilai angket 4,23. Secara kuantitatif dilakukan uji perbedaan peningkatan nilai capaian pembelajaran antara mahasiswa yang diajarkan menggunakan simulasi interaktif dan mahasiswa yang diajarkan tanpa menggunakan simulasi interaktif. Data yang diperoleh diuji dengan uji-t melalui SPSS. Hasilnya terdapat perbedaan peningkatan capaian nilai pembelajaran secara signifikan antara mahasiswa yang diajarkan menggunakan simulasi interaktif dan mahasiswa yang diajarkan tanpa menggunakan simulasi interaktif. Sehingga dapat dikatakan bahwa aktivitas laboratorium virtual melalui simulasi interaktif dapat dikatakan efektif.

### Kata Kunci:

Efektivitas laboratorium virtual, simulasi interaktif, Software Maple

### Abstract:

*Virtual laboratory activities in the Basic Mathematics course at the Faculty of Mathematics and Natural Sciences at Universitas Negeri Medan (Unimed) were carried out through interactive simulations on the topic of the Indeterminate Integrals and Improper Integrals. The interactive*

*simulation is embedded in the LMS used by Unimed in the learning process, and this is called Sistem Pembelajaran Daring (Online Learning System). This study presents the effectiveness of implementing virtual laboratories through interactive simulations in a Basic Mathematics course during online learning. The effectiveness is seen from two approaches, namely qualitative and quantitative approaches. Qualitatively, the interactive simulation has been validated by media experts and material experts. Then, the simulation was carried out with students through LMS, and after that, the students were asked to fill out a response questionnaire related to the interactive simulation with a 5 rating Likert scale. The results indicate that good responses were obtained from students in that the average score reached 4,23. Quantitatively, a test of the difference in the increase in the value of learning achievement was carried out on students who were taught using interactive simulations, and students who were not taught using interactive simulations. The data obtained were tested by t-test through SPSS. The results show that there is a significant difference in the achievement of learning scores between students who were taught using interactive simulations and students who were not taught using interactive simulations. Therefore, it can be concluded that virtual laboratory activities through interactive simulations are effective.*

**Keywords:**

*Effectiveness of virtual laboratories, Interactive Video, Software Maple*

**A. Pendahuluan**

Tahun ajaran baru 2020/2021 memaksa kegiatan pembelajaran di Indonesia dilaksanakan secara jarak jauh akibat pandemi covid-19. Kondisi ini menumbuhkan berbagai perangkat lunak dan aplikasi internet yang menyediakan media belajar secara digital. Penggunaan kelas virtual menjadi alternatif pembelajaran jarak jauh yang banyak digunakan (Alkhalaf et al., 2012; Fuentes & Grimes, 2020; Garrison & Anderson, 2003; Hrastinsky, 2008; Jethro, et al., 2012; Philips et al., 2012). Pelaksanaan pembelajaran secara virtual menggunakan jaringan internet terbukti efektif dan efisien apabila dilakukan secara optimal dan didukung oleh peralatan yang memadai dan keterampilan digital yang baik (Darari & Frisnoiry, 2021; Sharma, 2019). Pada titik ini laboratorium virtual memiliki peran penting membantu pencapaian tujuan pembelajaran baik di tingkat sekolah maupun di tingkat perguruan tinggi. Penggunaan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran sains memberikan manfaat sebagai supplement dalam mendukung pembelajaran sains. Penggunaan laboratorium dapat dijadikan sebagai alternatif untuk memfasilitasi kegiatan praktikum langsung yang tidak dapat dilakukan dalam masa pandemi Covid-19 (Aripin & Suryaningsih, 2020; Nirwana, 2011)

Universitas Negeri Medan (Unimed) sebagai salah satu LPTK telah menyediakan portal perkuliahan daring sejak tahun 2007 yang disebut Sipoel. Tahun 2017 Unimed kembali menyediakan *Learning Management System (LMS)* yang terintegrasi terhadap seluruh aspek perkuliahan yang disebut Sipda (Sistem Pembelajaran Daring). Sipda adalah sebuah LMS yang dirancang oleh Unimed berbasis *brand LMS* internasional yaitu Moodle (Frisnoiry & Darari, 2020). LMS adalah aplikasi perangkat lunak yang digunakan untuk urusan administrasi, dokumentasi, melacak aktivitas peserta, melaporkan hasil pencapaian peserta, menyajikan materi pendidikan dan program latihan (Ellis, 2009). Kini melalui LMS, pengguna dapat melakukan siaran langsung pengajaran yang terintegrasi dengan berbagai sumber dan bahan belajar dan LMS juga dapat menganalisis laporan hasil pencapaian peserta yang dapat membantu pengajar/tutor mengidentifikasi kemampuan peserta.

