



DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A WEB-BASED VECTOR PRACTICE APPLICATION WITH RANDOMIZED NUMBERS

Yunita Citra Dewi^{1*}, Muhammad Rizqi Sholahuddin¹, Topan Trianto²

¹Politeknik Negeri Bandung

²Universitas Ma'soem

*Corresponding Address: yunita.citra@polban.ac.id

Info Artikel

Riwayat artikel

Dikirim: 02-09-2024
Direvisi : 01-06-2025
Diterima: 14-06-2025

Kata Kunci:

Vektor;
Aplikasi Berbasis Web;
Pengacakan Angka;
MVC Laravel;
MariaDB;

DOI:

10.24252/jpf.v13i1.51091

Abstrak

Peran mendasar konsep vektor dalam pendidikan teknik menggarisbawahi pengembangan aplikasi berbasis web yang dirancang untuk memfasilitasi praktik pemecahan masalah vektor. Untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi vektor, paparan berulang terhadap berbagai rangkaian masalah sangat penting. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi aplikasi praktik yang mengintegrasikan pembuatan angka acak, yang memungkinkan pengguna untuk menemukan nilai numerik yang berubah secara dinamis pada setiap penggunaan. Dengan menggunakan pendekatan Penelitian dan Pengembangan (R&D) dengan metode eksperimental, aplikasi ini dikembangkan menggunakan kerangka kerja Laravel Model-View-Controller (MVC). Struktur basis data, yang dibangun di atas MariaDB, dioptimalkan untuk penyimpanan pertanyaan, solusi, dan respons pengguna yang efisien. Aplikasi ini diimplementasikan dan diuji oleh mahasiswa tahun pertama di Program Diploma 3 Teknik Mesin di Politeknik Negeri Bandung. Pengujian fungsional mengungkapkan bahwa 92,89% fitur beroperasi secara efektif. Selanjutnya, berdasarkan penilaian kegunaan, aplikasi menerima skor total 254, yang menggolongkannya sebagai "sangat berguna".

Abstract

The fundamental role of vector concepts in engineering education underscores the development of a web-based application designed to facilitate vector problem-solving practice. To enhance students' comprehension of vector material, repeated exposure to varied problem sets is essential. This study aims to design and evaluate a practice application that integrates randomized number generation, enabling users to encounter dynamically changing numerical values with each use. Employing a Research and Development (R&D) approach with experimental methods, the application was developed using the Laravel Model-View-Controller (MVC) framework. The database structure, built on MariaDB, was optimized for efficient storage of questions, solutions, and user responses. The application was implemented and tested by first-year students in the Diploma 3 Mechanical Engineering Program at Politeknik Negeri Bandung. Functional testing revealed that 92.89% of the features operated effectively. Furthermore, based on the usefulness assessment, the application received a total score of 254, classifying it as "highly useful."

PENDAHULUAN

Materi awal mata kuliah Fisika Dasar atau Fisika Terapan adalah Bab Vektor. Besaran vektor adalah besaran yang memiliki nilai dan arah [1]. Banyak besaran-besaran Fisika yang termasuk dalam kategori besaran vektor. Misalnya pada bidang mekanika, diantaranya posisi, perpindahan, kecepatan, percepatan, gaya, momentum, momen gaya atau torsi dan lain-lain. Selain itu pada bidang Kelistrikan dan Kemagnetan ada besaran vektor Gaya Coulomb, Gaya Lorentz, medan Listrik, medan magnet dan lain-lain. Maka dari itu, pemahaman tentang apa itu vektor dan bagaimana operasi matematika yang berlaku pada vektor perlu dikuasai dengan baik oleh peserta didik supaya pemahaman akan bidang fisika yang melibatkan besaran vektor tersebut dapat mencapai setidaknya nilai ketuntasan minimal.

Namun tidak sedikit mahasiswa yang sulit memahami materi vektor tersebut. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, misalnya karena waktu perkuliahan dalam pembahasan materi vektor yang cukup terbatas dan dapat pula dikarenakan metode dan media pembelajaran yang monoton sehingga kurang menarik belajar mahasiswa. Urgensi dari peningkatan pemahaman materi vektor sebagai dasar ilmu teknik nampaknya menjadi tantangan sendiri bagi dosen atau guru pengajar fisika. Maka dari itu dosen atau pengajar perlu mencari cara dalam meningkatkan hasil pembelajaran vektor.

