



Journal of Sciencetech Research and Development

Volume 8, Issue 1, June 2026

P-ISSN 2715-6974

E-ISSN 2715-5846

Open Access at: <https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

IMPLEMENTASI SISTEM *E-LEARNING* BERBASIS WEB MENGGUNAKAN SDLC MODEL *FOUNTAIN* (STUDI KASUS: SMA ISLAM CIKUYA BUNGBULANG)

IMPLEMENTATION OF A WEB-BASED *E-LEARNING* SYSTEM USING SDLC *FOUNTAIN* MODEL (CASE STUDY: SMA ISLAM CIKUYA BUNGBULANG)

Rizqi Muhammad Khatami Sandi¹, Carudin², Iqbal Maulana³

Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Singaperbangsa Karawang

E-mail: 1910631170128@student.unsika.ac.id, carudin@staff.unsika.ac.id,
iqbal.maulana@staff.unsika.ac.id

INFO ARTIKEL

Kata kunci:

E-Learning, SDLC Model
Fountain, Laravel,
Blackbox Testing, *Whitebox*
Testing SMA Islam
Cikuya Bungbulang.

ABSTRAK

Kegiatan belajar mengajar di SMA Islam Cikuya Bungbulang dihadapkan pada kendala keterbatasan infrastruktur fisik, yakni hanya memiliki 6 ruang kelas untuk menampung 162 siswa. Keterbatasan ini menyebabkan proses pembelajaran konvensional menjadi kurang efisien karena tidak adanya fleksibilitas pergantian ruang kelas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem *e-learning* berbasis web sebagai wadah digital yang memungkinkan proses pembelajaran dilakukan secara *asynchronous* (tidak terikat waktu dan ruang) guna mengatasi kendala tersebut. Pengembangan sistem ini menggunakan metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) Model *Fountain* yang memungkinkan pengerjaan setiap tahapan secara fleksibel dan tumpang tindih. Tahapan tersebut meliputi analisis, spesifikasi kebutuhan, perancangan (menggunakan pemodelan UML), implementasi (menggunakan *framework* PHP Laravel dan *database* MySQL), pengujian, penerapan (*deployment*), operasi, hingga pemeliharaan dan evolusi. Fitur utama yang dikembangkan mencakup manajemen pengguna, distribusi materi ajar, pengumpulan penugasan berbasis *file*, serta evaluasi kuis pilihan ganda otomatis. Hasil pengujian menggunakan metode *Blackbox Testing* menunjukkan bahwa seluruh spesifikasi fungsionalitas menu dan fitur utama sistem telah berjalan dengan baik dan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Sistem ini juga telah berhasil beroperasi secara sinkron dan stabil di lingkungan *server hosting*. Dengan demikian, sistem *e-learning* ini terbukti mampu menjadi solusi yang efektif untuk memfasilitasi proses pembelajaran jarak jauh bagi guru dan siswa di SMA Islam Cikuya Bungbulang.

ARTICLE INFO

Key words:

E-Learning, SDLC
Fountain Model, Laravel,
Blackbox Testing, Whitebox
Testing, SMA Islam Cikuya
Bungbulang.

ABSTRACT

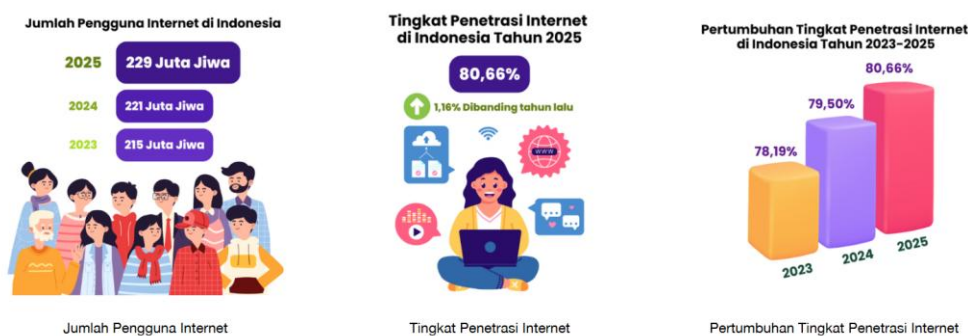
The teaching and learning process at SMA Islam Cikuya Bungbulang faces physical infrastructure constraints, with only 6 classrooms available to accommodate 162 students. This limitation causes conventional face-to-face learning to be less efficient due to the lack of classroom flexibility. Therefore, this study aims to design and build a web-based e-learning system as a digital platform that allows the learning process to be carried out asynchronously (not bound by time and space) to overcome these constraints. The system development utilizes the Software Development Life Cycle (SDLC) Fountain Model, which allows for flexible and overlapping execution of each phase. These phases include analysis, requirement specification, design (using UML modeling), implementation (using the PHP Laravel framework and MySQL database), testing, deployment, operation, and maintenance and evolution. The main features developed include user management, learning material distribution, file-based assignment submission, and automatic multiple-choice quiz evaluation. The testing results using the Blackbox Testing method show that all functional specifications of the menus and main features operate properly and perfectly match the expected outcomes. The system has also successfully operated synchronously and stably in the hosting server environment. Thus, this e-learning system has proven to be an effective solution to facilitate the remote learning process for teachers and students at SMA Islam Cikuya Bungbulang.

