

## VISUALISASI VOLUME BENDA PUTAR BERBASIS WEB UNTUK PENDUKUNG MATA KULIAH KALKULUS

Suryani<sup>1\*</sup>, Badie Uddin<sup>1</sup>, Hardianti<sup>2</sup>

Teknik Informatika, Universitas Esa Unggul<sup>1</sup>  
Pendidikan Bahasa Inggris, Universitas Esa Unggul<sup>2</sup>  
Email: [suryani@esaunggul.ac.id](mailto:suryani@esaunggul.ac.id)\*

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji efektivitas media pembelajaran berbasis web yang menampilkan visualisasi interaktif dari volume benda putar dalam mata kuliah Kalkulus. Media ini dirancang agar mahasiswa dapat memasukkan fungsi matematika, menentukan batas integrasi, memilih sumbu rotasi, dan melihat hasil visualisasi dalam bentuk grafik tiga dimensi secara real-time. Metode penelitian yang digunakan adalah *one group pretest-posttest design* terhadap 40 mahasiswa, disertai dengan penyebaran kuesioner evaluatif. Hasil analisis menggunakan uji t berpasangan menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pemahaman mahasiswa setelah menggunakan media ini. Sebagian besar responden juga memberikan tanggapan positif terhadap tampilan, navigasi, dan manfaat media dalam proses belajar.

**Kata kunci:** kalkulus, volume benda putar, media pembelajaran, web interaktif, uji sampel t berpasangan

### Abstract

*This study aims to develop and evaluate the effectiveness of a web-based learning media that visualizes the concept of solids of revolution interactively in Calculus courses. The application allows students to input mathematical functions, set integration bounds, choose the axis of rotation, and view 3D graphical outputs in real-time. The research uses a one-group pretest-posttest design involving 40 students, along with a user evaluation questionnaire. The results, analyzed using paired sample t-test, indicate a significant improvement in students' understanding after using the media. Most respondents also gave positive feedback regarding the interface, navigation, and usefulness of the web application in learning.*

**Keywords:** calculus, solids of revolution, learning media, interactive web, paired sample t-test

### PENDAHULUAN

Kalkulus merupakan salah satu mata kuliah dasar dalam bidang sains dan teknik yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi, khususnya dalam materi mengenai volume benda putar. Materi ini menuntut mahasiswa tidak hanya memahami konsep matematika secara simbolik, tetapi juga mampu memvisualisasikan rotasi suatu fungsi terhadap sumbu tertentu untuk membentuk bangun tiga dimensi. Sayangnya, banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep ini secara utuh.

Salah satu permasalahan utama yang dihadapi mahasiswa adalah ketidakmampuan dalam memvisualisasikan bentuk hasil rotasi suatu fungsi, yang

mengakibatkan mereka kesulitan dalam menentukan batas integrasi dan menyusun bentuk integral volume dengan benar. Hal ini diperparah oleh pendekatan pembelajaran konvensional yang cenderung bersifat abstrak dan teoritis, serta minim penggunaan media interaktif yang mampu menghadirkan representasi visual yang konkret.

Referensi [1] mengemukakan bahwa salah satu penyebab utama kesulitan belajar mahasiswa dalam materi integral adalah kurangnya pemahaman yang kuat terhadap konsep teorema dasar kalkulus. Menurut [2], hasil penelitian mereka mengungkapkan bahwa mahasiswa mengalami berbagai hambatan dalam pembelajaran integral. Beberapa di

antaranya meliputi kesulitan dalam menggambar grafik dan menetapkan batas integrasi.

Selain itu, [3] terdapat sejumlah kelemahan dalam pemahaman konsep saat menentukan volume menggunakan metode kulit tabung, salah satunya adalah kesalahan dalam menggambarkan bentuk benda hasil rotasi. Hal yang sama juga dikemukakan oleh [4] bahwa mahasiswa kesulitan dalam representasi gambar.