Penelitian terkait media pembelajaran fisika telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian mengacu pada pemanfaatan aplikasi yang sudah ada, dan adapula yang mengembangkan aplikasi yang baru. Seperti yang dilakukan oleh Rizky Parlika dkk yang memanfaatkan App Inventor 2 pada aplikasi game serious berbasis android pada pembelajaran fisika[2]. Begitu pula Fahrur Rozi dkk yang mengembangkan game edukasi berbasis android dan mendapat hasil uji sangat layak [3]. Adapula yang menggunakan multimedia berbasis software Adobe Flash seperti yang dilakukan oleh Purnomo dkk pada materi Listrik dinamis[4]. Pada beberapa hasil penelitian, basis aplikasi multimedia yang dapat digunakan dalam membuat media pembelajaran fisika sangat beragam misalnya aplikasi Quiziz[5], Kahoot! [6], Phet Simulation [7], augmented reality [8], games edukasi[9], game android [10] dan lain-lain. Sedangkan model pembelajaran yang dapat digunakan misalnya Instructional Games [11][12], Mixed Strategy Method[13], model pembelajaran kooperatif[14][15], dan Computer Assisted Instruction[16]. Secara umum riset-riset yang telah dilakukan terkait dengan metode dan media pembelajaran fisika berbasis teknologi informasi dan komputer ini memberikan pengaruh yang cukup baik pada hasil belajar peserta didik. Namun pilihan metode dan media pembelajaran yang efektif nampaknya juga harus memerhatikan aspek tingkat usia dan penerapannya pada bidang atau jurusan yang diampu oleh mahasiswa sebagai peserta didik.

Adapun penelitian yang membahas terkait pembelajaran materi Vektor tidak hanya diterapkan pada bidang fisika saja tetapi juga pada bidang matematika. Denih Handayani dkk telah melakukan penelitian yang menghasilkan media pembelajaran interaktif berbasis android menggunakan I-Spring dan APK Builder untuk

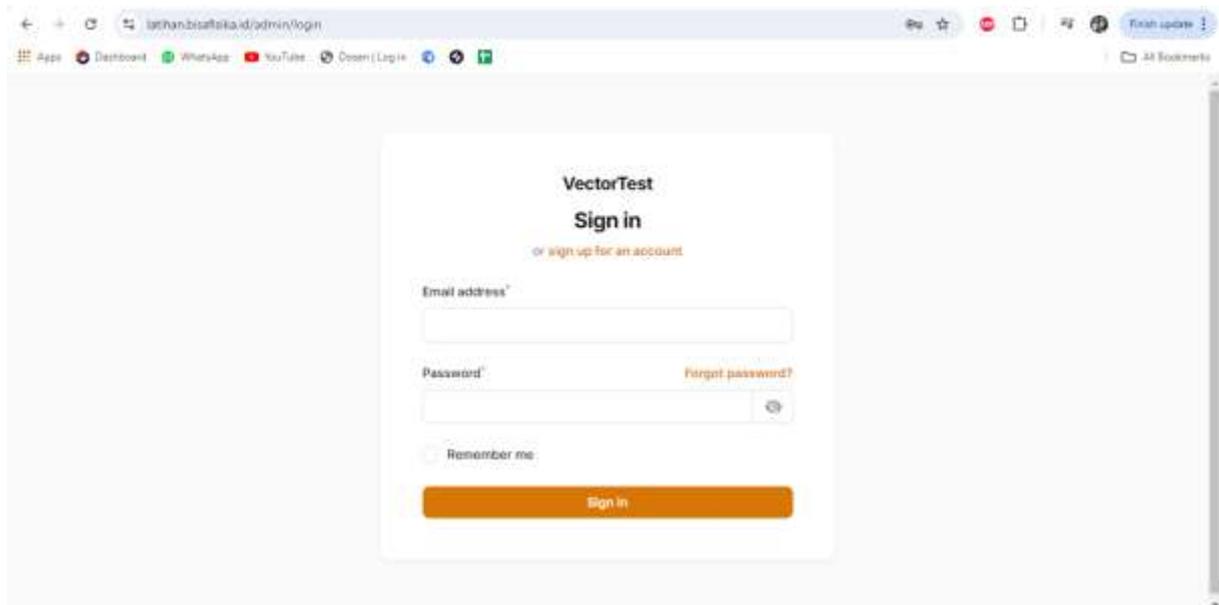
pembelajaran matematika pada materi vektor. Aplikasi yang dikembangkan berisi rangkuman materi dan soal Latihan yang dapat dikerjakan oleh peserta didik dan hasilnya tersimpan pada database aplikasi. Sedangkan penelitian yang dilakukan Natalia Atu dan Reflina menitikberatkan pada pengembangan media pembelajaran materi vektor dengan aplikasi Animaker dimana produk yang dihasilkan berupa video animasi yang dibuat untuk menarik perhatian peserta didik. Selain itu, penelitian-penelitian lain terkait vektor ini adapula yang dihubungkan dengan kemampuan berpikir kritis, kecerdasan special bahkan dikaitkan pula dengan kecerdasan spiritual peserta didik. Tetapi penelitian terkait materi vektor yang tidak hanya berfokus pada peserta didik tetapi juga membantu pengajar dalam melengkapi instrument media pembelajaran yang berbasis teknologi ini jarang disoroti. Oleh karena itu, penelitian “Pengembangan Sistem Pembuat Soal Latihan Materi Vektor Berbasis Web” diharapkan dapat membantu proses pembelajaran materi vektor tidak hanya bagi peserta didik tetapi juga bagi dosen atau guru pengajar. Pengajar dalam hal pembuatan soal tidak perlu lagi membuat dan menghitung secara manual terutama pada saat ingin menyajikan soal dengan tipe yang sama namun dengan angka yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan sistem pengacakan angka yang diterapkan pada aplikasi yang dikembangkan ini dapat dengan otomatis menampilkan angka beserta jawaban yang berbeda-beda pada setiap peserta didik mengakses soal tersebut.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode riset dan pengembangan. Pengembangan Aplikasi Latihan Soal memanfaatkan arsitektur MVC Laravel untuk memisahkan logika bisnis dari antarmuka pengguna, meningkatkan modularitas dan kemudahan pemeliharaan. Peneliti juga akan merancang skema database yang efisien untuk menyimpan soal, jawaban, dan hasil pengguna, menggunakan MariaDB. Database yang dimaksud tersusun dalam tampilan tabel yang terdiri atas nama peserta didik, nilai hasil pengisian “Latihan Soal” yang telah dikerjakan dan jika ingin ditampilkan soal dan jawabannya cukup memilihnya dengan cara klik di bagian nama peserta didik tersebut. Aplikasi ini diujicoba oleh 57 mahasiswa tingkat pertama Program Studi D3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung Tahun Akademik 2024/2025. Data penelitian diperoleh melalui instrument berupa kuisioner sebagai umpan balik untuk menguji fungsionalitas dan kebermanfaatan penggunaan aplikasi. Analisis data menggunakan metode kuantitatif deskriptif untuk mengolah data angket, yang kemudian diinterpretasikan secara kualitatif untuk menarik kesimpulan mengenai fungsionalitas dan kebermanfaatan aplikasi.