Copyright ©2026 JSCR. All rights reserved.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi selalu menjadi topik yang menarik untuk dibahas. Industri era ini sudah tidak mengandalkan mesin fisik yang kompleks. Hal ini disebabkan oleh proses perkembangannya yang pesat, serta inovasi dan kreasi yang terlihat tidak ada batasnya, yang kerap dihasilkan oleh para peminat dan penggiat ilmu teknologi. Di antara produk teknologi yang kemungkinan besar sudah melekat dalam sendi kehidupan kita adalah internet (Assiddiqi et al., 2023).

Survei Internet APJII 2025



Gambar 1. Diagram Peningkatan Pengguna dan Penetrasi Internet

Sumber: Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia

Seperti yang dapat dilihat pada gambar 1.1, pada 10 April hingga 16 Juli 2025, Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) telah melakukan survei menggunakan metode wawancara tatap muka dengan metode penentuan sampel *multistage random sampling* dengan *margin of error* $\pm 1,1\%$ terhadap 8,700 responden di seluruh Indonesia. Hasil survei menunjukkan bahwa pengguna internet di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 6,51% pada interval 2023-2025, yang sebelumnya sebanyak 215 juta pengguna, kini mencapai 229 juta pengguna. Hasil survei ini bisa didapatkan dengan mengunduhnya langsung melalui situs resminya <https://survei1.apjii.or.id/survei>.

Sejalan dengan perkembangan teknologi, dan meningkatnya jumlah pengguna internet, maka peluang untuk memberikan kontribusi bagi khalayak umum, tidak terbatas hanya dari cara konvensional saja, namun juga bisa mengandalkan internet itu sendiri. Sistem informasi berbasis web merupakan salah satu bentuk pengintegrasian teknologi internet, bisa menjadi sarana bagi orang untuk memberikan manfaat bagi yang lainnya.

Pendidikan merupakan salah satu dari sekian banyak aspek dalam kehidupan, yang sudah berintegrasi dengan teknologi. Penerapan teknologi dalam pendidikan, mampu meningkatkan kualitas pendidikan itu sendiri. Sebagai contoh, internet dapat menghubungkan mereka yang tidak sedang berada di posisi berdekatan. Maka, jika terjadi kendala untuk melaksanakan pembelajaran secara langsung, bisa menggunakan alternatif dengan mengadakan pembelajaran dalam jaringan. Penerapan ini sering disebut sebagai *e-learning*.

E-learning atau *electronic learning* merupakan penerapan teknologi informasi dalam bidang pendidikan, yang terhubung oleh internet, yang dapat membantu proses belajar menjadi lebih fleksibel, yang terkadang juga menjadi opsi alternatif yang layak dimanfaatkan. Teknologi ini tersedia dalam berbagai bentuk keluaran produk, di antaranya adalah situs web. *E-learning* ini memiliki sistem yang terstruktur, yang menjadikannya mudah dimanfaatkan oleh pengguna, baik itu pengajar dan pelajar (Assiddiqi et al., 2023).

SMA Islam Cikuya Bungbulang merupakan instansi pendidikan di bawah Yayasan Pembina Pendidikan Islam (YPPI), yang beralamat di Jl. Raya Cikuya, Desa Mekarjaya, Kecamatan Bungbulang, Kabupaten Garut. Saat ini, kegiatan belajar mengajar di sekolah tersebut dihadapkan pada kendala infrastruktur fisik, yakni jumlah ruangan kelas yang hanya berjumlah enam ruang. Keterbatasan ini membuat pembagian waktu pembelajaran secara konvensional (tatap muka) menjadi kurang efisien karena penggunaan ruangan harus dilakukan secara bergilir. Untuk mengatasi kendala operasional tersebut dan menjaga kualitas penyampaian materi, diperlukan wadah digital yang memungkinkan proses pembelajaran dilakukan secara asynchronous (tidak terikat ruang dan waktu riil). Oleh karena itu, ketersediaan sistem *e-learning* pribadi menjadi sebuah kebutuhan mutlak bagi SMA Islam Cikuya Bungbulang.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu terkait pengembangan sistem *e-learning*, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Assiddiqi et al., 2023), di mana peneliti mengembangkan media pembelajaran *e-learning* berbantuan situs web berdu.id, dengan menggunakan metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) model *waterfall*. Hasil yang didapat dari respon mahasiswa terhadap sistem yang telah dibangun menunjukkan nilai dengan kategori sangat baik, dengan presentase skor rata-rata 87,15%.

Metode SDLC memiliki berbagai bentuk turunan model selain dari *waterfall*, seperti model *fountain*. Model *fountain* ini disebut juga sebagai model air mancur, yang mana arus air mulai dari bawah hingga naik ke atas, kemudian jatuh kembali ke bawah.

Model *fountain* merupakan perbaikan logis dari model klasik atau *waterfall* (Liwu et al., 2022).

Berdasarkan pemaparan di atas terkait masalah yang ada di SMA Cikuya Islam Bungbulang, penelitian terdahulu terkait pembuatan sistem atau aplikasi *e-learning* dengan menggunakan metode SDLC model *waterfall* yang memberi hasil baik, juga pemaparan mengenai model *fountain* yang disebut sebagai perbaikan logis dari model *waterfall*, penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem *e-learning* berbasis web yang ditujukan bagi SMA Islam Cikuya Bungbulang, yang akan menggunakan metode SDLC model *fountain* dan diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran.