Sebagian dosen di FMIPA Unimed telah melaksanakan perkuliahan secara *blended learning* menggunakan Sipda sejak tahun akademik 2018. Hingga pada semester awal 2020, lebih dari separuh dosen FMIPA terbiasa menggunakan Sipda dalam proses perkuliahan. Meskipun awalnya dirasakan rumit namun dosen dan mahasiswa mulai terbiasa melaksanakan perkuliahan melalui sipda (Darari & Firdaus, 2020). Alih-alih menerapkan *blended learning*, kondisi terkini akibat pandemi covid-19 menuntut pelaksanaan perkuliahan *full on-line learning*. Sipda menjadi pilihan utama bagi dosen dan mahasiswa dalam pelaksanaan perkuliahan daring. Segala aktivitas perkuliahan dilakukan melalui Sipda; termasuk absensi, pertemuan tatap maya,

pembagian bahan ajar kepada mahasiswa, diskusi kelompok, pelaksanaan ujian, pemberian dan pengumpulan tugas serta penilaian atau evaluasi hasil perkuliahan. Dengan demikian pengadaan laboratorium virtual juga dapat dilaksanakan secara digital melalui Sipda.

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) adalah salah satu fakultas di Unimed yang terdiri dari 4 jurusan utama; yaitu Matematika, Fisika, Kimia dan Biologi. FMIPA Unimed menetapkan standarisasi lulusan terhadap penguasaan konsep dasar sains dari keempat jurusan tersebut. Kebijakan yang diambil adalah menetapkan seluruh mahasiswa FMIPA Unimed mempelajari kelompok mata kuliah MIPA Dasar. MIPA Dasar adalah kelompok mata kuliah yang terdiri dari mata kuliah; Matematika Dasar, Fisika Umum, Kimia Umum, dan Biologi Umum. Setiap mahasiswa FMIPA Unimed diwajibkan mengambil dan menguasai konsep dari keempat mata kuliah tersebut. Keempat mata kuliah MIPA Dasar diberikan kepada mahasiswa dalam satu semester tertentu. Setiap mata kuliah MIPA Dasar dikoordinasi oleh seorang dosen koordinator dan sepenuhnya berada dalam tanggung jawab Wakil Dekan I FMIPA Unimed.

Upaya penyeragaman pemahaman MIPA Dasar terhadap seluruh mahasiswa FMIPA Unimed berjalan lancar. Meskipun demikian, terdapat kesenjangan kecil dalam hal capaian pembelajaran oleh mahasiswa yang mempelajari mata kuliah MIPA Dasar di luar jurusannya. Sebagai contoh, hasil belajar mata kuliah Matematika Dasar oleh mahasiswa jurusan Matematika cenderung lebih tinggi dari pada hasil belajar mata kuliah Matematika Dasar oleh jurusan Biologi ataupun Jurusan Kimia. Pada kasus ini, hasil belajar mata kuliah Matematika Dasar oleh mahasiswa jurusan Fisika cenderung sama dengan hasil belajar mahasiswa jurusan Matematika. Hal tersebut mungkin karena tuntutan konsep dasar kalkulus di kedua jurusan cenderung sama. Secara empirik hal ini dapat dimaklumi, namun tidak sesuai dengan standar lulusan FMIPA Unimed. Tulisan ini memberi fokus pada pemecahan masalah tersebut. Sebagai standarisasi keilmuan bidang MIPA untuk mahasiswa FMIPA Unimed, selayaknya perkuliahan Matematika Dasar yang telah disusun oleh tim dosen koordinator berpengalaman akan memberikan hasil capaian pembelajaran yang memuaskan untuk mahasiswa di keempat jurusan yang ada di FMIPA Unimed.

Berdasarkan uraian di atas maka dipandang perlu penyempurnaan strategi perkuliahan ataupun media tambahan untuk mata kuliah MIPA Dasar yang diambil oleh mahasiswa di luar jurusan keilmuan mahasiswa tersebut. Salah satu langkah penyempurnaan tersebut adalah dengan menambahkan aktivitas laboratorium virtual pada mata kuliah Matematika Dasar. Penulis meneliti efektifitas laboratorium virtual yang disematkan pada Sipda untuk mata kuliah Matematika Dasar yang diemban oleh mahasiswa di luar jurusan Matematika.

## **B. Kajian Teoritis**

Virtual dapat diartikan kondisi atau keadaan yang sangat mirip dengan sesuatu baik secara bentuk maupun kualitasnya. Pada era digital seperti ini kondisi virtual hadir menggunakan perangkat lunak komputer. Menurut Dillenbourg, et al (2002), Sekarang makna virtual identik dengan segala konteks digital yang digunakan melalui perangkat komputer sebagai alternatif media untuk berbagai aktivitas kehidupan manusia. Konteks ini juga dapat digunakan dalam pendidikan.