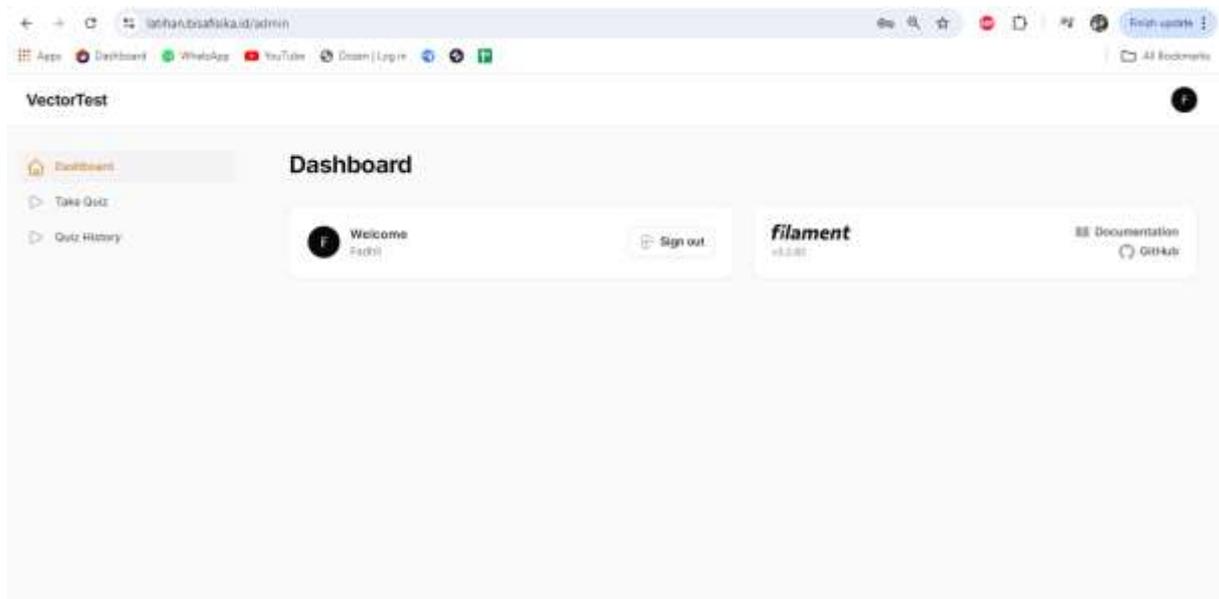
HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi latihan soal vektor dengan sistem random angka ini telah berhasil dibuat. Latihan soal berbasis web ini dapat diakses oleh siapa pun dengan alamat situs latihan.bisafisika.id. Tampilan halaman depan aplikasi tersebut ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tampilan halaman awal aplikasi