METODE PENELITIAN

Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah sistem *e-learning* berbasis web. Tempat penelitian yang diambil adalah SMA Islam Cikuya Bungbulang, yang beralamat di Jalan Raya Cikuya, Desa Mekarjaya, Kecamatan Bungbulang, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi penerapan metode SDLC model *fountain* pada pembangunan sistem *e-learning* berbasis web.

Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini, penulis mengadaptasi metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan model *fountain*. Berbeda dengan model *waterfall*, model *fountain* ini memiliki alur kerja yang lebih fleksibel, karena kemampuannya dalam berpindah dari satu tahapan ke tahapan lain apabila diperlukan. Secara umum, tahapan model *fountain* dimulai dari *analysis, requirements specification, design, coding, testing and integration, operation, evolution and maintenance*.

Rancangan Penelitian

Dengan mengadaptasi metode SDLC model *fountain* dan melakukan penyesuaian tahapan untuk modifikasi *software open source*, berikut adalah penjelasan mengenai tahapan-tahapan dari rancangan penelitian kali ini:



Gambar 2. Gambar Rancangan Penelitian

1. Analysis

Melakukan analisis terhadap kendala operasional pembelajaran tatap muka dan menganalisis kebutuhan sistem pembelajaran daring (*e-learning*) yang sesuai untuk diterapkan di SMA Islam Cikuya Bungbulang.

2. Requirements Specification

Mengumpulkan dan menentukan spesifikasi kebutuhan perangkat lunak serta kebutuhan pengguna (admin, guru, dan siswa) melalui metode wawancara dan observasi langsung di instansi terkait.

3. Design

Melakukan perancangan arsitektur sistem, pemodelan proses menggunakan *Unified Modeling Language (UML)* yang mencakup *use case diagram*, *class diagram*, *activity diagram*, dan *sequence diagram*, serta merancang *Entity Relationship Diagram (ERD)* dan *User Interface (UI)*.

4. Coding

Mengimplementasikan hasil perancangan arsitektur, *database*, dan UI ke dalam kode program yang terstruktur dengan menggunakan framework *Laravel*.

5. Testing and Integration

Melakukan pengujian unit dan fungsionalitas sistem secara menyeluruh menggunakan metode *Blackbox Testing* dan *Whitebox Testing* untuk memastikan fungsionalitas menu dan fitur.

6. Deployment

Setelah tahap pengujian dan integrasi internal selesai, sistem e-learning akan di-deploy ke server produksi dengan mengandalkan jasa hosting online agar sistem dapat diakses melalui jaringan internet.

7. Operation

Pada tahap ini, dilakukan uji coba operasional sistem (*live testing*) langsung pada lingkungan *server hosting* yang telah *online*. Fokus aktivitas adalah memastikan seluruh konfigurasi framework Laravel, *environment variable* (.env), dan *server database* MySQL dapat beroperasi bersama secara sinkron, stabil, dan tanpa *error* saat disimulasikan menerima *request* data.

8. Evolution and Maintenance

Pada tahap ini, dilakukan analisis mengenai kebutuhan evolusi atau pengembangan fitur sistem di masa depan berdasarkan evaluasi teknis selama masa pengembangan. Evaluasi mandiri ini berfokus pada rekomendasi penambahan fitur baru (seperti rekap nilai otomatis ke format Excel atau fitur *live chat*) serta penyusunan rencana pemeliharaan (*maintenance*) performa *server* dan keamanan *database* secara berkala.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berikut adalah hasil penelitian yang telah dilaksanakan oleh peneliti. Uraian dari hasil penelitian akan disampaikan mulai dari subbab 4.1.1 hingga selesai.

Analisis dan Spesifikasi Kebutuhan

Analisis Kendala Operasional Pembelajaran

Berdasarkan hasil observasi awal, SMA Islam Cikuya Bungbulang menghadapi kendala infrastruktur fisik berupa keterbatasan ruang kelas yang hanya berjumlah 6 ruangan. Dengan total 162 siswa yang terbagi ke dalam 6 kelas, seluruh ruangan fisik terpakai penuh setiap harinya.

Kondisi ini menyebabkan proses pembelajaran tatap muka menjadi sangat kaku dan tidak memiliki ruang fleksibilitas. Jika terdapat jam pelajaran yang kosong atau guru berhalangan hadir, materi pembelajaran sering kali tertunda karena tidak adanya ruang kelas kosong untuk kelas pengganti. Oleh karena itu, sistem *e-learning asynchronous* berbasis web ini menjadi kebutuhan untuk memperluas ruang belajar fisik ke ruang digital.

Profil Demografi User Sekolah

Untuk melakukan simulasi pembuatan akun pengguna (*role-play*: Admin, Guru, Siswa) pada *database* MySQL Laravel, berikut adalah data riil demografi pengguna di SMA Islam Cikuya Bungbulang:

Total Pengguna Sistem: 187 *User* (162 Siswa + 22 Guru + 3 Staf/Admin).