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 dilaboratorium (Imron, 2014; Purnama & Pramudiani, 2021). Laboratorium Virtual merupakan suatu simulasi yang memungkinkan adanya fungsi percobaan laboratorium pada sebuah komputer (Gunawan et al, 2012; Niemiec, & Walberg, 1992). Laboratorium virtual adalah situasi interaktif sains dengan bantuan aplikasi pada komputer berupa simulasi percobaan sains (Salam, 2010; Gaffar, 2016; Hikmah, 2017). Sony dan Katkar (2014) mengatakan bahwa laboratorium virtual merupakan sebuah pengalaman interaktif dimana siswa mengamati dan memanipulasi objek sistem yang dihasilkan, data, atau fenomena dalam memenuhi tujuan pembelajaran. Laboratorium virtual

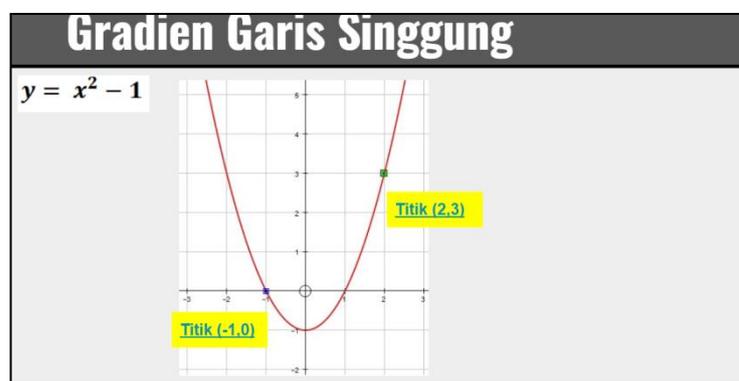
juga memiliki arti sebagai situasi interaktif sains dengan bantuan aplikasi pada perangkat komputer berupa simulasi percobaan sains. Laboratorium virtual ini cukup digunakan untuk membantu proses pembelajaran dalam rangka meningkatkan pemahaman materi pada peserta didik (Sutrisno, 2011; Shabiralyani et al., 2015).

Penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran menunjukkan hasil yang memuaskan. Laboratorium virtual adalah terobosan media pembelajaran yang menarik berbagai penelitian yang menunjukkan laboratorium virtual dapat meningkatkan motivasi siswa dalam belajar (Sutrisno, 2012). Hal ini didukung oleh pendapat Asyhar (2012), bahwa penggunaan laboratorium virtual bersifat praktis untuk digunakan, efisien, dan dapat meminimalisir kesalahpahaman konsep. Berdasarkan penelitian Gaffar (2019) penggunaan laboratorium virtual dapat meningkatkan keterampilan proses belajar sains siswa. Berikutnya pada penelitian ini akan dianalisis penggunaan laboratorium virtual oleh mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unimed.

### C. Metode Penelitian

Laboratorium virtual dikembangkan menggunakan teknik ADDIE. Pada teknik *Analyze*, dirumuskan capaian pembelajaran mata kuliah Matematika Dasar yang akan diajarkan melalui aktivitas laboratorium virtual dan aktivitas mahasiswa yang dapat dilakukan secara digital melalui aplikasi ataupun software yang digunakan untuk menghasilkan simulasi interaktif sebagai aktivitas pada laboratorium virtual tersebut. Ditentukan 6 dari 18 capaian pembelajaran yang diajarkan melalui aktivitas laboratorium virtual, yaitu; (1) mahasiswa dapat menerapkan aplikasi turunan dalam menentukan garis singgung kurva melalui grafik fungsi; (2) mahasiswa dapat menerapkan aplikasi turunan dalam masalah yang berkaitan dengan jarak, waktu, dan kecepatan dengan tepat; (3) mahasiswa dapat menemukan konsep integral tentu dari luas daerah dibawah kurva melalui konsep notasi sigma; (4) mahasiswa dapat menentukan luas daerah diantara 2 buah kurva dengan tepat; (5) mahasiswa dapat menentukan volume benda putar melalui teknik integral tentu; (6) mahasiswa dapat menentukan panjang kurva melalui teknik integral tentu. Interaksi digital yang dirancang adalah pilihan bentuk fungsi yang akan didiferensialkan dan yang integralkan, juga titik potong dan batas kurva pada koordinat sumbu  $x$ .

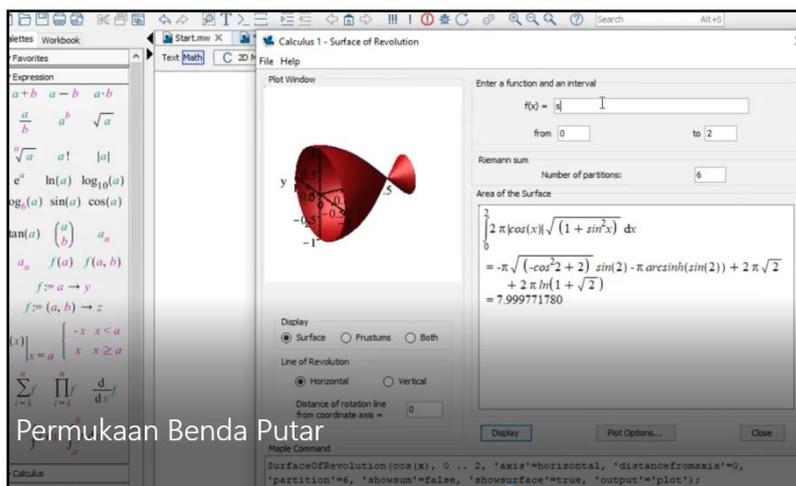
Tahap *Design*, peneliti merancang simulasi interaktif menggunakan berbasis *software* Maple dan aplikasi *Google Slides* untuk keenam aktivitas yang mendukung keenam capaian pembelajaran tersebut. Melalui Maple dan *Google Slides* mahasiswa dapat menentukan fungsi kurva dan titik singgung dalam menentukan garis singgung kurva, mahasiswa dapat memasukkan fungsi dan batas pada sumbu  $x$  untuk ditentukan luas daerah di bawah kurva dan volume benda putar yang terjadi. Berikut disajikan contoh desain awal simulasi interaktif untuk capaian pembelajaran pertama yaitu penerapan turunan dalam menentukan garis singgung kurva.