Pada halaman depan terdapat kolom isian alamat email dan password untuk masuk ke dalam aplikasi. Selain itu terdapat pula fitur "sign up an account" untuk registrasi atau pendaftaran peserta. Jika peserta didik belum memiliki akun terdaftar maka harus membuat akun terlebih dahulu dengan mengisi form fitur "sign up an account". Jika sudah terdaftar dan kemudian masuk/sign in maka halaman aplikasi yang muncul pada peserta halaman Dashboard seperti pada gambar 2. Pada halaman dashboard terdapat fitur Take Quiz dan Quiz History.



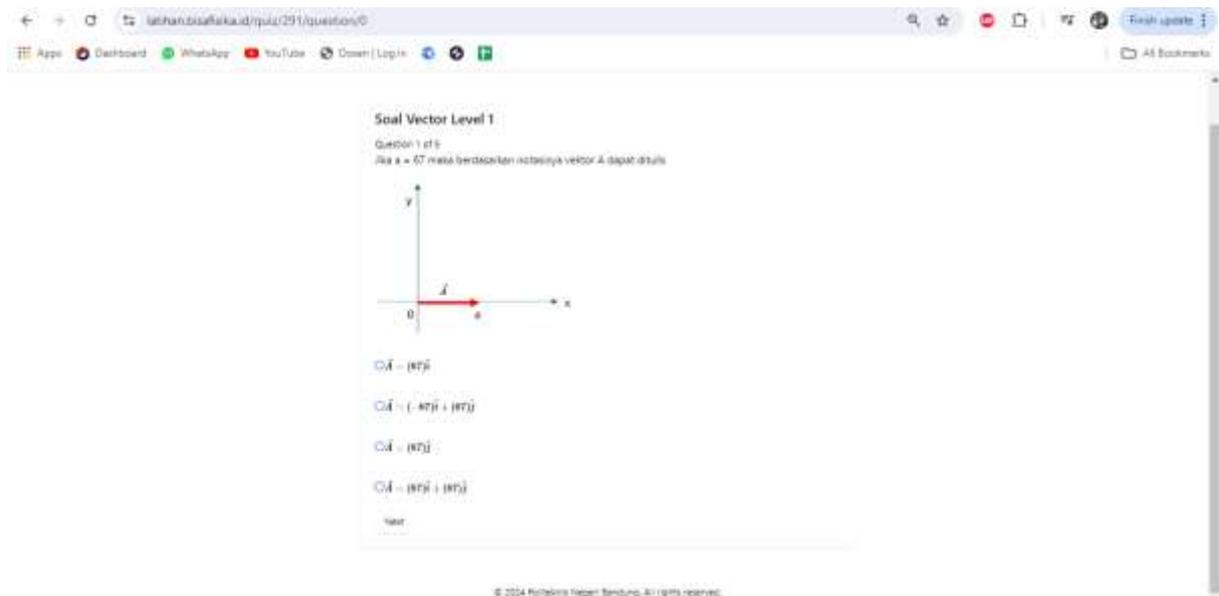
Gambar 2. Tampilan dashboard pada akun peserta

Pada fitur Take Quiz, peserta akan diberikan list atau daftar soal latihan yang tersedia diantaranya Soal Latihan Vektor Level 1 dan Soal Latihan Vektor Level 2 seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.