Adapun rincian persebaran data siswa per kelas adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Data Jumlah Siswa Per Kelas

No.	Kelas	Jumlah Siswa
1.	X Umum 1	37 Orang
2.	X Umum 2	32 Orang
3.	XI MIPA 1	20 Orang
4.	XI MIPA 2	18 Orang

No.	Kelas	Jumlah Siswa
5.	XII MIPA 1	26 Orang
6.	XII MIPA 2	29 Orang
Total	6 Kelas	162 Siswa

Analisis Beban Guru dan Mata Pelajaran

Berdasarkan dokumen resmi Jadwal Pelajaran Dapodik Semester 2 Tahun Pelajaran 2025-2026, sekolah ini didukung oleh 22 orang guru aktif. Data nama guru dan total beban jam mengajar ini digunakan sebagai acuan untuk menguji fungsionalitas manajemen kelas dan penugasan oleh guru pada sistem. Jumlah mata pelajaran keseluruhan adalah 27 mata pelajaran dan jumlah beban jam pelajaran Semester 2 adalah 302 jam.

Design

Pada tahapan ini, hasil analisis kebutuhan yang telah dikumpulkan pada fase sebelumnya ditransformasikan ke dalam *blueprint* arsitektur perangkat lunak menggunakan pemodelan UML (*Unified Modeling Language*) dan perancangan logika *database*, yang kemudian diubah ke dalam baris kode program.

Implementasi

Pada tahap ini, implementasi kode dari rancangan desain sistem yang sudah dibuat ke dalam bahasa pemrograman PHP dengan menggunakan *framework* Laravel. Laravel membantu pengembangan sistem menjadi lebih tertata karena lingkungannya yang mengadopsi konsep MVC atau *model-view-controller*. Tailwind CSS juga digunakan untuk membantu *styling* UI menjadi lebih rapi dan tampil *modern*.

Testing

1. Blackbox Testing

Black-box test di sini dilakukan untuk mengetahui masukan, keluaran, dan fungsi-fungsi yang sudah dibuat di dalam sistem sudah sesuai dengan ekspektasi. Berikut adalah hasil dari tes terkait.

Tabel 2. Black-box Testing

Fungsi yang Diuji	Cara Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
<i>Login User</i>	Menginputkan email dan kata sandi yang valid, lalu menekan tombol <i>login</i> .	Sistem melakukan validasi ke <i>database</i> dan mengarahkan pengguna secara otomatis ke halaman <i>Dashboard</i> sesuai dengan peran masing-masing (Admin, Guru, atau Siswa).	Berfungsi sesuai ekspektasi.
Validasi <i>Login Error</i>	Menginputkan kredensial (email/kata sandi) yang salah pada halaman <i>login</i> .	Sistem menampilkan pesan <i>error</i> "Kredensial salah" dan mengembalikan pengguna ke form <i>login</i> .	Berfungsi sesuai ekspektasi.
Tambah <i>User Baru</i> (Akses Admin)	Admin mengisi form pendaftaran <i>user</i> (memasukkan kredensial dan menentukan peran). Jika perannya adalah siswa, admin memilih kelas yang sesuai, lalu menekan <i>simpan</i> .	Sistem memvalidasi kelengkapan data, menyimpannya ke <i>database</i> , lalu mengembalikan Admin ke halaman daftar <i>user</i> dengan notifikasi sukses.	Berfungsi sesuai ekspektasi.

Fungsi yang Diuji	Cara Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Tambah Materi Ajar (Admin/Guru)	Mengisi detail form materi (judul, deskripsi, mata pelajaran) dan melampirkan berkas dengan format valid, lalu menekan simpan.	Sistem mengenkripsi dan mengunggah berkas ke <i>server</i> , mencatat datanya di <i>database</i> , dan menampilkan notifikasi sukses.	Berfungsi sesuai ekspektasi.
Validasi Upload Materi Gagal	Melampirkan berkas dengan ekstensi atau status yang tidak valid pada form tambah materi.	Sistem menolak unggahan, memunculkan pesan <i>error</i> , dan mengembalikan pengguna ke halaman form	Berfungsi sesuai ekspektasi.
Buat Penugasan (Tugas File)	Guru/Admin memilih tipe 'tugas_file', mengisi judul, deskripsi, dan batas waktu pengumpulan (<i>due date</i>), lalu menekan simpan.	Sistem langsung menyimpan data penugasan ke <i>database</i> dan menampilkan pesan sukses.	Berfungsi sesuai ekspektasi.
Buat Penugasan (Kuis Pilihan Ganda)	Guru/Admin memilih tipe 'kuis', lalu mengisi form teks pertanyaan, opsi pilihan ganda (A, B, C, D), mengunci opsi jawaban benar, dan menekan simpan.	Sistem memvalidasi seluruh input, menyimpan soal dan kunci jawaban ke <i>database</i> , dan memunculkan pesan sukses.	Berfungsi sesuai ekspektasi.
Akses Materi Ajar (Siswa)	Siswa membuka menu materi.	Sistem memfilter (<i>query matching</i>) dan hanya menampilkan daftar materi yang relevan dengan kelas siswa yang sedang <i>login</i> untuk dibaca atau diunduh.	Berfungsi sesuai ekspektasi.
Pengumpulan Tugas (<i>Upload File</i>) (Siswa)	Siswa memilih tugas bertipe file, melampirkan file jawaban, dan mengklik kumpulkan.	Sistem memvalidasi dan menyimpan berkas fisik tersebut, serta mencatat status pengumpulan di <i>database</i> .	Berfungsi sesuai ekspektasi.
Pengerjaan Kuis Otomatis (Siswa)	Siswa menjawab seluruh rangkaian soal pilihan ganda interaktif lalu menekan tombol selesai.	Sistem mengeksekusi kalkulasi skor secara otomatis (mencocokkan dengan kunci jawaban), mencatat waktu pengumpulan, dan menampilkan nilai akhir kepada siswa.	Berfungsi sesuai ekspektasi.