**Gambar 1. Contoh Desain Awal Aktivitas Capaian Pembelajaran 1**

Gambar 1 menunjukkan kegiatan simulasi interaktif laboratorium virtual pada capaian pembelajaran pertama yaitu mahasiswa dapat menerapkan aplikasi turunan dalam menentukan

garis singgung kurva melalui grafik fungsi. Pada aktivitas ini mahasiswa diberikan pilihan delapan persamaan kurva. Mahasiswa dapat menekan kursor pada pilihan kurva yang disediakan lalu akan ditampilkan proses menggambar kurva di sumbu cartesius. Setelah itu akan tampil 2 sembarang titik pada tiap kurva yang telah digambarkan. Mahasiswa dapat memilih dan menekan kursor di tiap titik yang diberikan, kemudian akan digambarkan garis singgung kurva pada titik tersebut dan persamaannya. Gambar berikutnya di bawah menunjukkan kegiatan simulasi interaktif laboratorium virtual pada capaian pembelajaran kelima yaitu mahasiswa dapat menentukan volume benda putar melalui teknik integral tentu. Penggunaan Maple memungkinkan mahasiswa untuk memasukkan fungsi persamaan kurva yang akan diputar mengelilingi sumbu  $x$  atau sumbu  $y$  dan batas-batasnya.



Gambar 2. Contoh Desain Awal Aktivitas Capaian Pembelajaran 5

Pada tahap *Develop*, peneliti melakukan validasi simulasi interaktif labotatorium virtual kepada ahli media yaitu Kepala Laboratorium dan salah satu dosen Prodi Ilmu Komputer serta ahli materi yaitu koordinator mata kuliah Matematika Dasar. Setelah melakukan revisi dari ahli media dan ahli materi, aktivitas laboratorium virtual diberikan kepada mahasiswa melalui portal LMS Sistem Pembelajaran Daring (Sipda) Unimed pada tahap *Implementation*. Rentang waktu yang disediakan untuk keenam aktivitas tersebut adalah 10 pekan pertemuan dimana terdapat 1 pekan untuk ujian tengah semester dan 3 pekan pertemuan perkuliahan daring biasa tanpa aktivitas laboratorium virtual. Aktivitas laboratorium virtual diberikan kepada mahasiswa Prodi Biologi Semester 1 kelas PSB21A berjumlah 34 orang. Setelah melakukan seluruh aktivitas laboratorium virtual, angket respon diberikan kepada mahasiswa sebagai umpan balik terhadap aktivitas laboratorium virtual. Pada tahap *Evaluation*, peneliti menyempurnakan simulasi interaktif berdasarkan angket dan umpan balik dari mahasiswa.

Penelitian ini juga dilakukan melalui pendekatan kuantitatif. Secara kuantitatif, akan dilihat signifikansi hasil capaian pembelajaran oleh mahasiswa menggunakan teknik eksperimen *pretest-postes control group design* melalui uji-t. Hipotesis penelitian yang diuji adalah;  $H_0$ : Tidak terdapat perbedaan hasil capaian pembelajaran yang signifikan antara mahasiswa yang diajarkan menggunakan simulasi interaktif laboratorium virtual dan mahasiswa yang diajarkan tanpa simulasi interaktif laboratorium virtual secara daring;  $H_a$ : Terdapat perbedaan hasil capaian pembelajaran yang signifikan antara mahasiswa yang diajarkan menggunakan simulasi interaktif laboratorium virtual dan mahasiswa yang diajarkan tanpa simulasi interaktif laboratorium virtual secara daring. Populasi uji kuasi eksperimen adalah seluruh mahasiswa semester 1 di Fakultas FMIPA Unimed yang mengambil mata kuliah Matematika Dasar. Untuk unit sampel, sebagai kelompok eksperimen dipilih mahasiswa Prodi Biologi Semester 1 kelas PSB21A dan kelompok kontrol dipilih mahasiswa Prodi Kimia Semester 1 kelas PSKM21A. Penentuan unit sampel berdasarkan latar belakang pada bagian pendahuluan tulisan ini. Kecenderungan hasil capaian

pembelajaran mahasiswa jurusan matematika yang lebih tinggi dari pada mahasiswa selain jurusan matematika pada mata kuliah Matematika Dasar menjadi alasan *purposive* dipilihnya kelas PSB21A dari Prodi Biologi dan kelas PSKM dari Prodi Kimia. Pengambilan unit sampel di luar jurusan matematika akan memberikan hasil penelitian yang lebih kuat dan lebih general untuk mahasiswa FMIPA Unimed.