Dalam penelitiannya, [5] menerapkan media pembelajaran berupa animasi video pada materi *cyber law* dengan tujuan meningkatkan ketertarikan dan minat siswa dalam proses belajar. Media ini juga membantu memberikan visualisasi yang lebih jelas dan mudah dipahami, serta mendorong pengembangan keterampilan teknologi dan kreativitas siswa dalam pembuatan animasi. Menurut [6], penerapan sistem penilaian kinerja dan disiplin siswa berbasis web dengan pendekatan gamifikasi terbukti menjadi sarana yang efektif dan efisien dalam mendorong perilaku siswa yang positif serta mendukung pencapaian akademik mereka.

Pada penelitian ini, penulis merancang sebuah media pembelajaran berbasis web yang menyajikan visualisasi interaktif volume benda putar. Aplikasi ini memungkinkan mahasiswa untuk memasukkan fungsi matematika, menentukan batas integrasi, memilih sumbu rotasi, dan melihat hasil rotasi dalam bentuk grafik 3D secara real-time. Dengan adanya visualisasi ini, diharapkan mahasiswa dapat memahami proses terbentuknya volume benda putar secara lebih intuitif dan mudah.

Penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk mengembangkan aplikasi, tetapi juga untuk mengukur pengaruh media berbasis web tersebut terhadap progres pemahaman mahasiswa. Dengan menggunakan pendekatan pre-test dan post-test, serta

kuesioner evaluatif, penulis menganalisis sejauh mana media ini efektif dalam membantu mahasiswa memahami materi yang sebelumnya dianggap sulit.

Penelitian ini memiliki keunikan dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan animasi statis atau simulasi offline. Keunggulan dari aplikasi ini terletak pada interaktivitas real-time dalam bentuk web-based, sehingga dapat diakses dengan mudah di berbagai perangkat tanpa perlu instalasi tambahan. Selain itu, aplikasi ini mengintegrasikan input fungsi yang fleksibel, pemilihan sumbu, serta grafik dinamis, yang belum banyak ditemukan pada media pembelajaran serupa dalam konteks pembelajaran kalkulus di tingkat perguruan tinggi.

Dengan adanya inovasi ini, diharapkan media visualisasi berbasis web dapat menjadi alternatif pembelajaran yang efektif dalam membantu mahasiswa memahami konsep volume benda putar secara mendalam, sekaligus meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di era digital.

## METODE

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap utama, yaitu tahap pengembangan media pembelajaran berbasis web dan tahap pengujian efektivitas media tersebut terhadap pemahaman mahasiswa mengenai konsep volume benda putar.

Tahap pertama dimulai dengan merancang dan membangun sebuah aplikasi berbasis web yang dapat menampilkan visualisasi volume benda putar secara interaktif. Media ini memungkinkan pengguna untuk memasukkan fungsi matematika, menentukan batas integrasi, memilih sumbu rotasi (X atau Y), dan melihat hasil rotasi dalam bentuk grafik tiga dimensi secara real-time. Pengembangan media ini



dan

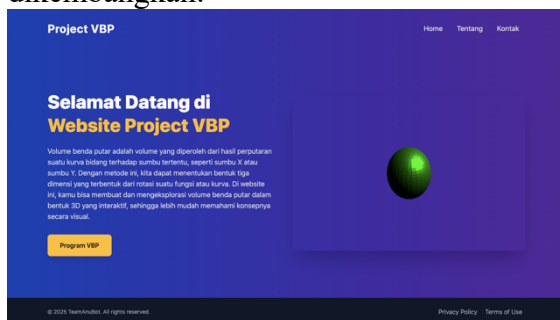
$$sd = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - \frac{(\sum d_i)^2}{n}}{n - 1}}$$

Kriteria pengambilan keputusan dalam uji hipotesis ini adalah sebagai berikut: Hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak jika nilai dari t hitung ( $t_0$ ) lebih dari t tabel. Sebaliknya, Jika nilai dari t hitung lebih kecil dari t tabel, maka  $H_0$  diterima.