2. Whitebox Testing

Whitebox Testing dilakukan untuk menguji struktur logika internal dan jalur eksekusi kode program. Pada sistem *e-learning* ini, pengujian difokuskan pada fungsionalitas yang memiliki perhitungan matematis dan perulangan logika (*looping*), yaitu Algoritma Kalkulasi Skor Kuis Otomatis pada *controller*. Pengujian ini menggunakan teknik *Basis Path* dengan memetakan logika kode ke dalam Flowgraph. Berikut adalah representasi logika fungsi perhitungannya:

a. Kode terkait

```

```php
// ... [Inisialisasi & Validasi Awal] ...
} else {
 // Quiz submission

```

```

$questions = $tugas->pertanyaan;
$correctCount = 0;
$totalCount = $questions->count();

$submission = \App\Models\Pengumpulan::updateOrCreate(
 ['assignment_id' => $tugas->id, 'user_id' => $user->id],
 [
 'file_path' => null,
 'submitted_at' => now(),
 'score' => 0,
 'feedback' => 'Quiz graded automatically',
]
);
$submission->submissionAnswers()->delete();

$submittedAnswers = $request->input('answers', []);
foreach ($questions as $question) {
 $selected = $submittedAnswers[$question->id] ?? '';
 if ($selected === $question->correct_answer) {
 $correctCount++;
 }