Instrumen penelitian terdiri dari angket respon siswa dan tes untuk *pretest* dan *posttest* yang disajikan pada Gambar 3 berikut. Sementara itu laboratorium virtual yang dapat diakses melalui Sipda berupa simulasi interaktif untuk materi mengenai Aplikasi Turunan, Integral tak tentu, Integral tentu, Mencari Luas Daerah di bawah kurva, dan Volume benda putar. Untuk mengaksesnya mahasiswa memilih link simulasi interaktif di bagian “*Activites or Resources*”. Berikut juga ditampilkan tangkapan layar simulasi interaktif mata kuliah Matematika Dasar.

NO.	SOAL	SKOR
1.	Tentukan pada interval mana kurva $y = 2x^3 - 9x^2 + 12x - 4$ naik dan turun. Kemudian tentukan titik maksimum, minimum dan titik belok kurva tersebut.	20
2.	Jika gradien suatu kurva di sebarang titik $(x,y)$ adalah $3x^2 + 15x - 18$ dan kurva itu melalui titik $(2,3)$ , tentukan titik mana dari antara kedua titik $(0,-1)$ dan $(1,17)$ yang terletak pada kurva tersebut.	10
3.	Tentukan penyelesaian dari: a. $\int_{-1}^0 (x-1)(\sqrt{x^2-2x}) dx$ b. $\int \frac{x}{x^2+3x-4} dx$	20
4.	Dengan menggunakan integrasi parsial, tentukan: a. $\int x^7 dx$ . b. $\int x^2 \cos(2x) dx$ .	20
5.	Tentukan luas daerah tertutup yang dibatasi oleh kurva $y^2 = 2x - 2$ dan garis $y = x - 5$ .	15
6.	Tentukan volume benda putar yang terjadi jika daerah tertutup yang dibatasi oleh kurva $y = x^2 + 1$ dan $y = x + 3$ diputar mengelilingi sumbu $x$ .	15

Gambar 3. Soal *Posttest* Matematika Dasar

## D. Hasil dan Pembahasan Penelitian

### 1. Hasil

Hasil pengembangan simulasi interaktif laboratorium virtual terbukti efektif setelah dikembangkan dengan teknik ADDIE. Setelah menentukan capaian pembelajaran yang akan diteliti dari mata kuliah Matematika Dasar pada tahap *analyze*, peneliti merancang aplikasi dan software yang akan digunakan untuk menampilkan simulasi interaktif pada tahap *design*. Simulasi interaktif yang telah dirancang disematkan pada LMS Sipda Unimed dimana LMS tersebut adalah portal perkuliahan daring yang wajib digunakan oleh seluruh mahasiswa Unimed baik sebelum maupun selama masa pandemi. Berikutnya pada tahap *develop*, peneliti melakukan validasi terhadap program simulasi interaktif tersebut kepada 2 dosen ahli media dan 1 dosen ahli materi. Hasil validasi ahli media mendapat rata-rata skor 4,25 dari skala 1 sampai 5 dan Hasil validasi ahli materi mendapat skor 4,75 dari skala 1 sampai 5. Saran dari ahli media adalah tampilan simulasi yang lebih sederhana agar perhatian mahasiswa terpusat pada animasi grafik dan saran dari ahli materi adalah menambah jumlah pilihan persamaan grafik fungsi agar mahasiswa dapat bereksplorasi mengenai cara menggambar grafik fungsi. Setelah melakukan revisi dari saran para ahli, peneliti melanjutkan ke tahap *implementation*, dimana link dari simulasi interaktif tersebut disematkan pada topik yang berkaitan di LMS Sipda. Aktivitas ini diujicobakan pada mahasiswa Prodi Biologi kelas PSB 21A untuk mata kuliah Matematika Dasar. Simulasi interaktif ditambahkan pada bagian “*Activity or Resources*” di 6 topik pembelajaran dimana 1 capaian pembelajaran untuk tiap topik. Ditambahkan angket respon mahasiswa pada topik terakhir yang memuat capaian pembelajaran keenam. Hasilnya adalah

nilai respon mahasiswa terhadap simulasi interaktif yang tinggi dengan skor 4,23 dari skala 1 sampai 5. Berdasarkan umpan balik dari mahasiswa ditarik kesimpulan bahwa program simulasi interaktif yang dirancang menggunakan Maple mendapat kesulitan untuk dioperasikan melalui ponsel android. Hal tersebut terjadi karena *software* Maple ditujukan khusus untuk dioperasikan melalui komputer atau laptop. Respon mahasiswa yang tinggi terhadap simulasi interaksi yang disematkan di Sipda sesuai dengan hasil penelitian Darari & Firdaus (2020) dimana aktivitas bahan ajar melalui Sipda dapat meningkatkan semangat dan sikap belajar mahasiswa.