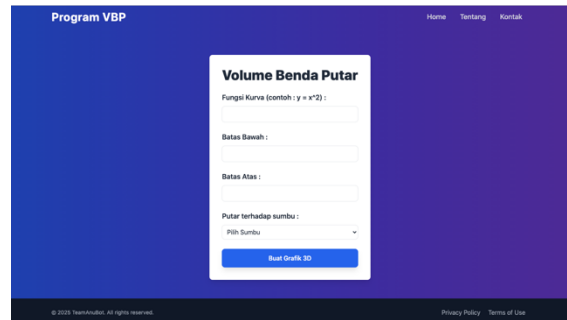
Hasil dari pengujian ini digunakan untuk menarik kesimpulan mengenai efektivitas media berbasis web sebagai alat bantu pembelajaran dalam memahami konsep volume benda putar pada mata kuliah Kalkulus.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi berbasis web yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang untuk membantu mahasiswa memahami konsep volume benda putar melalui visualisasi interaktif. Aplikasi ini memanfaatkan berbagai teknologi modern dalam pengembangan web, seperti framework Laravel dan Python sebagai backend. Untuk tampilan antarmuka, digunakan Tailwind CSS, Blade, dan JavaScript agar menghasilkan desain yang responsif dan interaktif. Berikut adalah tampilan dari website *Project VBP* yang telah dikembangkan:

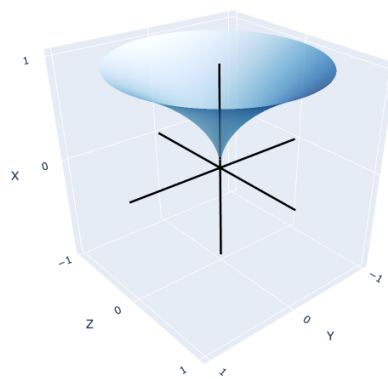


Gambar 3. Tampilan awal web VPS



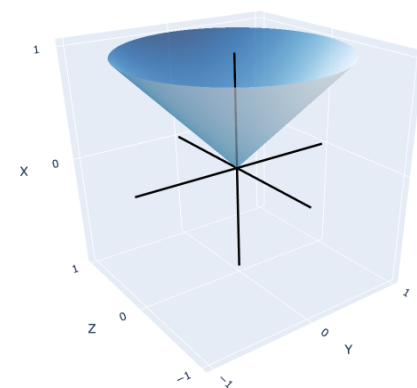
Gambar 4. Tampilan input fungsi

Volume Benda Putar (Sumbu X)



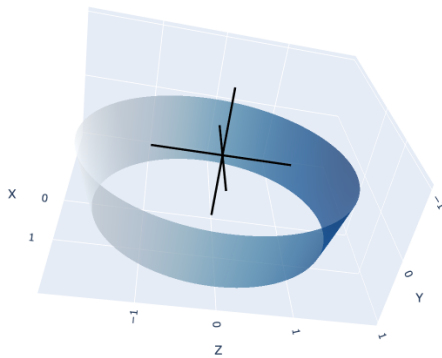
Gambar 5. Tampilan Output 1

Volume Benda Putar (Sumbu X)



Gambar 6. Tampilan Output 2.