 $submission->submissionAnswers()->create([
 'question_id' => $question->id,
 'selected_answer' => $selected,
]);
}
$score = $totalCount > 0 ? round(($correctCount / $totalCount) * 100) : 0;
$submission->update(['score' => $score]);
}
...

```

#### b. Pemetaan *Node Flowgraph*

Berdasarkan kode aktual di atas, lintasan logika program dipetakan menjadi 9 *node* instruksi sebagai berikut:

- **Node 1:** Proses inisialisasi variabel `$questions`, menghapus data jawaban lama (`delete`), dan mengambil *input array* jawaban dari pengguna (Baris 2-7).
- **Node 2:** Pengecekan kondisi perulangan `foreach ($questions as $question)` (Baris 8).
- **Node 3:** Pengambilan jawaban dan pengecekan kondisi kebenaran `if ($selected === $question->correct_answer)` (Baris 9-10).
- **Node 4:** Eksekusi penambahan jumlah benar `$correctCount++` (Baris 11).
- **Node 5:** Eksekusi penyimpanan rekam jejak setiap jawaban siswa (`create`) dan kembali melakukan iterasi perulangan ke Node 2 (Baris 13-14).
- **Node 6:** Pengecekan kondisi kelayakan *ternary operator* `if ($totalCount > 0)` (Baris 15).

- **Node 7:** Eksekusi perhitungan persentase nilai akhir (Bagian *True*: round(...)) (Baris 15).
  - **Node 8:** Pemberian nilai skor akhir sama dengan 0 (Bagian *False*: 0) (Baris 15).
  - **Node 9:** Pembaruan dan penyimpanan skor akhir ke *database \$submission->update(['score' => \$score])* (Baris 16).
- c. Perhitungan Cyclomatic Complexity ( $V(G)$ )
- Nilai *Cyclomatic Complexity* dihitung untuk menentukan jumlah jalur independen dalam program dengan rumus  $V(G) = E - N + 2$ . Pemetaan *flowgraph* di atas menghasilkan garis/jalur (*edges*) sebagai berikut: (1-2), (2-3), (2-6), (3-4), (3-5), (4-5), (5-2), (6-7), (6-8), (7-9), dan (8-9).
- $E$  (*edges* / jumlah panah aliran program) = 11
  - $N$  (*nodes* / jumlah simpul aliran program) = 9
  - $V(G) = 11 - 9 + 2 = 4$  Dari perhitungan tersebut, didapatkan **4 jalur independen** yang harus diuji.
- d. Skenario Jalur Independen
- **Jalur 1 (1-2-6-8-9):** Database tugas tidak memiliki pertanyaan ( $\$totalCount = 0$ ). Program mengabaikan perulangan (langsung ke Node 6) dan nilai *ternary* menghasilkan status *false*, sehingga perhitungan nilai adalah 0.
  - **Jalur 2 (1-2-6-7-9):** Adalah *structural path* pengecualian di mana  $\$totalCount > 0$  namun perulangan terlewat (*array* kosong karena anomali sistem). Kondisi *ternary* bernilai *true*, nilai dihitung ( $0 / N$ ) = 0.
  - **Jalur 3 (1-2-3-5-2-6-7-9):** Masuk ke perulangan, kondisi if pencocokan bernilai **salah**, sehingga melewati penambahan nilai, menyimpan data *record* jawaban, dan melakukan kalkulasi.
  - **Jalur 4 (1-2-3-4-5-2-6-7-9):** Masuk ke perulangan, kondisi if pencocokan bernilai **benar**, mengeksekusi penambahan poin ( $\$correctCount++$ ), menyimpan *record* jawaban, dan melakukan kalkulasi.
- e. Tabel *Test Case Whitebox*
- Berdasarkan 4 jalur independen struktural di atas, disusunlah skenario pengujian sebagai berikut:

Tabel 3. Skenario *Whitebox Testing*

Jalur	Skenario Kondisi (Test Case)	Masukan (Input)	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
<b>Jalur 1</b>	Kuis diakses tetapi guru belum menginputkan butir soal apapun.	pertanyaan = []  jawabanSiswa = []	Perulangan <i>foreach</i> dilewati, masuk pengecekan kondisi <i>false</i> , perolehan nilai akhir = 0.	Nilai akhir = 0	<b>Valid</b>
<b>Jalur 2</b>	<i>Structural Execution Test:</i> Modul pertanyaan terdeteksi jumlahnya ada, namun koneksi iterasi terputus ( <i>infeasible path</i> logika murni).	pertanyaan = [1 soal]  jawabanSiswa = []	Kalkulasi tereksekusi pada <i>True</i> namun karena <i>correctCount</i> bernilai awal 0, perolehan nilai di- <i>round</i> menjadi 0.	Nilai akhir = 0	<b>Valid</b>

Jalur	Skenario Kondisi (Test Case)	Masukan (Input)	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
Jalur 3	Kuis berisi 1 soal, siswa mengisi jawaban, namun jawaban salah.	pertanyaan = 1 soal jawabanSiswa = 'B' kunci = 'A'	Node penambahan poin dilewati, correctCount tetap 0. Skor dihitung $(0/1) * 100 = 0$ .	Nilai akhir = 0	Valid
Jalur 4	Kuis berisi 1 soal, siswa mengisi jawaban, dan jawaban benar.	pertanyaan = 1 soal jawabanSiswa = 'A' kunci = 'A'	Node penambahan poin tereksekusi, correctCount bertambah. Skor dihitung $(1/1) * 100 = 100$ .	Nilai akhir = 100	Valid

**Kesimpulan Pengujian:** Berdasarkan hasil tabel pengujian *Basis Path* di atas, keluaran aktual sistem pada keempat jalur independen selaras dengan hasil yang diharapkan. Hal ini membuktikan bahwa alur logika kode—khususnya pada *ternary operator* dan pencocokan *array* jawaban—telah dirancang dengan sangat baik, bebas dari kesalahan *infinite loop*, dan terbebas dari kesalahan matematis (*Divide by Zero error*).

### Deployment

Tahap ini berfokus pada integrasi sistem *e-learning* ke *server* produksi (dalam hal ini Rumah Web) agar dapat diakses melalui jaringan internet.

**Tabel 4. Deployment Test**

Fungsi yang Diuji	Cara Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Aksesibilitas Sistem via Internet	Membuka <i>browser</i> dan mengakses <i>link/URL</i> domain web <i>e-learning</i> yang telah di- <i>hosting</i> .	Halaman pembuka dan halaman <i>login</i> sistem termuat dengan sempurna tanpa <i>error</i> .	Berfungsi sesuai ekspektasi.