Hasil penelitian secara kuantitatif dengan membandingkan hasil capaian pembelajaran antara kelas yang diajarkan secara daring menggunakan simulasi interaktif (kelompok eksperimen) berjumlah 34 mahasiswa dan kelas yang diajarkan secara daring tanpa simulasi interaktif (kelompok kontrol) berjumlah 44 mahasiswa. Hipotesis yang akan diuji adalah;  $H_0$  : Tidak terdapat perbedaan peningkatan yang signifikan antara mahasiswa yang diajarkan menggunakan simulasi interaktif secara daring dengan mahasiswa yang tidak diajarkan menggunakan simulasi interaktif secara daring;  $H_a$ : Terdapat perbedaan peningkatan yang signifikan antara mahasiswa yang diajarkan menggunakan simulasi interaktif secara daring dengan mahasiswa yang tidak diajarkan menggunakan simulasi interaktif secara daring. Secara statistik hipotesis yang diuji adalah;  $H_0 : \mu_{\text{eksperimen}} = \mu_{\text{kontrol}}$  dan  $H_a : \mu_{\text{eksperimen}} \neq \mu_{\text{kontrol}}$ . Data yang diperoleh untuk dari pengukuran N-gain untuk kelompok eksperimen dan kontrol disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut.

**Tabel 1. Kesimpulan Data Kelompok Eksperimen**

Statistik	Pretest	Posttest	N-Gain
Jumlah sampel	34	34	34
Rata-rata nilai capaian belajar	55	85	0,750

**Tabel 2. Kesimpulan Data Kelompok Kontrol**

Statistik	Pretest	Posttest	N-Gain
Jumlah sampel	43	43	43
Rata-rata nilai capaian belajar	60	75	0,375

Penerimaan  $H_0$  pada daerah kritis terjadi apabila  $-t_{(1-\alpha/2)} < t_{\text{hitung}} < t_{(1-\alpha/2)}$  untuk  $\alpha$  sebesar 5%. Peneliti menggunakan teknik Independent Sample T Test pada SPSS untuk menguji hipotesis di atas. Apabila hasil SPSS menunjukkan *Sig. (2-tailed)* > 0,05 maka  $H_0$  diterima. Setelah diproses menggunakan SPSS, maka hasil *Sig. (2-tailed)* menunjukkan nilai 0,024. Sehingga terjadi penolakan  $H_0$  dan penerimaan  $H_a$ . Sehingga jawaban secara kuantitatif dari penelitian ini adalah Terdapat perbedaan peningkatan yang signifikan antara mahasiswa yang diajarkan menggunakan simulasi interaktif secara daring dengan mahasiswa yang tidak diajarkan menggunakan simulasi interaktif secara daring. Dengan kata lain, berdasarkan deskriptif rata-rata dan N-gain serta hasil uji perbedaan maka diambil kesimpulan bahwa nilai capaian belajar mahasiswa yang diajarkan menggunakan laboratorium virtual berupa simulasi interaktif pada mata kuliah Matematika Dasar lebih tinggi secara signifikan daripada mahasiswa yang tidak diajarkan menggunakan laboratorium virtual berupa simulasi interaktif pada mata kuliah Matematika Dasar. Hasil penelitian ini relevan dengan hasil penelitian Ningsih & Paradesa (2017) dan Firdaus (2016) bahwa penggunaan aplikasi visualisasi grafis seperti Maple dan Autograph dapat meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa mengenai integral pada mata kuliah Kalkulus.

## 2. Pembahasan

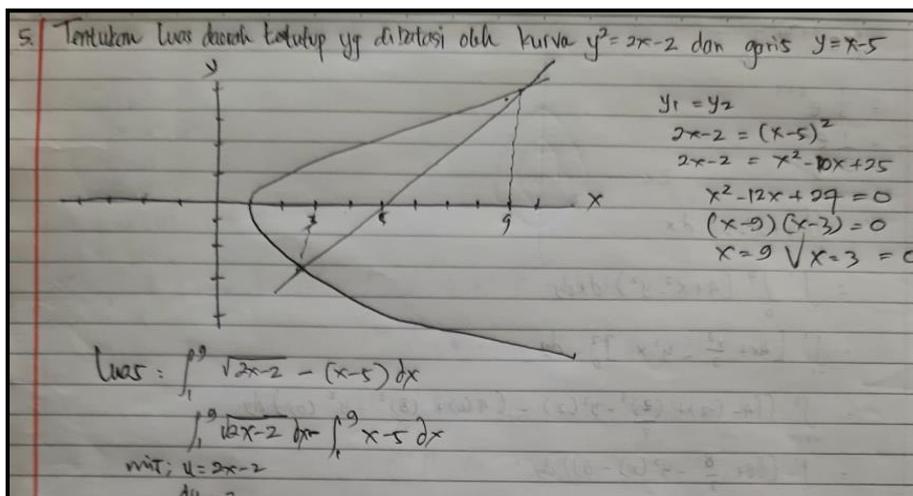
Pembahasan pada penelitian ini terlihat pada temuan pola jawaban tes mahasiswa. Dari penelurusan dan penilaian hasil tes mahasiswa untuk kedua kelompok (eksperimen dan kontrol) ditemukan bahwa jawaban mahasiswa pada kelompok eksperimen (yang diajarkan menggunakan