Volume Benda Putar (Sumbu Y)



**Gambar 7. Tampilan Output 3.**

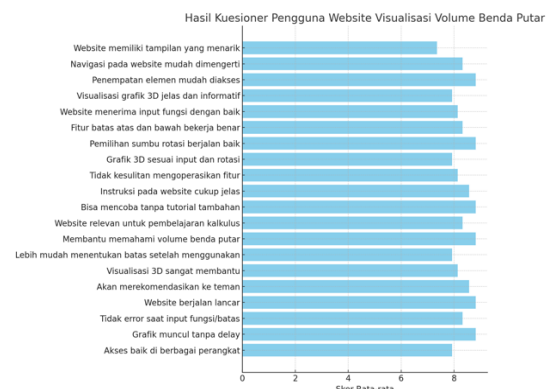
Tampilan pada output pertama menunjukkan visualisasi volume benda putar yang dihasilkan dari fungsi  $y = x^2$ , dengan batas bawah 0 dan batas atas 1, yang diputar terhadap sumbu x. Tampilan pada output kedua menunjukkan visualisasi volume benda putar yang dihasilkan dari fungsi  $y = x$ , dengan batas bawah 0 dan batas atas 1, yang diputar terhadap sumbu x. Sedangkan tampilan pada output ketiga menunjukkan visualisasi volume benda putar yang dihasilkan dari fungsi  $y = -x^2 + 4$ , dengan batas bawah 0 dan batas atas 4, yang diputar terhadap sumbu y.

Teknologi berbasis web ini dirancang agar mahasiswa dapat berinteraksi dengan sistem secara langsung. Diagram alur kerja menunjukkan bagaimana mahasiswa memasukkan fungsi matematika, memilih metode pemutaran, serta melihat hasil perhitungan volume dalam bentuk tiga dimensi secara real-time. Dengan adanya pengembangan web ini, diharapkan mahasiswa dapat memahami konsep volume benda putar dengan lebih baik, meningkatkan keterlibatan dalam pembelajaran, serta mengurangi kesulitan dalam memahami materi kalkulus yang bersifat abstrak.

Kuesioner diberikan kepada 40 responden untuk mengetahui sejauh mana visualisasi yang telah dirancang dapat digunakan dengan baik dan sesuai fungsinya. Berikut adalah hasil dari kuesioner tersebut.

**Tabel 1. Hasil Kuesioner responden**

Kode	1 - 2 (TS)	3 - 4 (KS)	5 - 6 (N)	7 - 8 (S)	9 - 10 (SS)
1	0	2	6	20	12
2	0	1	7	22	10
3	0	2	8	21	9
4	0	1	5	19	15
5	0	1	6	23	10
6	0	2	7	21	10
7	0	1	6	22	11
8	0	1	5	20	14
9	0	2	6	21	11
10	0	3	7	20	10
11	0	2	6	21	11
12	0	1	4	19	16
13	0	1	4	18	17
14	0	2	6	19	13
15	0	1	3	17	19
16	0	1	5	18	16
17	0	3	7	20	9
18	0	2	6	22	10
19	0	3	6	21	9
20	0	2	7	20	11



**Gambar 8. Rata-rata Hasil Kuesioner Responden**

Penomoran kode pada tabel 1 dilakukan berdasarkan urutan tampil pada grafik hasil

kuesioner di Gambar 8, dengan kode 1 untuk pernyataan paling atas dan kode berikutnya mengikuti urutan tampilan selanjutnya.

Berdasarkan hasil kuesioner yang diberikan kepada 40 responden, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran berbasis web yang dikembangkan telah memenuhi aspek kegunaan, kenyamanan, dan efektivitas dalam mendukung pembelajaran konsep volume benda putar.