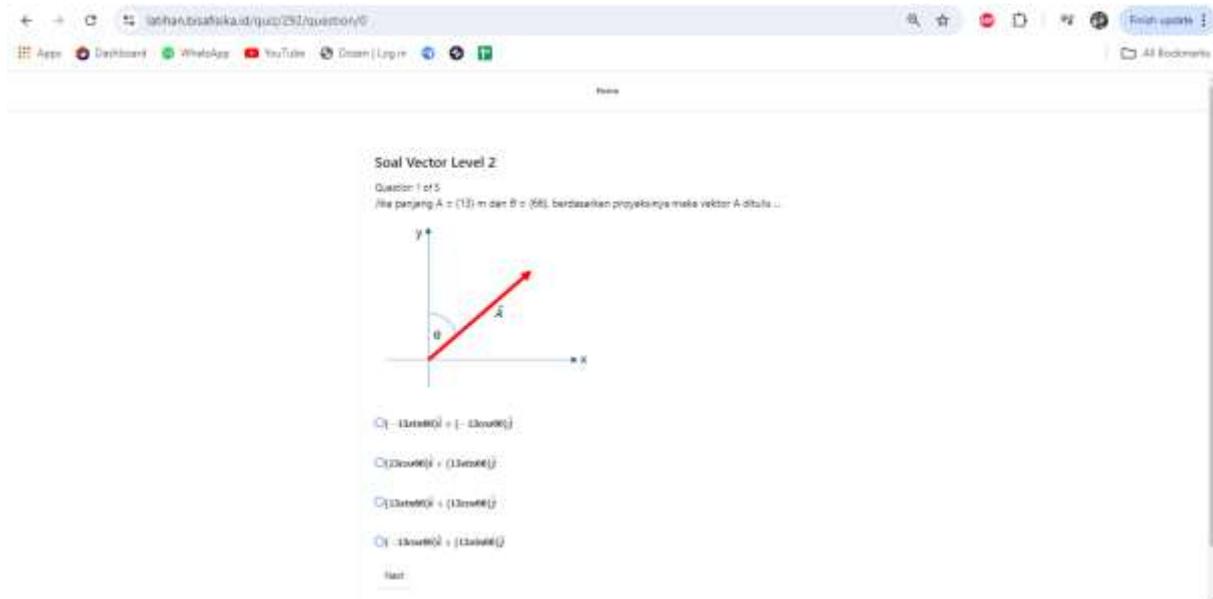


Gambar 3. Tampilan daftar soal latihan yang tersedia

Pada setiap level diberikan 5 pertanyaan berupa pilihan ganda dengan sistem acak angka. Sistem ini akan memberikan soal yang berbeda-beda urutan dan berbeda-beda pula angka yang dimunculkan pada setiap peserta. Bahkan pada akun yang sama pun, jika soal latihan level yang sama diakses lebih dari satu kali pun angka yang muncul pada soal juga akan berbeda dibandingkan dengan paket soal yang ditampilkan sebelumnya. Adapun contoh soal level 1 ditunjukkan pada gambar 4 dan contoh tampilan soal level 2 ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 4. Tampilan soal latihan vektor level 1



Gambar 5. Tampilan soal latihan vektor level 2

Soal latihan level 1 dan level 2 tersebut dapat diakses oleh peserta sampai dengan 200 kali agar dapat memfasilitasi peserta jika hasil yang diperoleh belum maksimal dan ingin mencoba kembali. Hasil pengerjaan soal dapat juga dilihat oleh mahasiswa pada fitur history quiz. Dosen atau guru yang telah diset sebagai super admin dapat pula melihat perolehan nilai terbaik peserta.

Aplikasi ini kemudian diujicoba oleh mahasiswa tingkat pertama Program Studi D3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung. Setelah mencoba aplikasi ini, mahasiswa diminta untuk mengisi angket umpan balik untuk menguji fungsionalitas dan kebermanfaatan aplikasi sebagai pengguna aplikasi. Adapun hasil uji fungsionalitas berdasarkan angket yang diambil dari 57 mahasiswa tersebut ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Fungsionalitas Aplikasi Dari Sisi Pengguna

No.	Item Uji	Ya	Tidak
1	Kemudahan registrasi / signup	56	1
2	Kemudahan masuk/login aplikasi	55	2
3	Kemudahan akses soal	56	0
4	Soal ditampilkan dengan jelas	56	0
5	Gambar pada soal ditampilkan dengan jelas	56	0
6	Kemudahan memilih/klik opsi jawaban	55	2
7	Review jawaban ditampilkan langsung setelah mengerjakan soal	50	7
8	Angka pada soal dapat berubah walaupun pada level yang sama	45	12
9	Rekap/histori pengerjaan soal dapat ditampilkan	48	9

Prosentase rating uji fungsionalitas dapat digunakan rumus pada persamaan 1.

$$\text{Persentase jawaban} = \frac{\text{total skor jawaban}}{(\text{jumlah responden} \times \text{jumlah pertanyaan})} \times 100\% \tag{1}$$



Berdasarkan rumus pada persamaan 1 diperoleh prosentasi jawaban Ya sebesar 92,89% sedangkan prosentase jawaban Tidak sebesar 6,43%. Hasil uji fungsional ini menunjukkan bahwa seluruh fitur aplikasi hampir semuanya berfungsi dan berjalan dengan baik. Adapun kendala yang dihadapi oleh peserta lebih kepada kendala jaringan atau konektivitas internet pada gawai peserta yang kurang memadai sehingga berimbas pada kesulitan proses membuka aplikasi.

Item uji berikutnya adalah terkait uji kebermanfaatan. Hasil pengisian umpan balik uji kebermanfaatan oleh 57 responden sebagai pengguna terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengisian Uji Kebermanfaatan oleh 57 Pengguna

No.	Item Uji	Sangat Setuju	Setuju	Cukup Setuju	Kurang Setuju	Tidak Setuju
1	Aplikasi latihan soal vektor ini memiliki tampilan yang menarik.	21	25	8	3	0
2	Aplikasi latihan soal vektor ini mudah digunakan/dioperasikan.	34	19	4	0	0
3	Aplikasi ini membantu Anda dalam memfasilitasi pembelajaran materi Vektor.	30	24	3	0	0
4	Anda termotivasi untuk mendapatkan nilai maksimal pada setiap level soal latihan yang diberikan.	35	20	2	0	0
5	Latihan soal vektor level 1 dan 2 dapat membantu meningkatkan pemahaman materi dasar Vektor.	26	28	3	0	0
6	Aplikasi latihan soal ini bagus jika diterapkan pada materi Fisika lainnya.	34	19	4	0	0
7	Aplikasi latihan soal vektor ini bermanfaat sehingga layak untuk Anda informasikan kepada teman atau adik tingkat yang sedang belajar tentang vektor.	34	21	2	0	0

Jawaban angket uji kebermanfaatan kemudian diolah menggunakan sistem skor dengan kriteria nilai skor 5 untuk jawaban "Sangat Setuju", nilai skor 4 untuk jawaban "Setuju", nilai skor 3 untuk jawaban "Cukup Setuju", nilai skor 2 untuk jawaban "Kurang Setuju" dan dikali nilai skor 1 untuk jawaban "Tidak Setuju". Setiap item uji kemudian dikali dengan skor masing-masing skor pilihan jawaban tersebut, misalnya pada item uji pertanyaan 1, terdapat 21 mahasiswa memilih "Sangat Setuju", nilai tersebut dikali dengan 5 poin sehingga diperoleh nilai skor sebesar 105 poin, begitu pula pada pilihan "Setuju" dipilih oleh 25 mahasiswa dan dikali dengan 4 poin sehingga diperoleh nilai skor 100 poin, pilihan "Cukup Setuju" dipilih oleh 8 mahasiswa dan dikali dengan 3 poin sehingga diperoleh nilai skor sebesar 24 poin, pilihan "Kurang Setuju" dipilih oleh 3 mahasiswa dan dikali dengan 2 poin sehingga diperoleh nilai skor sebesar 6 poin dan pada pilihan "Tidak Setuju" tidak ada mahasiswa yang memilih sehingga nilai skor sebesar nol poin. Adapun total skor pada setiap item uji terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Total skor pada setiap item uji kebermanfaatan

Item Uji	Skor					Jumlah Skor
	SS	S	CS	KS	S	
Pertanyaan 1	105	100	24	6	0	235
Pertanyaan 2	170	76	12	0	0	258
Pertanyaan 3	150	96	9	0	0	255
Pertanyaan 4	175	80	6	0	0	261
Pertanyaan 5	130	112	9	0	0	251
Pertanyaan 6	170	76	12	0	0	258
Pertanyaan 7	170	84	6	0	0	260
Total Skor						1778

Selanjutnya dibuat interval skor untuk mengkategorikan tingkat kepuasan atau skala kebermanfaatan aplikasi tersebut. Kategori skala kebermanfaatan untuk masing-masing interval skor berturut-turut terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. Skala kebermanfaatan untuk masing-masing interval skor

Skala Rating	Interval Skor
Sangat Bermanfaat	239.5 - 285
Bermanfaat	193.9 - 239.4
Cukup Bermanfaat	148.3 - 193.8
Kurang Bermanfaat	102.7 - 148.2
Tidak Bermanfaat	57 - 102.6

Untuk menentukan skor akhir dari perhitungan total skor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$Skor\ total = \frac{Jumlah\ skor\ soal\ 1 + \dots + Jumlah\ skor\ soal\ ke\ n}{Jumlah\ soal} \quad (2)$$

Dengan demikian, berdasarkan persamaan 2 diperoleh skor total keseluruhan hasil uji kebermanfaatan adalah sebesar 254. Hasil ini termasuk dalam skala rating "sangat bermanfaat".