simulasi interkatif) untuk soal nomor 5 dan nomor 6 cenderung disertai dengan gambar kurva. Sedangkan jawaban mahasiswa pada kelompok kontrol untuk soal nomor 5 dan 6 cenderung tidak disertai dengan gambar kurva. Proses penyelesaian kedua soal tersebut seharusnya menuntut mahasiswa untuk menggambar kurva ataupun garis yang persamaannya tersedia di soal karena perlu diketahui daerah yang diminta beserta titik potongnya. Prosedur penyelesaian soal nomor 5 dengan menentukan batas kurva di atas dan kurva di bawah daerah yang dimaksudkan. Posisi kedua kurva sebagai batas daerah ini perlu diinterpretasikan pada koordinat kartesius untuk menentukan selisih fungsi yang diintegrasikan. Titik potong kedua kurva juga diperlukan untuk mengetahui batas bawah dan batas atas integrasi kedua soal tersebut. Seperti yang diketahui bahwa untuk menentukan titik potong antara dua buah kurva ataupun antara kurva dengan garis adalah dengan cara mensubstitusi kedua nilai  $f(x)$  tersebut sehingga ditemukan nilai  $x_1$  dan  $x_2$ . Nilai ini akan menjadi batas integrasi jika dioperasikan terhadap operator  $dx$  dan akan disesuaikan nilai  $y_1$  dan  $y_2$  jika dioperasikan terhadap operator  $dy$ .

5) Tentukan luas daerah tertutup yang dibatasi oleh kurva  $y^2 = 2x - 2$  dan garis  $y = x - 5$   
 Dit =  $y^2 = 2x - 2$   
 $y = x - 5$   
 Jawab =  $(x - 5)^2 = 2x - 2$   
 $= x^2 - 10x + 25 = 2x - 2$   
 $= x^2 - 12x + 27$   
 $= (x - 9)(x - 3)$   
 $= x = 9 \quad x = 3$   
 $\int_3^9 x^2 - 12x + 27$   
 $= \int_3^9 \frac{1}{3}x^3 - 6x^2 + 27x + C \Big|_3^9$

Gambar 4. Salah Satu Jawaban Posttest No 5 Mahasiswa Kelompok Kontrol

Gambar 4 diatas menunjukkan jawaban posttest mahasiswa dari kelompok kontrol untuk soal nomor 5. Tanpa menggambar kedua kurva, mahasiswa langsung menentukan titik potong kedua kurva dan menjadikannya sebagai batas integral. Hal tersebut keliru karena daerah yang akan ditentukan luasnya tidak dari  $x = 3$ . Luas daerah yang dimaksud tergambar dengan benar pada Gambar 5 di bawah ini. Batas sumbu  $x$  dimulai dari  $x = 1$ . Gambar 5 dibawah menunjukkan jawaban posttest mahasiswa dari kelompok eksperimen. Tentu saja kekeliruan menentukan batas tersebut karena mahasiswa tidak menggambar kurva yang dimaksud.



Gambar 5. Salah Satu Jawaban Posttest No 5 Mahasiswa Kelompok Eksperimen

Sebagian besar siswa pada kelompok kontrol mengerjakan soal nomor 5 tanpa menggambar daerah yang akan ditentukan luasnya. Hal ini yang membuat sebagian besar mahasiswa kelompok kontrol keliru dalam menentukan selisih  $f(x)$  sebagai batas daerah yang dimaksud. Sehingga jawaban mereka salah. Sebaliknya, pada kelas eksperimen sebagian besar mahasiswa mampu menggambar daerah yang akan ditentukan luasnya pada soal nomor 5.