Sebagian besar pertanyaan memperoleh skor rata-rata di atas 8 (dari skala 1–10), yang menunjukkan bahwa pengguna memberikan penilaian sangat baik. Beberapa poin penting yang dapat disorot antara lain: Kemudahan akses dan navigasi responden menyatakan bahwa navigasi pada website mudah dimengerti (rata-rata 8,321), elemen-elemen seperti tombol dan input mudah diakses (8,821), dan website dapat dioperasikan tanpa kesulitan berarti (8,143). Fungsi dan akurasi sistem fitur-fitur utama seperti input fungsi, batas bawah–atas, dan pemilihan sumbu rotasi dinilai bekerja dengan baik (rata-rata semua di atas 8). Hal ini menunjukkan bahwa sistem secara teknis berfungsi sesuai harapan pengguna. Visualisasi dan dampak pembelajaran visualisasi 3D dianggap jelas dan informatif (7,928) serta sangat membantu dalam memahami topik volume benda putar (8,143). Sebanyak 88% pengguna menyatakan bahwa mereka akan merekomendasikan website ini kepada teman yang mengalami kesulitan dalam materi ini (skor 8,571). Kinerja dan responsivitas website dinilai lancar tanpa error maupun delay saat menghasilkan grafik (rata-rata 8,821), dan dapat diakses dengan baik dari berbagai perangkat (7,928).

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh [9] menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis web melalui

platform Moodle di perguruan tinggi terbukti efektif dalam mendukung proses belajar mengajar. Senada dengan itu, [10] juga mengungkapkan bahwa penggunaan media pembelajaran berupa aplikasi website dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan minat belajar siswa serta menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif.

Selanjutnya dilakukan pengujian hipotesis dengan membandingkan nilai mahasiswa sebelum dan sesudah mereka diberikan akses serta menggunakan website tersebut. Data yang diperoleh dari uji coba ini kemudian dianalisis menggunakan metode pengujian hipotesis guna menghasilkan keputusan yang akurat mengenai tingkat kebermanfaatan website dalam mendukung proses pembelajaran mahasiswa.

Perumusan hipotesis

$H_0$ : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan untuk nilai mahasiswa sebelum dan sesudah diberikan visualisasi volume benda putar.

$H_a$ : Terdapat perbedaan yang signifikan untuk nilai mahasiswa sebelum dan sesudah diberikan visualisasi volume benda putar.

Penetapan nilai taraf nyata dan nilai t tabel. Pada penelitian ini ditetapkan taraf nyata sebesar 5%. Dengan derajat kebebasan sebesar  $n - 1 = 40 - 1 = 39$  diperoleh nilai dari t tabel sebesar 2,021.

Statistik Uji

Berdasarkan data selisih nilai sebelum dan sesudah dari 40 mahasiswa, diperoleh jumlah total selisihnya 280 dengan rata-rata selisih adalah 7. Varians selisih dihitung menggunakan rumus

$$sd = \sqrt{\frac{3000 - \frac{280^2}{40}}{40 - 1}} = 5,164$$

Nilai t hitungnya adalah

$$t_0 = \frac{7}{5,164/\sqrt{40}} = 8,573$$

Keputusan dan kesimpulan

Karena  $t_0 = 8,573 > t_{tabel} = 2,021$  maka  $H_0$  ditolak. Sehingga terdapat perbedaan yang signifikan untuk nilai mahasiswa sebelum dan sesudah diberikan visualisasi volume benda putar.

Penelitian yang dilakukan oleh [11] menekankan pentingnya pemilihan uji statistik yang tepat, khususnya dalam kasus perbandingan rata-rata dua sampel berpasangan. Sementara itu, [12] juga menerapkan uji t sampel berpasangan untuk mengevaluasi efektifitas model teknik tugas menyalin dalam pembelajaran pengetahuan menulis artikel ilmiah bagi mahasiswa. Seluruh analisis statistik pada penelitian tersebut dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS.

#### SIMPULAN

Media pembelajaran berbasis web yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep volume benda putar dalam kalkulus. Hasil uji t berpasangan menunjukkan perbedaan yang signifikan antara nilai pre-test dan post-test mahasiswa, yang menandakan peningkatan pemahaman yang nyata setelah menggunakan aplikasi. Selain itu, hasil kuesioner menunjukkan bahwa media ini dianggap mudah digunakan, informatif, dan relevan untuk mendukung proses pembelajaran secara interaktif dan visual. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi alternatif media pembelajaran matematika yang adaptif di era digital.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Monariska, "Analisis kesulitan belajar mahasiswa pada materi integral," *J. Anal.*, vol. 5, no. 1, pp. 9–19, 2019, doi: 10.15575/ja.v5i1.4181.
- [2] B. E. Susilo, D. Darhim, and S. Prabawanto, "Kesulitan Belajar