Mencermati hasil pengisian uji kebermanfaatan, dapat terlihat pada item uji nomor 1 terdapat jawaban mahasiswa yang menilai tampilan halaman quiz kurang menarik. Penilaian tersebut tentunya dapat dijadikan kritik yang membangun sehingga tampilan quiz ke depannya dapat dibuat lebih menarik. Sedangkan pada item uji nomor 2 sampai dengan nomor 7 didominasi pada penilaian yang tinggi yaitu sangat setuju dan setuju. Misalnya pada item uji 2 terkait kemudahan pengoperasian sistem, 34 dari 57 mahasiswa sebagai pengguna menyatakan "sangat setuju" bahwa sistem dapat dioperasikan dengan mudah. Hal ini sesuai dengan tujuan dari pembuatan algoritma program yang mengusung istilah ramah pengguna atau *user friendly*. Selanjutnya pada item uji nomor 3, 30 dari 57 mahasiswa sangat menyetujui pernyataan bahwa aplikasi latihan soal ini dapat dijadikan fasilitas alat bantu pembelajaran materi vektor. Terlebih soal yang diberikan dibuat dengan sistem

berjenjang, dimana pada level terendah pertanyaan yang diberikan dibuat dengan cukup mudah namun tetap mendorong motivasi mahasiswa untuk menyelesaikan soal dan mencapai nilai maksimal. Hal ini sesuai dengan penilaian mahasiswa pada item uji 4. Sejalan dengan penilaian item uji 5, hanya 3 dari 57 mahasiswa yang menyatakan cukup setuju sedangkan 54 orang lainnya menyetujui bahwa soal level 1 dan level 2 yang diberikan dapat memberikan pemahaman materi dasar Vektor. Hal yang paling menarik adalah pada penilaian item uji 6 dan 7 bahwa pengguna lebih dari 90% pengguna menyatakan bahwa aplikasi ini sangat bagus sehingga baik untuk diterapkan pada pokok bahasan lainnya. Bahkan 95% responden menyetujui bahwa aplikasi ini bermanfaat bagi pembelajaran Fisika dan layak untuk dibagikan kepada teman atau adik tingkat yang juga ingin meningkatkan pemahaman materi Vektor melalui latihan soal pada aplikasi ini.

Perspektif mahasiswa sebagai peserta didik terkait kebermanfaatan aplikasi ini memang dapat dikatakan dapat diterima dengan baik. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh T.H. Purnomo dkk yang memanfaatkan permainan komputer untuk media pembelajaran pun mendapat respon yang baik dari peserta didik [4]. Terlebih jika ditinjau dari sisi guru atau dosen sebagai pengajar atau fasilitator, nampaknya aplikasi ini dapat dijadikan sebagai media pembelajaran yang sangat bermanfaat karena sedikit banyak dapat mengurangi beban pengajaran dan pembuatan soal. Dengan sistem random atau acak angka yang diterapkan pada sistem, maka pengajar tidak perlu membuat soal berkali-kali karena cukup memasukkan formula atau rumus yang diterapkan. Dengan demikian sistem ini tidak menutup kemungkinan untuk diterapkan pula pada latihan soal materi lainnya di mata kuliah Fisika.

KESIMPULAN

Pengembangan aplikasi latihan soal vektor berbasis web dengan sistem pengacakan angka telah berhasil dibuat. Aplikasi ini kemudian telah diujicoba oleh 57 mahasiswa tingkat pertama Tahun Akademik 2024/2025 Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung. Berdasarkan hasil uji fungsionalitas diperoleh 92,89% fitur aplikasi dapat berfungsi dengan baik. Kesulitan pengoperasian aplikasi lebih kepada jaringan internet atau konektivitas pengguna, sedangkan pada ranah sistem dan server aplikasi dapat berjalan dengan maksimal. Pada uji kebermanfaatan, diperoleh skor sebesar 254 dari skor maksimal sebesar 285. Maka hasil ini termasuk pada kategori skala penilaian "sangat bermanfaat" pada tingkat pengguna yaitu mahasiswa sebagai peserta didik. Hasil uji kebermanfaatan ini tentu menjadi dorongan untuk meningkatkan penelitian dan pengembangan aplikasi sejenis pada pokok bahasan lainnya di mata kuliah Fisika dan juga dapat disesuaikan dengan jenjang peserta didik lain misalnya pada jenjang sekolah menengah maupun perguruan tinggi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker, *Fundamentals of Physics Halliday & resnick 10ed*, 10th ed. John Wiley & Sons, Inc., 2014.
- [2] R. Parlita, L. 'Azizah, A. C. Nugroho, D. A. P. Prabawani, and S. F. Handono, "Game Learning Fisika 'Asah Otak' Berbasis Android Dengan App Inventor 2," *E-Jurnal SPIRIT PRO PATRIA*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2019, doi: 10.29138/spirit.v5i1.903.
- [3] F. Rozi and A. Kristari, "Pengembangan Media Pembelajaran Game Edukasi Berbasis Android Pada Mata Pelajaran Fisika Untuk Siswa Kelas Xi Di Sman 1 Tulungagung," *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 5, no. 1, p. 35, 2020, doi: 10.29100/jupi.v5i1.1561.
- [4] T. H. Purnomo, Sugiyanto, and I. Akhlis, "Educational computer game materi listrik dinamis sebagai media pembelajaran fisika untuk siswa SMA," *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, vol. 7, no. 2, pp. 121–127, 2011, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JPMI/article/view/1084>
- [5] N. Nurfadilah, D. P. Putra, and R. Riskawati, "Pembelajaran Daring Melalui Game Edukasi Quizizz Terhadap Hasil Belajar Fisika," *Jurnal Literasi Digital*, vol. 1, no. 2, pp. 108–115, 2021, doi: 10.54065/jld.1.2.2021.14.
- [6] R. Andari, "Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Game Edukasi Kahoot! Pada Pembelajaran Fisika," *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, vol. 6, no. 1, p. 135, 2020, doi: 10.31764/orbita.v6i1.2069.
- [7] Y. C. Dewi and I. G. Rasagama, "Analisis Respon Mahasiswa Terhadap Praktikum Keseimbangan Menggunakan Aplikasi Phet Simulation," *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, vol. 10, no. 2, pp. 94–100, 2022, doi: 10.24252/jpf.v10i2.23571.
- [8] A. Simaremare, N. A. Promono, D. S. Putri, F. P. P. Mallisa, S. Nabila, and F. Zahra, "Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbasis Augmented Reality pada Materi Kinematika untuk Siswa SMA," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, vol. 6, no. 1, p. 203, 2022, doi: 10.20527/jipf.v6i1.4893.
- [9] R. Q. Yakin, I. Nyoman Putu Suwindra, and I. Bagus Putu Mardana, "Pengembangan Media Pembelajaran Game Edukasi Fisika Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Prestasi Belajar Siswa Pada Materi Gerak-Gerak Lurus," *Jppf*, vol. 8, no. 2, pp. 2599–2554, 2018.
- [10] R. W. Anggeraeni, Y. Rahmawati, M. M. Febriyana, and I. A. D. Astuti, "FINOT PHYSTOOL (Find Out Physics Tools) sebagai Media Pengenalan Alat-Alat Praktikum Fisika Berbasis Aplikasi Game Android," *Journal of Learning and Instructional Studies*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.46637/jlis.v1i1.1.
- [11] L. R. Prastika, Hikmat, and Waslaluddin, "Pengaruh Penggunaan Multimedia Interaktif Berbasis Komputer Model Instructional Games terhadap Peningkatan Prestasi Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Fisika," *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains 2011 (SNIPS 2015) Bandung*, vol. 2015, no. Snips, pp. 397–400, 2015.
- [12] K. Wiyono, "Pengembangan Model Pembelajaran Fisika Berbasis ICT Pada Implementasi Kurikulum 2013," *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, vol. 2, no. 2, pp. 123–131, 2015.
- [13] B. T. A. Saputra and A. Y. E.P., "Perancangan Game Tiga Dimensi Berdasarkan Hukum Fisika Pada Sistem Operasi Android Menggunakan Metode Mixed Strategy," *Bimasakti*, pp. 80–86, 2014.

- [14] A. Erpan, F. F. Nanda, M. C. Augustini, and D. Desnita, "Meta Analisis Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Pada Mata Pelajaran Fisika Terhadap Hasil Belajar Siswa," *Jurnal Kumparan Fisika*, vol. 4, no. 2, pp. 120–128, 2021, doi: 10.33369/jkf.4.2.120-128.
- [15] A. A. Agustina, M. Misdalina, and L. Lefudin, "Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Games Tournament Terhadap Pemahaman Konsep Peserta Didik Pada Pembelajaran Fisika," *Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 8, no. 2, p. 186, 2020, doi: 10.24127/jpf.v8i2.2673.
- [16] R. Ramli, L. Fitriana, and B. Budi, "Aplikasi Multimedia Pembelajaran Berbasis Game Animasi Menggunakan Metode Cai (Computer Assisted Instruction) Untuk Mata ...," *Buletin Utama Teknik*, vol. 3814, pp. 55–59, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/4315%0Ahttps://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/download/4315/3091>