6. Titik potong  
 $y = y$   
 $x^2 + 1 = x + 3$   
 $x^2 - x - 2 = 0$   
 $(x - 2)(x + 1) = 0$   
 $x = 2$  atau  $x = -1$   
 $V = \pi \int_{-1}^2 (x+3)^2 - (x^2+1)^2 dx$   
 $= \pi \int_{-1}^2 x^2 + 6x + 9 - x^4 - 2x^2 - 1 dx$   
 $= \pi \int_{-1}^2 -x^4 - x^2 + 6x + 8 dx$   
 $= \pi \left( -\frac{1}{5}x^5 - \frac{1}{3}x^3 + 3x^2 + 8x \right)_{-1}^2$

**Gambar 6. Salah Satu Jawaban Posttest No 6 Mahasiswa Kelompok Kontrol**

Gambar 6 di atas menunjukkan jawaban posttest mahasiswa dari kelompok kontrol untuk soal nomor 6. Tanpa menggambar kedua kurva mahasiswa langsung menentukan titik potong kedua kurva dan menjadikannya menjadi batas integral. Hal tersebut benar apabila daerah yang dimaksud diputar mengelilingi sumbu  $x$ . Namun pada soal tersebut daerah diputar mengelilingi sumbu  $x$ . Kekeliruan tersebut membuat kesalahan dalam menentukan batas dan substitusi fungsi yang diintegrasikan. Luas daerah yang dimaksud tergambar dengan benar pada Gambar 7 berikut. Batas integral bukan dari  $x = -1$  sampai  $x = 2$ , melainkan dari  $y = 1$  sampai  $y = 5$ . Begitu pula dengan fungsi yang diintegrasikan berbentuk  $f(y)$ .



- Firdaus, M. dan Mukhtar. (2016). Meningkatkan Pemahaman Mahasiswa Dalam Matakuliah Kalkulus Peubah Banyak Melalui Interaksi Autograph dan Aktivitas Pembelajaran Model Dekomposisi Genetik. *Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan*. Vol 22(2) 2016, 68-80.
- Frisnoiry, S. dan Darari, M. B. (2020). Utilization of Moodle in Learning. *Journal of Physics: Conference Series*.1462, No. 1, p. 012031. IOP Publishing.
- Fuentes, D. & Grimes, N. (2020). Creating Google Classrooms Using Bitmoji and Google Slides: An early Pandemic Pedagogical Response. In E. Langran (Ed.), *Proceedings of SITE Interactive 2020 Online Conference* (pp. 114-119). Online: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Gaffar, A. A. et al. (2019). *Pengembangan Perangkat Media Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X SMAN 1 Sindangwangi Kab. Majalengka*.
- Garrison, D.R., & Anderson, T. (2003) *E-learning In The 21<sup>st</sup> Century. A Framework For Research And Practice*. London: RoutledgeFalmer.
- Gunawan dan Liliarsari. (2012). Model Virtual Laboratory Fisika Modern untuk Meningkatkan Diposisi Berpikir Kritis Calaan Guru. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 2, 190.
- Jethro, O.O., Grace, A.M. & Thomas, A.K (2012) E-learning And Its Effects On Teaching And Learning In A Global Age. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 2(1), 203- 209.
- Hrastinsky, S. (2008) Synchronous and asynchronous e learning. *Educause Quarterly*, 4: 51-55.
- Imron, E.( 2014). *Merancang Media Virtual Berbasis Flash*. Jakarta : Elex Media Komputindo.
- Niemiec, R.P. & Walberg , H.J. (1992) The Effects Of Computers On Learning. *International Journal of Educational Research*, 17(1) 99-108.
- Ningsih, Y. L. dan Paradesa, R. (2017). Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Mahasiswa Melalui Pembelajaran Kalkulus Integral Berbasis Maple. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Universitas PGRI Palembang*. Edisi 15 hal 152-156.
- Nirwana, R. R., (2011). Pemanfaatan laboratorium Virtual Dan E-Reference Dalam Proses Pembelajaran Dan Penelitian Ilmu Kimia. *Jurnal Phenomenon*, 1(1), pp.116-117.
- Panjaitan, A. C. (2019). Peranan Representasi Berbantuan Software Maple Pada Pembelajaran Mata Kuliah Kalkulus. *Journal of Mathematics Education and Science*. Vol. 4 No. 2 April 2019 hal. 132-138.
- Philips, R., McNaught, C. & Kennedy, G. (2012) *Evaluating E-Learning: Guiding Research and Practice*. New York: Routledge.
- Purnama, S. J. dan Pramudiani, P. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Google Slide pada Materi Pecahan Sederhana di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*. Vol. 5 No. 4 2021 hal. 2440-2448.
- Salam, P et al. (2010). Pembelajaran Berbasis Virtual Laboratory Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Pada Materi Listrik Dinamis. *Proceedings of The 4th International Conference on Teacher Education; Join Conference UPI & UPSI Bandung, Indonesia*, 8-10 November 2010.
- Shabiralyani, G., Hasan, K.S., Hamad, N. & Iqbal, N. (2015) Impact of visual aids in enhancing the learning process case research: District Dera Ghazi Khan. *Journal of Education and Practice*, 6(19), 226-234.
- Sharma, P (2019). Digital revolution of education 4.0. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(2): 3558-3564.
- Sony, S., & Katkar, M, D. (2014). Survey paper on virtual lab for E-Learners. *International Journal of Application in Engineering & Management*, 3(1), 108-110.
- Sutrisno. (2011). *Pengantar pembelajaran inovatif*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Sutrisno. (2012). *Kreatif Mengembangkan Aktivitas Pembelajaran Berbasis TIK*. Jakarta: GP Press.