- Mahasiswa pada Materi Aplikasi Integral untuk Luas Daerah dalam Perspektif Disposisi Matematis," *Kreano, J. Mat. Kreat.*, vol. 10, no. 1, pp. 86–93, 2019, doi: 10.15294/kreano.v10i1.19373.
- [3] F. Sanjaya, "Analisis Penggunaan Media Pembelajaran Ditinjau Dari Pemahaman Konsep Pada Materi Volume Benda Putar Metode Kulit Tabung Mahasiswa Pendidikan Matematika," *Statmat J. Stat. Dan Mat.*, vol. 3, no. 1, pp. 49–57, 2021, doi: 10.32493/sm.v3i1.8511.
- [4] I. H. E. Rimo, "Analisis Kesulitan Mahasiswa Pendidikan Fisika FKIP-UNDANA Dalam Memahami Materi Volume Benda Putar," *J. Ilm. Soulmath J. Edukasi Pendidik. Mat.*, vol. 6, no. 2, pp. 91–104, 2018, doi: 10.25139/smj.v6i2.1155.
- [5] I. Indriyani, A. Fernando, and I. K. A. D. Mahaputra, "Pemanfaatan Video Animasi Menggunakan Website Animaker untuk Media Informatif pada Mata Kuliah Cyber Law," *INFORMATICS Educ. Prof. J. Informatics*, vol. 8, no. 1, p. 37, 2023, doi: 10.51211/itbi.v8i1.2433.
- [6] I. Muhammad, A. Jupri, and T. Herman, "Development of web-based learning media with a realistic mathematics education approach to increase student self-determination," *Infin. J.*, vol. 14, no. 2, pp. 303–322, 2025, doi: 10.22460/infinity.v14i2.p303-322.
- [7] T. R. Knapp, "Why Is the One-Group Pretest–Posttest Design Still Used?," *Clin. Nurs. Res.*, vol. 25, no. 5, pp. 467–472, 2016, doi: 10.1177/1054773816666280.
- [8] S. Afifah, A. Mudzakir, and A. B. D. Nandiyanto, "How to Calculate Paired Sample t-Test using SPSS Software: From Step-by-Step Processing for Users to the Practical Examples in the Analysis of the

- Effect of Application Anti-Fire Bamboo Teaching Materials on Student Learning Outcomes,” *Indones. J. Teach. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 81–92, 2022, doi: 10.17509/ijotis.v2i1.45895.
- [9] M. Khumalo, “Research in Business & Social Science Towards effective web-based learning : An investigation of the management of learning management system at a university of technology,” vol. 13, no. 6, pp. 371–380, 2024.
- [10] N. R. H. Meduri, R. Firdaus, and H. Fitriawan, “Efektifitas Aplikasi Website Dalam Pembelajaran Untuk Meningkatkan Minat Belajar Peserta Didik,” *Akademika*, vol. 11, no. 02, pp. 283–294, 2022, doi: 10.34005/akademika.v11i02.2272.
- [11] E. Liptáková, “T-test for two dependent samples – some practical notes,” *Slovak J. Sport Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 48–55, 2021, doi: 10.24040/sjss.2021.7.1.48-55.
- [12] W. Damayanti and W. Damayanti, “Jurnal Pembahas : Pembelajaran Bahasa dan Sastra Keefektifan Metode Model Teknik Tugas Menyalin dalam Pembelajaran Pengetahuan Menulis Artikel Ilmiah bagi Mahasiswa Baru The Effectiveness of the Copy Task Technique Model Method in Learning Scientific Arti,” vol. 1, pp. 293–300, 2022.