Konektivitas <i>File Hosting</i>	Melakukan navigasi antar halaman ( <i>routing</i> ) pada sistem yang sudah <i>online</i> .	Seluruh aset web (HTML, CSS, gambar) dari <i>framework</i> Laravel ter- <i>load</i> dengan baik dari <i>server</i> produksi.	Berfungsi sesuai ekspektasi.

### Operation

Tahap ini berfokus pada *live testing* di lingkungan *server hosting* untuk memastikan seluruh konfigurasi *framework*, *environment*, dan *database* beroperasi secara sinkron saat menerima *request* data.

**Tabel 5. Operation Test**

Fungsi yang Diuji	Cara Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Sinkronisasi Konfigurasi <i>Environment</i> (.env)	Menguji fitur utama (seperti <i>login</i> atau unggah berkas) secara <i>live</i> di Rumah Web.	Sistem berhasil membaca variabel dari <i>file .env</i> dan tidak memunculkan <i>error server</i> (seperti 500 <i>Internal Server Error</i> ).	Berfungsi sesuai ekspektasi.
Koneksi <i>Server Database</i> MySQL	Menginputkan data baru (contoh: Admin)	Sistem berhasil melakukan koneksi ke <i>database</i> MySQL di Rumah	Berfungsi sesuai ekspektasi.

Fungsi yang Diuji	Cara Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
	menambahkan data siswa atau tugas baru) di sistem yang telah <i>live</i> .	Web secara stabil, dan data berhasil disimpan serta ditampilkan	
Stabilitas <i>Request</i> Data	Melakukan simulasi beberapa <i>user</i> mengakses dan mengunduh materi ajar pada saat yang bersamaan.	Sistem merespons <i>request</i> data secara sinkron, stabil, dan antarmuka tetap berjalan normal tanpa kendala.	Berfungsi sesuai ekspektasi.

### **Maintenance dan Evolution**

Pada tahap ini, sistem *e-learning* yang telah berhasil di-*deploy* dan beroperasi secara *live* di layanan *hosting* Rumah Web memasuki fase evaluasi teknis berdasarkan performa sistem selama masa pengembangan. Tahap pemeliharaan (*maintenance*) difokuskan pada penyusunan dan pelaksanaan rencana perawatan secara berkala. Hal ini mencakup pemantauan kestabilan performa *server* saat menerima *request* data serta penjagaan keamanan *database* MySQL secara berkala untuk memastikan integritas data pengguna senantiasa terlindungi dengan baik. Sepanjang pengoperasian sistem, seluruh konfigurasi terbukti berjalan stabil dan aman sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

Selain aspek pemeliharaan, sistem juga dievaluasi untuk merumuskan kebutuhan evolusi atau pengembangan lebih lanjut di masa depan. Berdasarkan hasil evaluasi mandiri terhadap jalannya sistem, disusunlah beberapa rekomendasi penambahan fitur baru untuk menyempurnakan sistem pada versi berikutnya.

Rencana pengembangan fitur tersebut difokuskan pada otomasi administrasi, seperti fitur rekap nilai otomatis yang dapat langsung diekspor ke dalam format Excel, serta pengadaan fitur *live chat* interaktif untuk mempermudah komunikasi langsung antara guru dan siswa di dalam *platform*.

### **Pembahasan**

Berdasarkan hasil analisis dan implementasi, sistem *e-learning* berbasis web ini dapat menjadi solusi kendala operasional di SMA Islam Cikuya Bungbulang. Kehadiran "ruang kelas digital" ini memungkinkan proses pembelajaran berjalan secara *asynchronous*, sehingga aktivitas belajar mengajar tidak lagi terhambat oleh jadwal tunggu pergantian kelas. Dari segi teknis, penerapan *framework* Laravel yang berbasis *Model-View-Controller* (MVC) sangat membantu dalam menstrukturkan fitur-fitur inti aplikasi dengan rapi. Berdasarkan serangkaian pengujian *Blackbox Testing* dan tahap operasional (*live testing*) di *server hosting* Rumah Web, seluruh sistem terbukti mampu berjalan valid, merespons *request* data secara sinkron, dan beroperasi stabil tanpa adanya kendala atau *error*.

Keberhasilan implementasi sistem ini juga tidak lepas dari penerapan metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) Model *Fountain*. Sifat model ini yang memungkinkan pengerjaan setiap tahapan secara tumpang tindih (*overlapping*) memberikan fleksibilitas tinggi selama masa pengembangan perangkat lunak. Penyesuaian fungsionalitas dan logika sistem dapat dilakukan secara adaptif tanpa harus mengulang siklus dari awal, sehingga proses pengembangan sistem menjadi jauh lebih cepat dan sesuai dengan spesifikasi kebutuhan di lapangan.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian sistem *e-learning* yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem *e-learning* berbasis web telah berhasil diimplementasikan untuk SMA Islam Cikuya Bungbulang dengan menerapkan metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) Model *Fountain*. Kehadiran sistem ini menjadi solusi digital (ruang belajar *asynchronous*) untuk mengatasi kendala infrastruktur fisik sekolah yang hanya memiliki 6 ruang kelas.
2. Pengimplementasian *framework* Laravel yang berbasis *Model-View-Controller* (MVC) beserta *database* MySQL telah berhasil memfasilitasi jalannya fitur-fitur inti *e-learning* (manajemen pengguna, distribusi materi ajar, penyerahan tugas, dan kuis otomatis) secara terstruktur. Berdasarkan hasil pengujian metode *Blackbox Testing* dan tahap *deployment*, seluruh fungsionalitas dari implementasi sistem tersebut telah berjalan sesuai ekspektasi, sinkron, dan stabil di lingkungan *server hosting*.

### Saran

Meskipun sistem *e-learning* ini telah berhasil dibangun dan berfungsi sesuai ekspektasi, masih terdapat beberapa ruang untuk penyempurnaan di masa depan. Oleh karena itu, penulis merumuskan beberapa saran bagi pengembangan selanjutnya, antara lain:

1. **Penambahan Fitur Baru (Evolusi Sistem):** Berdasarkan hasil tahap pemeliharaan dan evolusi sistem, disarankan pada pengembangan versi selanjutnya untuk menambahkan fitur rekapitulasi nilai otomatis yang dapat diunduh (diekspor) langsung ke dalam format *Excel* oleh guru atau admin, input gambar dan video pada soal kuis, metode zip/csv untuk menambah soal kuis dan user. Selain itu, pengadaan fitur *live chat* juga direkomendasikan untuk menunjang komunikasi dan interaksi langsung antar pengguna di dalam platform.
2. **Pengujian Kegunaan (User Acceptance Test):** Mengingat pada penelitian ini pengujian dibatasi hanya pada metode *Blackbox Testing* dan *Whitebox Testing* untuk memvalidasi fungsionalitas sistem tanpa melibatkan pengujian kepada pengguna akhir secara langsung, disarankan agar penelitian selanjutnya melakukan *User Acceptance Test* (UAT) menggunakan kuesioner. Hal ini penting untuk mengukur dan mengidentifikasi nilai kegunaan (*usability*) antarmuka sistem dari perspektif siswa, guru, dan admin secara nyata.
3. **Pengembangan ke Platform Mobile:** Pada perancangan ini, sistem dan batasan masalah masih berfokus penuh pada keluaran produk berupa situs web. Untuk meningkatkan fleksibilitas dan kepraktisan belajar dari mana saja, disarankan agar di masa depan sistem dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi aplikasi berbasis *mobile* (Android/iOS).

## DAFTAR PUSTAKA

- Alvrahesta, A., Windasari, I. P., & Prasetijo, A. B. (2023). Rancang Bangun Sistem Informasi Penerimaan Beasiswa Sariraya Co. Ltd. Menggunakan Framework Laravel dan Bootstrap. *Jurnal Teknik Komputer*, 2(2), 90-99. <https://doi.org/10.14710/jtk.v2i2.37723>

- Anshori, A. I., & Maysaroh, C. (2022). Information System Application Development Analysis One East Java Province Poverty Data. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 7(2), 153-155. <https://doi.org/10.1017/CB09781107415324.004>
- Assiddiqi, B. A., Nuraini, L., Murniati, M. E., Azura, S. H., Safitri, V., & Yuliyantika, Y. (2023). Rancang Bangun Media Pembelajaran E-Learning Berbantuan Website Berdu.id Pokok Bahasan Etnofisika. *Jurnal Education And Development*, 11(2), 95-100. <https://doi.org/10.37081/ed.v11i2.4593>
- Iqbal, M., & Piarna, R. (2022). Rancang Bangun Sistem Informasi Bantuan Internet Fixed Broadband Menggunakan Algoritma Analytical Hierarchy Process. *Jurnal Tekno Kompak*, 16(1), 26. <https://doi.org/10.33365/jtk.v16i1.1490>
- Liwu, Y. M., Tute, K.J., & Bhae, B. Y. (2022). Perancangan dan Implementasi Sistem Informasi Manajemen Panti Asuhan Menggunakan Pemrograman Java Netbeans. *SATESI: Jurnal Sains Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2(2), 108-116. <https://doi.org/10.54259/satesi.v2i2.1126>
- Moonlight, L. S., Rochmawati, L., Fatmawati, F., Furyanto, F. A., & Arifianto, T. (2022). Rancang Bangun Website Prodi D3 Komunikasi Penerbangan Menggunakan Metode Prototype. *INTEGER: Journal of Information Technology*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.31284/j.integer.2022.v7i1.2520>
- Pratiwi, Y., & Widiati, L. W. (2025). Implementasi Whitebox Testing dengan Teknik Basis Path pada Pengujian Halaman Pencarian Program Promo. *Jurnal Kecerdasan Buatan dan Teknologi Informasi*, 4(2), 173-180. <https://doi.org/10.69916/jkbt.v4i2.280>
- Rahman, A. K., Mardiyati, S., & Nugraha, Y. (2022). Perancangan Sistem Informasi Penjualan barang Berupa Alat Music Di Toko Martmusic. *JII: Jurnal Inovasi Informatika Universitas Pradita*, 7(1), 86-95.
- Ramadhan, H. A., Puspita Sari, R., & Prawira, D. (2023). Rancang Bangun Aplikasi Sampah Market Menggunakan Model Fountain. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 5(1), 65-74. <https://doi.org/10.37034/jidt.v5i1.258>
- Rianto, I. (2025). Pemrograman Web. *Penerbit Tahta Media*. Diambil dari <https://tahtamedia.co.id/index.php/issj/article/view/1630>
- Rumbaugh, James., Jacobson, Ivar., & Booch, Grady. (1999). *The Unified Modeling Language Reference Manual*. Addison-Wesley.
- Setiawan, R. (2021a, July 28). *Metode SDLC Dalam Pengembangan Software*. Dicoding. <https://www.dicoding.com/blog/metode-sdlc/>
- Setiawan, R. (2021b, December 15). *Apa itu Framework? Developer Wajib Tahu*. Dicoding. <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-framework/>
- Sitanggang, R., Dachi, T. U., & Manurung, I. H. G. (2022). Rancang Bangun Sistem Penjualan Tanaman Hias Berbasis Web Menggunakan PHP Dan MySQL. *Jurnal Teknologi Kesehatan Dan Ilmu Sosial (TEKESNOS)*, 4(1), 84-90.
- Surahman, A., Prastowo, A. T., & Aziz, L. A. (2022). Rancang Alat Keamanan Sepeda Motor Honda Beat Berbasis SIM GSM Menggunakan Metode Rancang Bangun. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 3(1). <https://doi.org/10.33365/jtst.v3i1.1918>
- Wahyudi. (2022). *Javascript Untuk Aplikasi Web* (S. P. Pradana & H. Sukma, Eds.). CV. EUREKA MEDIA AKSARA.
- Wijaya, A., Hendrastuty, N., Damayanti, D., & Ghufroani An, M. (2022). Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Kepegawaian (SIMPEG) Berbasis Web (Studi Kasus: PT Sembilan Hakim Nusantara). *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTSI)*, 3(1), 77. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSI>