
Rancang Bangun Repositori Slide Presentasi Perkuliahan Berbasis Slot Pertemuan dengan Kontrol Akses Berlapis dan Pratinjau Dokumen Sisi Klien

Design and Development of a Meeting-Slot-Based Lecture Slide Repository with Layered Access Control and Client-Side Document Preview

Hanriyawan Adnan Mooduto^{1*}

¹Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang

*Penulis korespondensi: mooduto@pnp.ac.id

ABSTRAK

Slide presentasi merupakan bahan ajar yang paling sering dibagikan dosen, namun di banyak program studi distribusinya masih tersebar di grup pesan, penyimpanan awan pribadi, dan sistem pengelolaan pembelajaran tanpa keterkaitan dengan struktur pertemuan pada Rencana Pembelajaran Semester (RPS), tanpa riwayat versi, dan tanpa kendali atas siapa yang boleh melihat atau mengunduhnya. Penelitian ini merancang dan membangun repositori slide perkuliahan berbasis web yang memodelkan setiap mata kuliah sebagai deretan slot pertemuan (umumnya 16, dengan UTS dan UAS) sehingga setiap slide tercatat pada satu slot, satu tahun akademik, dan satu nomor register. Sistem dikembangkan dengan model inkremental dalam enam inkremen menggunakan PHP 8 dan MariaDB, dengan basis data 12 tabel, 2 view, dan 1 prosedur tersimpan. Kontribusi utama sistem meliputi siklus hidup slide yang dapat dimoderasi (draft, terbit, ditarik dengan alasan, arsip), revisi berversi dengan riwayat, gerbang berkas tunggal yang menegakkan status, visibilitas, dan izin unduh, validasi unggahan berlapis hingga tanda tangan biner, serta pratinjau dan pembuatan thumbnail di sisi klien menggunakan PDF.js sebagai cadangan ketika server tidak mampu merender PDF. Pengujian black-box otomatis terhadap 186 skenario pada tujuh modul menunjukkan seluruh fungsi berjalan sesuai harapan setelah enam cacat yang ditemukan selama pengujian diperbaiki. Pengujian keamanan yang dipetakan ke OWASP Top 10:2021 tidak menemukan celah pada kontrol akses, injeksi, dan unggahan berkas, sedangkan pengukuran pada lingkungan uji menunjukkan median waktu respons sisi server 1,6–3,6 ms. Sistem ini layak dijadikan infrastruktur distribusi bahan ajar yang terstruktur mengikuti RPS.

Kata kunci: repositori slide; slot pertemuan; kontrol akses; PDF.js; pengembangan inkremental; pengujian black-box

ABSTRACT

Presentation slides are the learning material lecturers share most often, yet in many study programmes they are still distributed through messaging groups, personal cloud storage, and learning management systems with no link to the meeting structure of the semester learning plan (RPS), no version history, and no control over who may view or download them. This study designs and develops a web-based lecture slide repository that models each course as a sequence of meeting slots (typically 16, including the midterm and final examinations), so that every slide is recorded against one slot, one academic period, and one register number. The system was built with an incremental model over six increments using PHP 8 and MariaDB, on a database of 12 tables, 2 views, and 1 stored procedure. Its main contributions are a moderated slide life cycle (draft, published, withdrawn with a stated reason, archived), versioned revisions with history, a single file gateway that enforces status, visibility, and download permission, layered upload validation down to binary signatures, and client-side preview and thumbnail generation with PDF.js as a fallback when the server cannot render PDFs. Automated black-box testing of 186 scenarios across seven modules showed that all functions behave as expected after six defects found during testing were fixed. Security testing mapped to the OWASP Top 10:2021 found no weaknesses in access control, injection, or file upload, and measurements in the test environment showed median server-side response times of 1.6–3.6 ms. The system is suitable as an infrastructure for distributing learning materials structured by the RPS.

Keywords: slide repository; meeting slot; access control; PDF.js; incremental development; black-box testing

1. PENDAHULUAN

Slide presentasi masih menjadi media utama penyampaian materi di pendidikan tinggi. Kajian terhadap puluhan studi menunjukkan bahwa slide yang dirancang baik cenderung meningkatkan persepsi dan ingatan mahasiswa terhadap materi, meskipun dampaknya terhadap capaian belajar bergantung pada cara slide digunakan [1]. Keputusan dosen untuk membagikan slide kepada mahasiswa juga terbukti berkaitan dengan pola kehadiran dan kinerja belajar [2], sementara prinsip pembelajaran multimedia menekankan bahwa mahasiswa perlu dapat mengakses kembali materi visual secara mandiri untuk memperkuat pemrosesan kognitif [3]. Dengan demikian, cara slide disimpan dan didistribusikan bukan sekadar urusan teknis, melainkan bagian dari kualitas layanan pembelajaran yang dijamin melalui sistem penjaminan mutu internal perguruan tinggi [22].

Di lapangan, distribusi slide pada banyak program studi berlangsung secara informal. Slide dibagikan melalui grup pesan instan, tautan penyimpanan awan pribadi dosen, atau diunggah ke sistem pengelolaan pembelajaran per kelas. Pola ini menimbulkan empat masalah yang saling terkait. Pertama, slide tidak terikat pada struktur pertemuan dalam RPS, sehingga mahasiswa sulit mengetahui materi mana yang sudah atau belum tersedia. Kedua, perbaikan slide menimpa versi sebelumnya tanpa jejak, atau sebaliknya menghasilkan beberapa berkas bernama serupa yang membingungkan. Ketiga, dosen tidak dapat mengatur secara halus siapa yang boleh melihat atau mengunduh slide. Keempat, pengelola program studi tidak memiliki gambaran kelengkapan bahan ajar per mata kuliah dan tidak memiliki mekanisme untuk menarik materi yang bermasalah.

Sejumlah penelitian telah membangun repositori dokumen akademik berbasis web. Kadang dan Nasaruddin merancang repositori dokumen administratif dosen berbasis PHP dan MySQL dengan pemodelan UML dan melaporkan seluruh 24 rancangan formulir lulus uji *black-box* [5]. Repositori institusi pada lembaga penelitian dikaji dari sisi tata kelola dan pemanfaatannya [4]. Pada ranah perkuliahan, Widya Susanti dkk. membangun sistem jurnal perkuliahan untuk mencatat materi tiap pertemuan [6], dan Yuricha serta Phan mengembangkan aplikasi jurnal perkuliahan berbasis *Progressive Web Application* [7]. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa digitalisasi dokumen akademik bermanfaat, tetapi berdasarkan informasi yang dilaporkan, belum ada yang menggabungkan penyimpanan berkas bahan ajar dengan granularitas per pertemuan, riwayat versi, moderasi oleh pengelola, dan kontrol visibilitas per dokumen dalam satu rancangan.

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun repositori slide presentasi perkuliahan yang menjadikan **slot pertemuan** sebagai unit pengorganisasian utama. Kontribusi penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Model data berbasis slot pertemuan yang dibentuk otomatis dari struktur mata kuliah pada kurikulum, dengan batasan unik satu slide per slot per tahun akademik sehingga slide semester lalu tetap terarsip tanpa tertimpa.
- 2) Siklus hidup slide yang dapat dimoderasi, mencakup draft, terbit, ditarik oleh admin dengan alasan yang dikomunikasikan kepada dosen, dan arsip yang terkunci, disertai revisi berversi dengan riwayat.

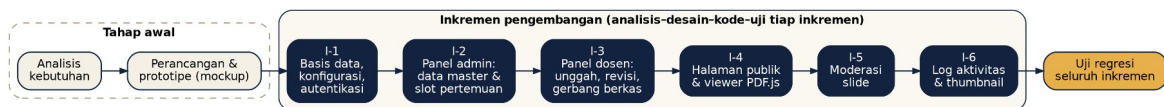
- 3) Arsitektur kontrol akses berlapis dengan satu gerbang berkas yang menegakkan status, visibilitas, dan izin unduh, ditambah validasi unggahan hingga tingkat tanda tangan biner.
- 4) Strategi hibrida sisi server dan sisi klien untuk pratinjau dan *thumbnail* PDF menggunakan PDF.js, sehingga sistem tetap berfungsi penuh pada layanan hosting bersama yang tidak menyediakan pustaka perender PDF.

Bagian selanjutnya menguraikan metode penelitian, hasil analisis dan perancangan, implementasi, pengujian, pembahasan, serta kesimpulan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Model Pengembangan

Penelitian menggunakan model pengembangan inkremental. Pada model ini perangkat lunak dibangun dalam beberapa inkremen; setiap inkremen melalui tahapan analisis, desain, pengodean, dan pengujian, lalu menghasilkan bagian sistem yang dapat dijalankan [8], [9]. Model ini dipilih karena kebutuhan fungsional dapat dipilah menjadi modul yang relatif mandiri (autentikasi, data master, panel dosen, halaman publik, moderasi, pemantauan), sementara tampilan antarmuka perlu divalidasi sejak awal melalui prototipe. Setiap inkremen diakhiri dengan pengujian regresi terhadap seluruh inkremen sebelumnya untuk memastikan fitur baru tidak merusak fitur yang sudah berjalan. Alur pengembangan ditunjukkan pada Gambar 1, dan keluaran tiap inkremen dirangkum pada Tabel 1.



Gambar 1. Model pengembangan inkremental yang digunakan

Tabel 1. Inkremen pengembangan dan keluarannya

Inkremen	Fokus	Keluaran utama
Prototipe	Rancangan antarmuka	Mockup halaman linimasa 16 pertemuan (desktop dan ponsel) sebagai acuan visual
I-1	Fondasi	Skema basis data, konfigurasi, sesi aman, halaman masuk dengan pembatasan percobaan
I-2	Panel admin	Pengelolaan prodi, kurikulum, mata kuliah, sebaran MK, slot dan topik pertemuan, tahun akademik, dosen, pengampu, akun
I-3	Panel dosen	Rel pertemuan per MK, unggah dan revisi slide, riwayat versi, gerbang berkas file.php
I-4	Halaman publik	Beranda, penjelajahan dan pencarian, halaman linimasa MK, viewer PDF.js layar penuh
I-5	Moderasi	Tarik, arsip, pulihkan, terbitkan, hapus permanen; aksi massal; notifikasi alasan ke dosen
I-6	Pemantauan	Log aktivitas dengan filter, buka kunci IP, ekspor CSV; thumbnail otomatis hibrida

2.2 Pengumpulan Kebutuhan

Kebutuhan dihimpun melalui analisis dokumen dan observasi sistem yang telah berjalan. Dokumen yang dianalisis adalah RPS mata kuliah, khususnya struktur rencana per pertemuan

yang memuat topik dan Sub-CPMK, karena struktur inilah yang akan dicerminkan oleh slot pertemuan. Sistem repositori RPS dan rubrik penilaian yang telah beroperasi di institusi penulis dijadikan rujukan untuk struktur data akademik (program studi, kurikulum, mata kuliah per kurikulum, dan pengampu) serta pola antarmuka panel, sehingga pengguna yang sama tidak perlu mempelajari pola baru. Kebutuhan kemudian dirumuskan sebagai kebutuhan fungsional dan nonfungsional, dan dimodelkan dengan diagram UML [10] serta diagram relasi entitas [11].

2.3 Lingkungan Pengembangan dan Pengujian

Sistem dibangun tanpa kerangka kerja (*framework*) agar mudah dipasang pada layanan hosting bersama yang umum digunakan institusi. Perangkat yang digunakan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Lingkungan pengembangan dan pengujian

Komponen	Teknologi	Peran
Bahasa sisi server	PHP 8.3 (ekstensi mysqli, fileinfo, GD)	Logika aplikasi, validasi, pembuatan halaman
Basis data	MariaDB 10.11 (InnoDB, utf8mb4)	Penyimpanan data, integritas relasi, view dan prosedur
Perender PDF klien	PDF.js 3.11.174 (dihosting mandiri)	Viewer slide dan pembuat thumbnail sisi klien [19]
Perender PDF server	Poppler pdftoppm atau Imagick + Ghostscript (opsional)	Pembuat thumbnail sisi server bila tersedia
Antarmuka	HTML5, CSS3 (grid, flexbox), JavaScript tanpa pustaka	Tampilan responsif desktop dan ponsel
Pengujian fungsional	Skrip Python (requests) terhadap server uji	Uji black-box dan regresi otomatis
Pengujian antarmuka	Playwright + Chromium (1440 px dan 390 px)	Uji interaksi viewer dan tangkapan layar

2.4 Metode Pengujian

Pengujian fungsional menggunakan metode *black-box*, yaitu memeriksa keluaran sistem terhadap masukan tanpa melihat struktur internal kode [12]. Kasus uji disusun dengan teknik partisi ekuivalensi dan analisis nilai batas, sebagaimana lazim diterapkan pada aplikasi web berbasis PHP dan MySQL [13]–[15]. Berbeda dengan pengujian manual per formulir, seluruh skenario dieksekusi sebagai skrip otomatis sehingga dapat dijalankan ulang sebagai uji regresi setiap kali inkremen baru selesai. Pengujian keamanan dipetakan ke kategori OWASP Top 10:2021 [16] dan panduan pencegahan terkait unggahan berkas [17] serta *cross-site request forgery* [18]. Selain itu dilakukan uji tampilan pada lebar layar 1440 px dan 390 px dengan memeriksa tidak adanya gulir horizontal, serta pengukuran waktu respons sisi server sebanyak 30 permintaan untuk setiap halaman utama.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kebutuhan

Sistem memiliki tiga aktor. **Pengunjung/mahasiswa** menelusuri dan membaca slide tanpa perlu akun. **Dosen pengampu** mengunggah, merevisi, dan menerbitkan slide untuk mata kuliah yang diampunya pada tahun akademik berjalan. **Admin** mengelola data master, menetapkan

pengampu, memoderasi slide, dan memantau aktivitas. Kebutuhan fungsional dirangkum pada Tabel 3 dan kebutuhan nonfungsional pada Tabel 4.

Tabel 3. Kebutuhan fungsional

Kode	Kebutuhan	Aktor
KF-01	Menelusuri mata kuliah berdasarkan prodi, semester, dan periode, serta mencari berdasarkan nama/kode MK atau topik pertemuan	Pengunjung
KF-02	Menampilkan linimasa seluruh pertemuan MK beserta status ketersediaan slide tiap pertemuan	Pengunjung
KF-03	Membaca slide di peramban tanpa mengunduh, termasuk mode layar penuh dan navigasi antarpertemuan	Pengunjung
KF-04	Mengunduh PDF dan berkas presentasi asli bila diizinkan dosen	Pengunjung
KF-05	Masuk ke panel sesuai peran dengan pembatasan percobaan gagal	Dosen, Admin
KF-06	Mengunggah slide (PDF wajib, PPTX/PPT/ODP opsional) ke slot pertemuan MK yang diampu	Dosen
KF-07	Merevisi slide sebagai revisi kecil atau besar dengan catatan perubahan; versi lama tersimpan	Dosen
KF-08	Menerbitkan, menarik ke draft, mengatur visibilitas (publik/terbatas) dan izin unduh	Dosen
KF-09	Mengelola prodi, kurikulum, mata kuliah, dan sebaran MK per kurikulum	Admin
KF-10	Membentuk slot pertemuan otomatis dan mengisi topik secara massal dari teks RPS	Admin
KF-11	Mengelola tahun akademik aktif, dosen, akun, dan penugasan pengampu per periode	Admin
KF-12	Memoderasi slide lintas MK: tarik dengan alasan, arsip, pulihkan, terbitkan, hapus permanen, termasuk aksi massal	Admin
KF-13	Meninjau log aktivitas, membuka kunci IP, mengekspor log, dan membersihkan log lama	Admin
KF-14	Menyediakan thumbnail halaman pertama slide secara otomatis	Sistem

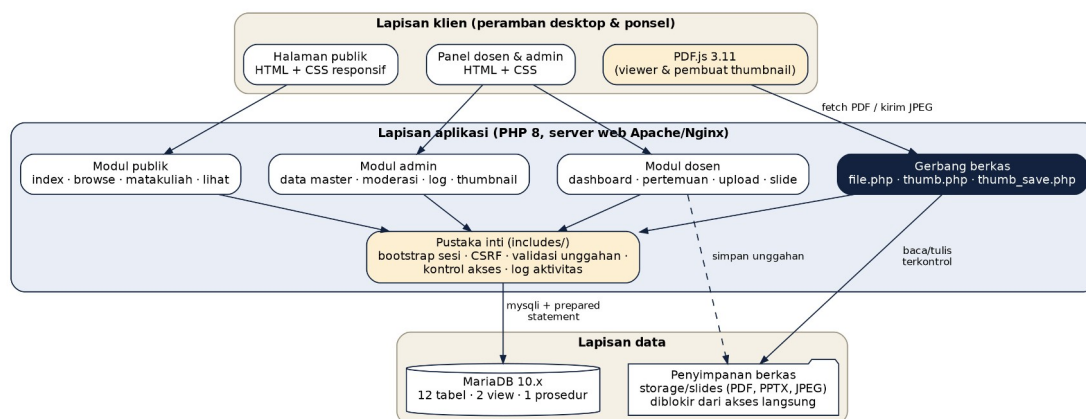
Tabel 4. Kebutuhan nonfungsional

Kode	Aspek	Kriteria
KNF-01	Keamanan	Kata sandi di-hash; seluruh kueri memakai <i>prepared statement</i> ; setiap formulir dilindungi token CSRF; berkas hanya diakses melalui gerbang terkontrol
KNF-02	Integritas data	Relasi dijaga <i>foreign key</i> ; satu slide per slot per tahun akademik; operasi majemuk dalam transaksi
KNF-03	Keterlacakan	Setiap aksi penting tercatat dengan pengguna, IP, dan perangkat
KNF-04	Portabilitas	Berjalan pada hosting bersama PHP/MariaDB tanpa layanan eksternal; PDF.js dihosting mandiri
KNF-05	Responsivitas	Tanpa gulir horizontal pada lebar 390 px; rel pertemuan menjadi pita geser di ponsel
KNF-06	Aksesibilitas	Label formulir, atribut ARIA pada kontrol viewer, fokus keyboard terlihat, mengacu WCAG 2.1 [20]
KNF-07	Kinerja	Halaman utama dirender sisi server dalam orde milidetik; PDF dimuat hanya pada halaman yang membutuhkan

3.2 Perancangan Sistem

3.2.1 Arsitektur

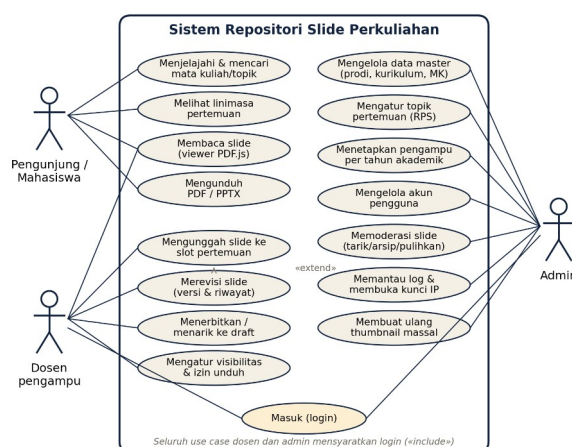
Sistem menggunakan arsitektur tiga lapis (Gambar 2). Lapisan klien terdiri atas halaman publik, panel dosen, panel admin, dan PDF.js yang berjalan di peramban. Lapisan aplikasi terbagi menjadi tiga kelompok modul sesuai aktor serta satu kelompok **gerbang berkas** (file.php, thumb.php, thumb_save.php). Semua modul memanggil pustaka inti yang sama untuk sesi, CSRF, validasi unggahan, kontrol akses, dan pencatatan log, sehingga aturan keamanan hanya didefinisikan di satu tempat. Lapisan data terdiri atas basis data MariaDB dan direktori penyimpanan berkas yang diblokir dari akses langsung melalui konfigurasi server web. Satu-satunya jalur dari peramban ke berkas adalah melalui gerbang berkas.



Gambar 2. Arsitektur sistem tiga lapis

3.2.2 Diagram Use Case

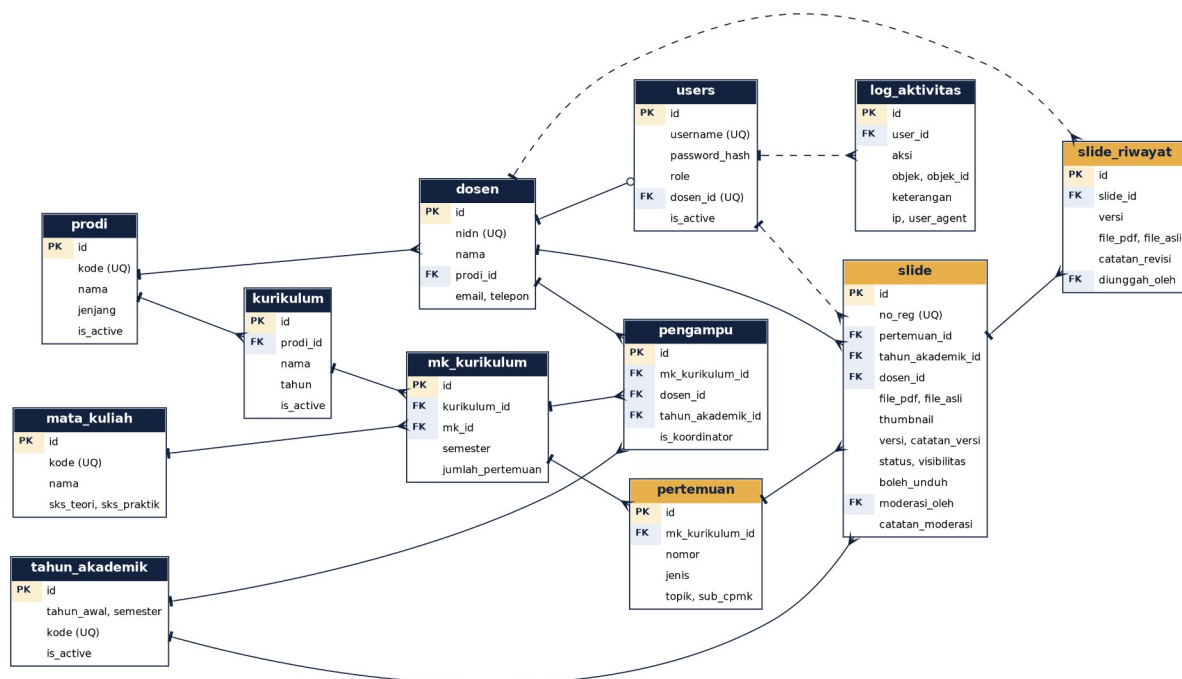
Gambar 3 memperlihatkan 16 *use case* yang dikelompokkan menurut aktor. Use case milik dosen dan admin mensyaratkan autentikasi, sedangkan use case pengunjung dapat diakses tanpa akun kecuali untuk slide yang oleh dosennya dibatasi bagi pengguna yang sudah masuk. Use case *merevisi slide* merupakan perluasan dari *mengunggah slide*, karena revisi hanya dapat dilakukan pada slot yang sudah berisi.



Gambar 3. Diagram use case sistem repositori slide

3.2.3 Perancangan Basis Data

Basis data terdiri atas 12 tabel dengan 16 relasi *foreign key*, 2 view, dan 1 prosedur tersimpan (Gambar 4, Tabel 5). Struktur akademik mengikuti pola bertingkat: prodi memiliki kurikulum, kurikulum memuat mata kuliah melalui tabel penghubung mk_kurikulum, dan setiap mk_kurikulum memiliki deretan pertemuan. Tabel pertemuan adalah inti rancangan: setiap baris mewakili satu slot yang memiliki nomor, jenis (kuliah, praktikum, UTS, UAS), topik, dan Sub-CPMK sesuai RPS.



Gambar 4. Diagram relasi entitas (tabel inti ditandai warna amber)

Tiga keputusan desain perlu dicatat. Pertama, tabel slide memiliki batasan unik gabungan (*pertemuan_id*, *tahun_akademik_id*). Batasan ini menjamin satu slide per slot per periode sehingga pada pengajaran tim (*team teaching*), para pengampu berbagi slot yang sama, sementara slide periode lalu tetap tersimpan sebagai arsip periode tersebut. Kedua, setiap slide memperoleh nomor register bermakna dengan format SLD-{tahun}-{semester}-{kode MK}-P{nomor}, misalnya SLD-2026-1-CEN3302-P05, yang dapat dirujuk dalam dokumen mutu. Ketiga, slot pertemuan dibentuk otomatis oleh prosedur *sp_generate_pertemuan* saat mata kuliah dimasukkan ke kurikulum, dengan UTS di tengah dan UAS di akhir, sehingga topik pertemuan sudah tampil kepada mahasiswa meskipun slidanya belum diunggah.

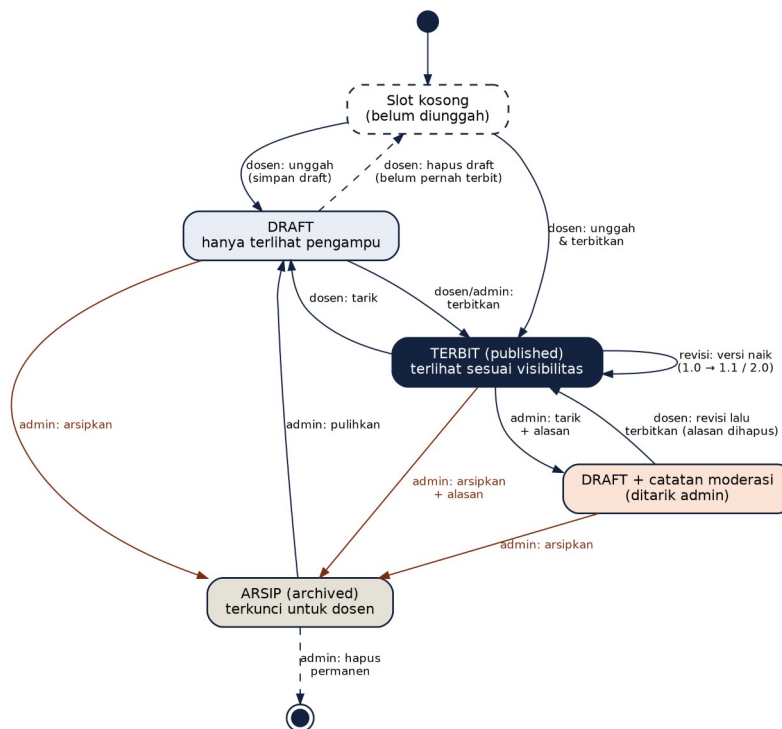
Tabel 5. Ringkasan objek basis data

Objek	Jenis	Fungsi
prodi, kurikulum, mata_kuliah, mk_kurikulum	Tabel	Struktur akademik; mk_kurikulum menyimpan semester dan jumlah pertemuan
pertemuan	Tabel	Slot pertemuan: nomor, jenis, topik, Sub-CPMK (unik per MK dan nomor)
tahun_akademik	Tabel	Periode ganjil/genap; tepat satu periode aktif
dosen, users	Tabel	Data dosen dan akun login (peran admin/dosen; satu akun per dosen)

Objek	Jenis	Fungsi
pengampu	Tabel	Penugasan dosen ke MK per tahun akademik, dengan penanda koordinator
slide	Tabel	Berkas PDF dan asli, thumbnail, versi, status, visibilitas, izin unduh, statistik, data moderasi
slide_riwayat	Tabel	Arsip versi lama beserta catatan perubahan dan pengunggahnya
log_aktivitas	Tabel	Jejak audit: pengguna, aksi, objek, keterangan, IP, <i>user agent</i>
v_kelengkapan_slide	View	Jumlah pertemuan materi dan slide terbit per MK per periode
v_slide_publik	View	Slide terbit lengkap dengan konteks MK, prodi, periode, dan dosen
sp_generate_pertemuan	Prosedur	Membentuk slot pertemuan standar (UTS di tengah, UAS di akhir)

3.2.4 Siklus Hidup Slide

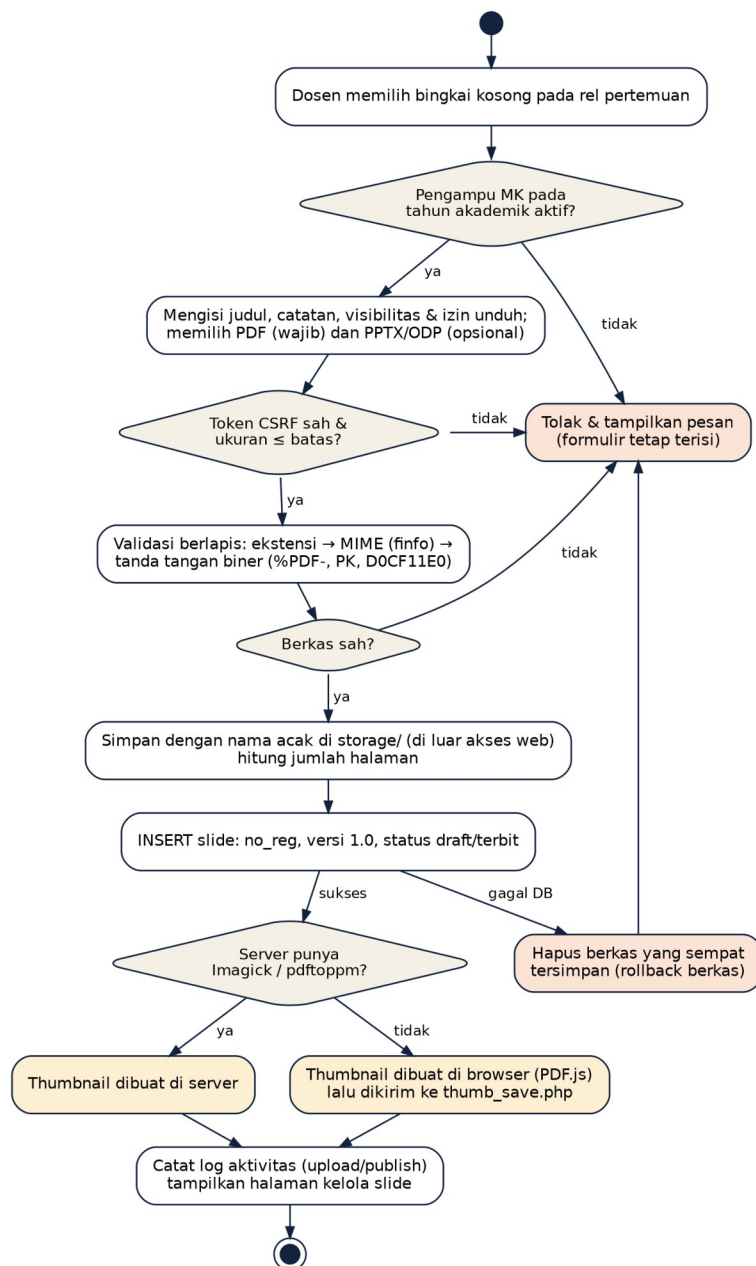
Status slide dimodelkan sebagai mesin keadaan (Gambar 5). Slot kosong berubah menjadi *draft* atau langsung *terbit* saat dosen mengunggah. Dosen dapat menarik slide terbitnya kembali ke draft. Admin memiliki dua tindakan moderasi yang dibedakan secara tegas. **Tarik** mengembalikan slide ke draft sambil mencatat alasan yang ditampilkan kepada dosen; dosen memperbaiki melalui revisi lalu menerbitkannya kembali, dan alasan terhapus otomatis saat slide terbit ulang. **Arsip** mengunci slide sepenuhnya: formulir revisi disembunyikan dan setiap permintaan perubahan dari dosen ditolak di sisi server sampai admin memulihkannya. Pemisahan ini memungkinkan penanganan yang proporsional, dari kekeliruan kecil seperti data pribadi mahasiswa yang terlanjur tercantum hingga materi yang tidak boleh beredar sama sekali. Penghapusan permanen hanya dimungkinkan untuk slide berstatus arsip (oleh admin) atau draft yang belum pernah terbit (oleh dosen), sehingga materi yang sudah pernah diakses mahasiswa tidak dapat hilang tanpa jejak.



Gambar 5. Diagram keadaan siklus hidup slide

3.2.5 Alur Unggah Slide

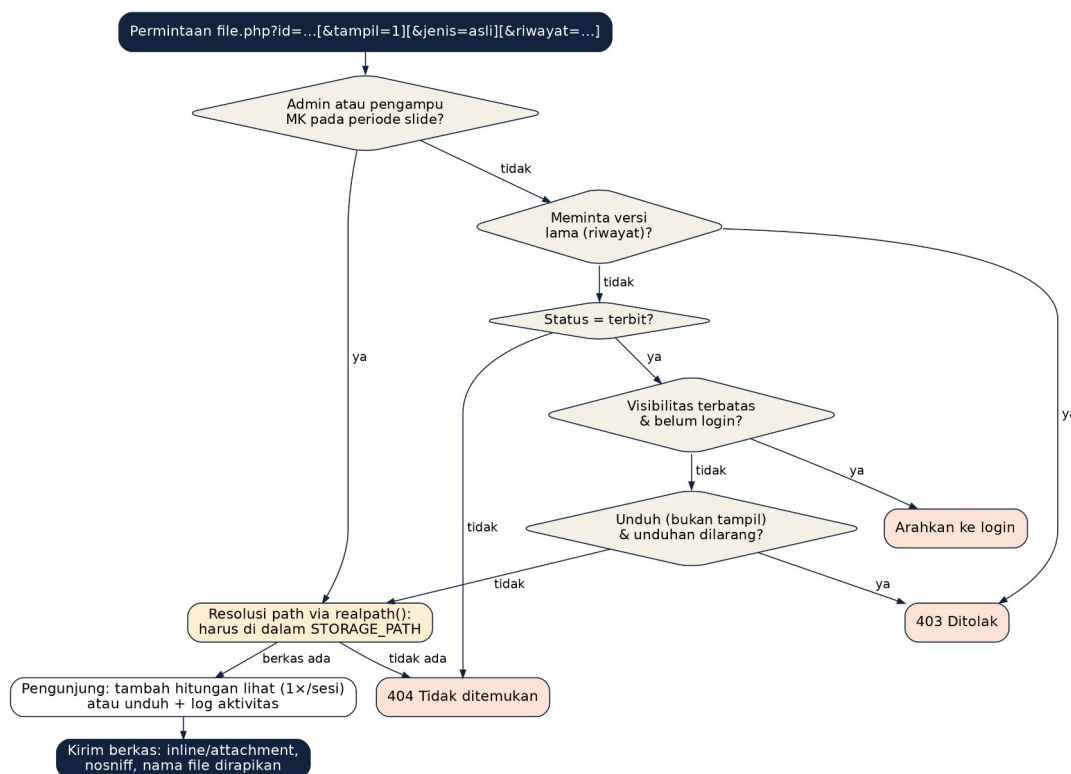
Gambar 6 menunjukkan alur unggah. Sistem memeriksa hak pengampu sebelum formulir ditampilkan, kemudian memvalidasi token CSRF dan ukuran permintaan. Validasi berkas dilakukan berlapis: ekstensi, tipe MIME hasil deteksi isi (bukan tipe yang dikirim peramban), dan tanda tangan biner di awal berkas (%PDF- untuk PDF, PK untuk PPTX/ODP, D0CF11E0 untuk PPT), sesuai rekomendasi OWASP [17]. Berkas yang lolos disimpan dengan nama acak di direktori yang tidak dapat diakses langsung. Bila penyimpanan ke basis data gagal, berkas yang sempat tersimpan dihapus kembali sehingga tidak ada berkas yatim. Thumbnail dibuat di server bila tersedia perender PDF; bila tidak, peramban dosen membuatnya dengan PDF.js lalu mengirimkannya ke server.



Gambar 6. Diagram aktivitas unggah slide

3.2.6 Kontrol Akses Berkas

Seluruh akses berkas melalui satu gerbang dengan urutan keputusan pada Gambar 7. Admin dan pengampu MK pada periode slide memiliki akses penuh, termasuk ke draft dan versi lama. Pengunjung hanya dapat membuka slide berstatus terbit; slide terbatas mengarahkan tamu ke halaman masuk; dan bila dosen mematikan unduhan, permintaan unduh ditolak sementara pratinjau tetap diizinkan. Sebelum berkas dikirim, path direduksi dengan `realpath()` dan diverifikasi berada di dalam direktori penyimpanan untuk mencegah *path traversal*. Statistik dicatat hanya untuk pengunjung: jumlah lihat dihitung sekali per sesi agar tidak menggelembung, sedangkan setiap unduhan dicatat ke log. Aturan yang sama diterapkan pada thumbnail, sehingga gambar halaman pertama slide draft pun tidak bocor ke publik. Tabel 6 merangkum kontrol keamanan yang diterapkan menurut kategori OWASP Top 10:2021 [16].



Gambar 7. Diagram keputusan gerbang berkas (file.php)

Tabel 6. Kontrol keamanan berlapis menurut kategori OWASP Top 10:2021

Kategori OWASP	Kontrol yang diterapkan
A01 Broken Access Control	Gerbang berkas tunggal; pemeriksaan peran pada setiap halaman panel; pemeriksaan hak pengampu per MK per periode; token CSRF per sesi dengan perbandingan waktu-konstan; keluar (logout) hanya melalui POST [18]
A02 Cryptographic Failures	Kata sandi dengan <code>password_hash</code> (bcrypt) dan pembaruan hash otomatis; kuki sesi <code>HttpOnly</code> , <code>SameSite=Lax</code> , dan <code>Secure</code> pada HTTPS
A03 Injection	Prepared statement pada seluruh kueri; semua keluaran di-escape; sel CSV yang diawali <code>=</code> , <code>+</code> , <code>-</code> , <code>@</code> dinetralkan saat ekspor
A04 Insecure Design	Mesin keadaan slide ditegakkan di server; arsip terkunci; batasan unik slot; transaksi untuk operasi majemuk
A05 Security Misconfiguration	Direktori storage, config, includes, dan database ditolak oleh server web; daftar direktori dimatikan; header <code>nosniff</code> dan <code>X-Frame-Options</code>

Kategori OWASP	Kontrol yang diterapkan
A07 Identification & Authentication Failures	Maksimal 5 percobaan gagal per IP dalam 15 menit; regenerasi ID sesi saat masuk; logout otomatis setelah 60 menit tidak aktif; pesan galat generik; verifikasi hash tetap dijalankan untuk akun yang tidak ada
A08 Software & Data Integrity Failures	PDF.js dihosting mandiri dengan versi terkunci; gambar thumbnail kiriman peramban disimpan ulang melalui GD sehingga isi tersembunyi terbuang
A09 Security Logging & Monitoring Failures	Log aktivitas terstruktur; panel IP terkunci dengan buka kunci yang tetap meninggalkan jejak; ekspor CSV untuk audit
Unggahan berkas [17]	Ekstensi + MIME + tanda tangan biner; batas ukuran; nama acak; penyimpanan di luar akses web; pembersihan berkas saat transaksi gagal

3.3 Implementasi

Implementasi menghasilkan 35 berkas PHP dengan sekitar 5.300 baris kode, ditambah 2 lembar gaya, 2 skrip JavaScript, dan 1 skrip SQL (Tabel 7). Seluruh kueri basis data melalui fungsi pembungkus yang otomatis menggunakan *prepared statement*, dan seluruh halaman panel memakai satu tata letak bersama sehingga perubahan aturan keamanan atau tampilan cukup dilakukan di satu tempat.

Tabel 7. Struktur modul hasil implementasi

Kelompok	Berkas	Isi
Publik (9 berkas)	index, browse, matakuliah, lihat, login, logout, file, thumb, thumb_save	Beranda, penjelajahan, linimasa MK, viewer, autentikasi, gerbang berkas
Panel admin (13 berkas)	dashboard, log, slide, thumbnail, prodi, kurikulum, matakuliah, mk_kurikulum, pertemuan, tahun_akademik, dosen, pengampu, users	Ringkasan, pemantauan, moderasi, data master, penugasan, akun
Panel dosen (5 berkas)	dashboard, pertemuan, upload, slide, profil	Kartu MK diampu, rel pertemuan, unggah, kelola dan revisi slide, profil
Pustaka inti (5 berkas)	bootstrap, functions, panel, slide, public	Sesi, CSRF, helper basis data, tata letak, validasi unggahan, thumbnail, kontrol akses
Konfigurasi (3 berkas)	app, database, database.local.example	Parameter aplikasi, batas unggah, mode thumbnail, koneksi
Aset	public.css, panel.css, viewer.js, thumbgen.js, PDF.js	Tampilan responsif, viewer, pembuat thumbnail sisi klien

3.3.1 Halaman Publik

Halaman mata kuliah (Gambar 8) menjadi pusat interaksi mahasiswa. Seluruh pertemuan ditampilkan sebagai bingkai slide pada dua "rel film", yaitu paruh pertama yang ditutup UTS dan paruh kedua yang ditutup UAS. Setiap bingkai menampilkan thumbnail halaman pertama slide atau penanda status (belum diunggah, terbatas, evaluasi). Memilih bingkai menampilkan panel detail berisi pratinjau PDF.js, nomor register, topik RPS, Sub-CPMK, revisi, serta tombol unduh sesuai izin. Topik tetap ditampilkan untuk slot yang belum berisi slide, sehingga mahasiswa melihat silabus utuh sekaligus kelengkapan materinya.

REPOSITORY SLIDE PERKULIAHAN · POLITEKNIK NEGERI PADANG
TA 2026/2027 GANJIL

SL

Repo Slide PNP
Rak slide materi perkuliahan

Beranda
Jelajahi
Masuk

Beranda / D3 Teknik Komputer / CEN3302

CEN3302
D3TK
SEMESTER 5

Enterprise Networking (Praktikum)

Pengampu: Ir. H. A. Mooduto, M.Kom., Rina Marlina, S.T., M.Kom. 2 SKS · 16 pertemuan

Kelengkapan slide
2026/2027 Ganjil (berjalan)

10/14
pertemuan materi sudah tersedia

PARUH I · P01 - P08
Ditutup UTS

P01
TERSEDIA

P02
TERSEDIA

P03
TERSEDIA

P04
TERSEDIA

P05
TERSEDIA

P06
TERSEDIA

P07
TERSEDIA

P08
EVALUASI

PARUH II · P09 - P16
Ditutup UAS

P09
TERSEDIA

P10
TERSEDIA

P11
TERSEDIA

P12
BELUM

P13
BELUM

P14
BELUM

P15
BELUM

P16
EVALUASI

Slide tersedia
Terbatas, masuk untuk membuka
Belum diunggah (topik tetap tampil)
Evaluasi (UTS/UAS)

PRATINJAU · P05
1 / 3

PERTEMUAN 5

Routing Antar-VLAN: Router-on-a-Stick dan Layer-3 Switching

NO. REG
TERPUBLIKASI

SLD-2026-1-CEN3302-P05

Routing Antar-VLAN: Router-on-a-Stick dan Layer-3 Switching

Pertemuan
P05 dari 16

Topik RPS
Routing Antar-VLAN: Router-on-a-Stick dan Layer-3 Switching

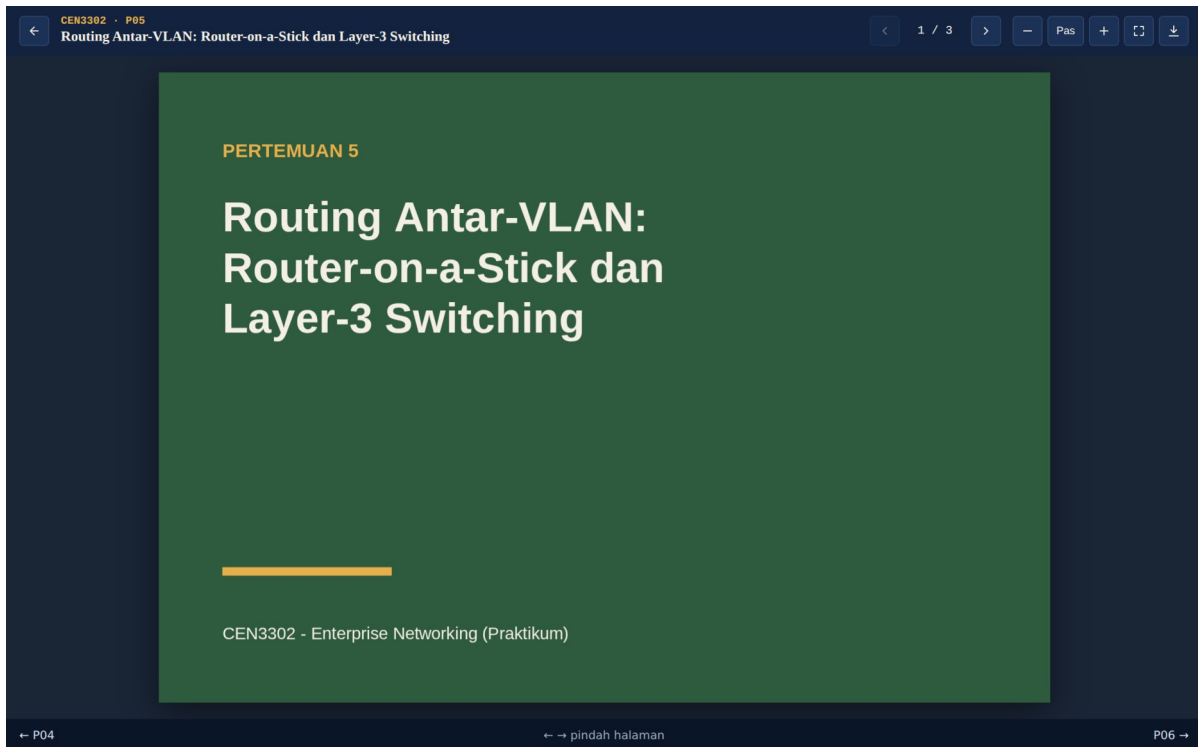
Sub-CPMK
Sub-CPMK 2.1

Revisi
Rev. 2.0

Gambar 8. Halaman mata kuliah: rel 16 pertemuan dengan thumbnail dan panel pratinjau

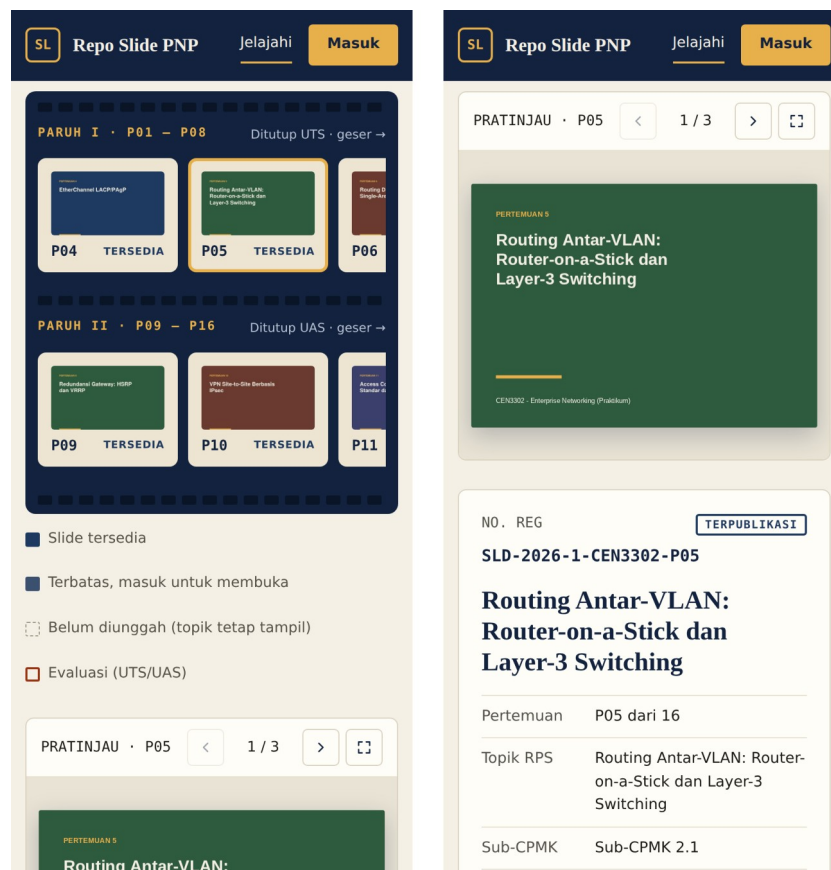
Viewer layar penuh (Gambar 9) merender PDF dengan PDF.js ke elemen canvas sesuai lebar layar dan rasio piksel perangkat. Viewer mendukung navigasi dengan tombol, tombol panah keyboard, dan gestur geser, serta pembesaran dan mode layar penuh. Nomor halaman disimpan pada fragmen URL sehingga posisi baca dapat dibagikan, dan tombol di bagian bawah berpindah langsung ke pertemuan berikutnya yang tersedia dengan melewati slot evaluasi atau slot kosong. Karena PDF dirender di peramban, pratinjau berfungsi konsisten di peramban ponsel yang umumnya tidak menampilkan PDF secara tersemat.

12



Gambar 9. Viewer slide layar penuh berbasis PDF.js

Pada layar ponsel (Gambar 10), rel pertemuan berubah menjadi pita yang dapat digeser ke samping, dan bingkai yang dipilih otomatis diposisikan di tengah. Panel detail tersusun satu kolom di bawah pratinjau.



Gambar 10. Tampilan ponsel (390 px): pita rel pertemuan dan panel detail

3.3.2 Panel Dosen

Panel dosen menampilkan mata kuliah yang diampu pada periode aktif langsung di menu samping. Halaman rel pertemuan (Gambar 11) menggunakan metafora yang sama dengan halaman publik: bingkai kosong menjadi tombol unggah, bingkai berisi membuka halaman kelola, dan status draft, ditarik, serta arsip dibedakan dengan warna dan label. Formulir unggah (Gambar 12) mengisi judul otomatis dari topik RPS, memisahkan berkas PDF wajib untuk pratinjau dari berkas presentasi asli yang opsional, dan menyediakan pilihan visibilitas serta izin unduh. Halaman kelola slide menyediakan pratinjau, formulir revisi dengan pilihan revisi kecil (misalnya 1.0 ke 1.1) atau besar (1.1 ke 2.0) beserta catatan perubahan wajib, dan tabel riwayat versi.

Repo Slide PNP
Panel dosen

Ringkasan
DS Dasbor

Mata kuliah diampu

- 01 **CEN3302 Enterprise Networking (Praktikum)**
- 02 CEN3303 Administrasi Sistem
- 03 MKK-EN01 Enterprise Networking

Akun
PR Profil & kata sandi

Ir. H. A. Mooduto, M.Kom.
mooduto · dosen
Keluar

CEN3302 Enterprise Networking (Praktikum)

Tahun akademik aktif: 2026/2027 Ganjil

10/14
pertemuan materi sudah terbit

1
masih draft

3
belum diunggah

2026/2027 Ganjil
D3TK · semester 5

PARUH I · P01 – P08 Klik bingkai untuk mengunggah atau mengelola slide

Topic	Revision	Status	Content
P01	Rev. 1.0	Terbit	Orientasi Praktikum, K3 Laboratorium,...
P02	Rev. 1.0	Terbit	Konfigurasi VLAN Dasar
P03	Rev. 1.1	Terbit	Trunking 802.1Q dan VTP
P04	Rev. 1.0	Terbit	EtherChannel LACP/PagP
P05	Rev. 2.0	Terbit	Routing Antar-VLAN: Router-on-a-Stick dan...
P06	Rev. 1.0	Terbit	Routing Dinamis OSPF Single-Area
P07	Rev. 1.0	Terbit	Routing Dinamis OSPF Multi-Area dan...
P08	UTS	Evaluasi	UTS — Ujian Praktik Switching dan...

PARUH II · P09 – P16 Klik bingkai untuk mengunggah atau mengelola slide

Topic	Revision	Status	Content
P09	Rev. 1.0	Terbit	Redundansi Gateway: HSRP dan VRRP
P10	Rev. 1.0	Terbit	VPN Site-to-Site Berbasis IPsec
P11	Rev. 1.0	Terbit	Access Control List Standar dan Extended
P12	DRAFT	Draft	Firewall dan Segmentasi Zona Keamanan
P13	Belum	Belum diunggah	Monitoring Jaringan SNMP/Syslog...
P14	Belum	Belum diunggah	Perancangan Topologi dan Dokumentasi...
P15	Belum	Belum diunggah	Implementasi, Presentasi Rancangan, da...
P16	UAS	Evaluasi	UAS — Ujian Praktik Komprehensif...

■ Terbit ■ Draft (hanya terlihat pengampu) □ Belum diunggah □ Evaluasi (unggah kisi-kisi bila perlu)

Topik pertemuan diambil dari RPS dan diatur oleh admin. Bila ada topik yang keliru, hubungi admin prodi.

Gambar 11. Rel pertemuan pada panel dosen

SL

Repo Slide PNP

Panel dosen

Ringkasan

DS

Dasbor

Mata kuliah diampu

CEN3302 Enterprise Networking (Praktikum)

CEN3303 Administrasi Sistem

MKK-EN01 Enterprise Networking

Akun

PR

Profil & kata sandi

Ir. H. A. Mooduto, M.Kom.

mooduto - dosen

Keluar

Unggah slide P13

Tahun akademik aktif: 2026/2027 Ganjil

← CEN3302 Enterprise Networking (Praktikum)

P13 · Monitoring Jaringan SNMP/Syslog dan Troubleshooting Sistematis

Judul slide

Monitoring Jaringan SNMP/Syslog dan Troubleshooting Sistematis

Default mengikuti topik pertemuan di RPS

Catatan untuk mahasiswa

Optional, mis. bacaan pendukung atau tugas yang terkait

Berkas PDF (wajib, untuk pratinjau)

Choose File No file chosen

Ekspor dari PowerPoint: File > Save As > PDF. Maksimal 20 MB.

Berkas presentasi asli (opsional)

Choose File No file chosen

PPTX, PPT, atau ODP. Bisa diunduh mahasiswa bila unduhan diizinkan.

Siapa yang bisa melihat

☒ Publik
Siapa pun yang membuka halaman mata kuliah

☐ Terbatas
Hanya pengguna yang sudah masuk

☒ Izinkan mahasiswa mengunduh berkas

Unggah & terbitkan

Simpan sebagai draft

Slot ini

Mata kuliah	CEN3302 Enterprise Networking (Praktikum)
Pertemuan	P13 dari 16
Jenis	Praktikum
Sub-CPMK	Sub-CPMK 4.3
Periode	2026/2027 Ganjil
No. register	SLD-2026-1-CEN3302-P13

Setelah terbit, perbaikan berikutnya diunggah sebagai revisi. Versi lama tetap tersimpan di riwayat.

Gambar 12. Formulir unggah slide ke slot pertemuan

3.3.3 Panel Admin

Pengelolaan topik pertemuan (Gambar 13) menyediakan penyuntingan seluruh slot dalam satu tabel dan fitur *tempel dari RPS*: admin menyalin kolom topik dari tabel RPS, dan sistem mengisinya berurutan ke slot materi. Penomoran di awal baris (misalnya "1.", "P01", "Pertemuan 1:") dibuang otomatis, Sub-CPMK dapat ditambahkan dengan pemisah garis tegak, dan slot UTS/UAS dapat dilewati. Fitur ini memangkas pekerjaan mengisi belasan topik per mata kuliah menjadi satu kali tempel.

15

SL

Repo Slide PNP

Panel admin

Ringkasan

DS

Dasbor

LG

Log aktivitas

Konten

SL

Moderasi slide

TH

Thumbnail

Struktur akademik

PS

Program studi

KR

Kurikulum

MK

Mata kuliah

SK

Sebaran MK

PT

Pertemuan & topik

Perkuliahkan

TA

Tahun akademik

DO

Dosen

PG

Pengampu

Akses

AK

Akun pengguna

admin

admin · admin

Pertemuan & topik

Tahun akademik aktif: 2026/2027 Ganjil

Mata kuliah

CEN3302 — Enterprise Networking (Praktikum)

CEN3302

Enterprise Networking (Praktikum)

16

slot pertemuan · D3TK semester 5

10/14

slide tersedia 2026/2027 Ganjil

0

topik masih placeholder

► Tempel topik dari RPS

Isi banyak topik sekaligus

Topik per pertemuan

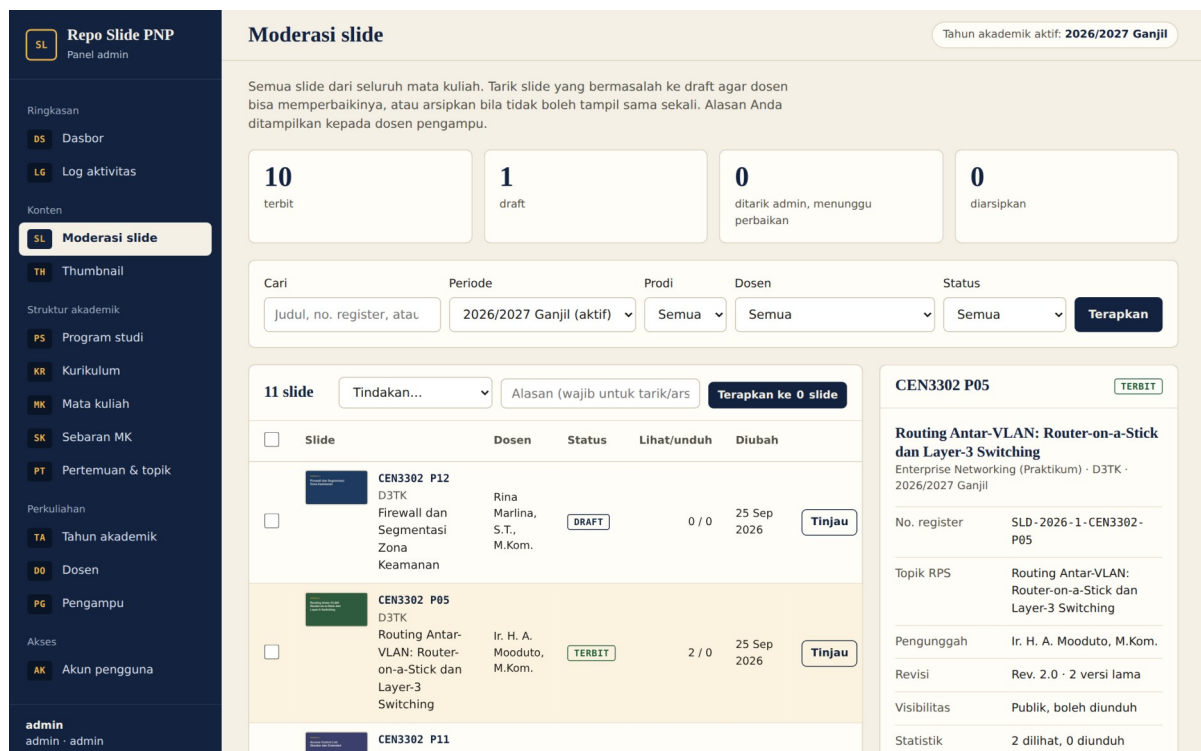
Tambah slot

Hapus slot terakhir

No	Jenis	Topik	Sub-CPMK	Slide
P01	Praktikum	Orientasi Praktikum, K3 Laboratorium, dan Dasar CLI	Sub-CPMK 1.1	TERSEDIA
P02	Praktikum	Konfigurasi VLAN Dasar	Sub-CPMK 1.2	TERSEDIA
P03	Praktikum	Trunking 802.1Q dan VTP	Sub-CPMK 1.3	TERSEDIA
P04	Praktikum	EtherChannel LACP/PagP	Sub-CPMK 1.4	TERSEDIA
P05	Praktikum	Routing Antar-VLAN: Router-on-a-Stick dan Layer-3 Switchi	Sub-CPMK 2.1	TERSEDIA
P06	Praktikum	Routing Dinamis OSPF Single-Area	Sub-CPMK 2.2	TERSEDIA
P07	Praktikum	Routing Dinamis OSPF Multi-Area dan Troubleshooting	Sub-CPMK 2.3	TERSEDIA

Gambar 13. Pengelolaan slot dan topik pertemuan oleh admin

Halaman moderasi (Gambar 14) menampilkan seluruh slide lintas mata kuliah dengan filter periode, prodi, dosen, status, dan kata kunci, serta kartu ringkasan yang dapat diklik (terbit, draft, ditarik admin, arsip). Panel tinjau menampilkan detail, statistik, jumlah versi lama, dan penanda bila berkas PDF hilang dari penyimpanan. Tindakan tarik dan arsip mewajibkan alasan. Aksi massal dijalankan dalam satu transaksi, dan slide yang statusnya tidak sesuai dengan tindakan dilewati serta dilaporkan jumlahnya. Admin juga memiliki halaman log aktivitas dengan ringkasan 24 jam, daftar IP yang sedang terkunci beserta tombol buka kunci, filter berlapis, dan ekspor CSV yang aman untuk dibuka di aplikasi lembar kerja.



Gambar 14. Halaman moderasi slide dengan panel tinjau

3.3.4 Thumbnail Hibrida

Pembuatan gambar dari PDF di server memerlukan Imagick dengan Ghostscript atau utilitas pdftoppm, yang sering tidak tersedia atau fungsi exec-nya dinonaktifkan pada hosting bersama. Sistem mendeteksi kemampuan server saat berjalan. Bila tersedia, thumbnail dibuat langsung saat unggah atau revisi. Bila tidak, halaman kelola slide dan rel pertemuan dosen memuat PDF.js, merender halaman pertama ke canvas, mengubahnya menjadi JPEG, lalu mengirimkannya ke thumb_save.php. Server menerima gambar hanya dari admin atau pengampu MK terkait, memverifikasi tipe dan dimensinya, lalu menyimpannya ulang melalui pustaka GD sehingga metadata dan isi tersembunyi terbuang. Admin juga dapat membuat thumbnail massal melalui salah satu jalur dengan indikator kemajuan per slide.

3.4 Pengujian

3.4.1 Pengujian Fungsional Black-Box

Sebanyak 186 skenario dijalankan sebagai skrip otomatis terhadap basis data yang di-reset ke data contoh sebelum setiap rangkaian. Seluruh rangkaian dijalankan ulang pada akhir setiap inkremen sebagai uji regresi. Rekapitulasi per modul ditunjukkan pada Tabel 8, dan contoh kasus uji yang mewakili partisi masukan sah, tidak sah, dan batas ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 8. Rekapitulasi pengujian black-box per modul

Modul	Jumlah skenario	Cakupan	Hasil
Autentikasi & sesi (I-1)	9	Kata sandi salah, akun nonaktif, CSRF palsu, penguncian IP, akses silang peran, logout	9 sesuai
Panel admin, data master (I-2)	45	Validasi, duplikasi, hapus data terpakai, slot otomatis, tempel RPS, pengampu, akun	45 sesuai

Modul	Jumlah skenario	Cakupan	Hasil
Panel dosen & gerbang berkas (I-3)	42	Unggah valid/palsu/berlebih, revisi berantai, riwayat, hak pengampu, akses publik	42 sesuai
Halaman publik & viewer (I-4)	25	Filter, pencarian topik, XSS, draft tersembunyi, slide terbatas, navigasi viewer	25 sesuai
Moderasi (I-5)	28	Tarik/arsip dengan dan tanpa alasan, aksi massal, penguncian dosen, hapus permanen	28 sesuai
Thumbnail (I-6)	17	Jalur server dan klien, akses thumbnail draft, ETag/304, gambar palsu, CSRF	17 sesuai
Log aktivitas (I-6)	20	Filter, ringkasan, buka kunci IP, ekspor CSV, pembersihan, akses non-admin	20 sesuai
Total	186		186 sesuai (100%)

Tabel 9. Contoh kasus uji dan hasilnya

ID	Skenario	Hasil yang diharapkan dan teramati
UJ-01	Masuk dengan kata sandi salah	Pesan generik "Nama pengguna atau kata sandi salah" tanpa membocorkan keberadaan akun
UJ-02	Lima kali gagal dari IP yang sama, lalu kata sandi benar	IP terkunci 15 menit; login dengan kata sandi benar tetap ditolak selama terkunci
UJ-03	Menambah prodi dengan kode yang sudah ada	Ditolak dengan pesan duplikasi; data lain tidak berubah
UJ-04	Menghapus prodi yang masih memiliki kurikulum	Ditolak dengan pesan bahwa data masih dipakai (pelanggaran foreign key ditangani)
UJ-05	Memasukkan MK baru ke kurikulum dengan 16 pertemuan	Terbentuk 16 slot; P08 bertipe UTS dan P16 bertipe UAS; diarahkan ke halaman topik
UJ-06	Menempelkan daftar topik RPS dengan penomoran campuran	Topik terisi berurutan pada slot materi, penomoran dibuang, UTS/UAS dilewati, baris berlebih dilaporkan
UJ-07	Mengunggah skrip PHP yang diberi ekstensi .pdf	Ditolak: "tidak dikenali sebagai berkas PDF yang sah"
UJ-08	Mengunggah berkas 26 MB (batas 20 MB)	Ditolak dengan pesan batas ukuran, bukan pesan formulir kedaluwarsa
UJ-09	Revisi kecil lalu revisi besar hanya dengan PPTX baru	Versi 1.0 ke 1.1 lalu 2.0; dua versi lama masuk riwayat; PDF lama tetap dipakai
UJ-10	Pengunjung membuka slide draft melalui file.php	Respons 404; draft tetap dapat dibuka pengampu dan admin
UJ-11	Tamu membuka slide berstatus terbatas	Dialihkan ke halaman masuk; setelah masuk slide dapat dibaca
UJ-12	Mengunduh slide yang izin unduhnya dimatikan	Unduhan 403; pratinjau di peramban tetap berfungsi
UJ-13	Dosen membuka halaman kelola slide MK yang tidak diampunya	Ditolak dan dialihkan ke dasbor dengan pesan
UJ-14	Admin menarik slide tanpa menulis alasan	Ditolak; dengan alasan, slide menjadi draft dan alasan tampil di dasbor dosen
UJ-15	Dosen mencoba menerbitkan slide yang diarsipkan	Ditolak di server; formulir revisi dan tombol terbit tidak ditampilkan
UJ-16	Pencarian berisi <script>alert(1)</script>	Karakter di-escape; skrip tidak dieksekusi
UJ-17	Mengirim berkas skrip sebagai "thumbnail"	Respons 415; berkas tidak disimpan

ID	Skenario	Hasil yang diharapkan dan teramati
UJ-18	Ekspor log berisi keterangan diawali "HYPERLINK"	Sel dinetralkan dengan tanda kutip tunggal di CSV

3.4.2 Cacat yang Ditemukan

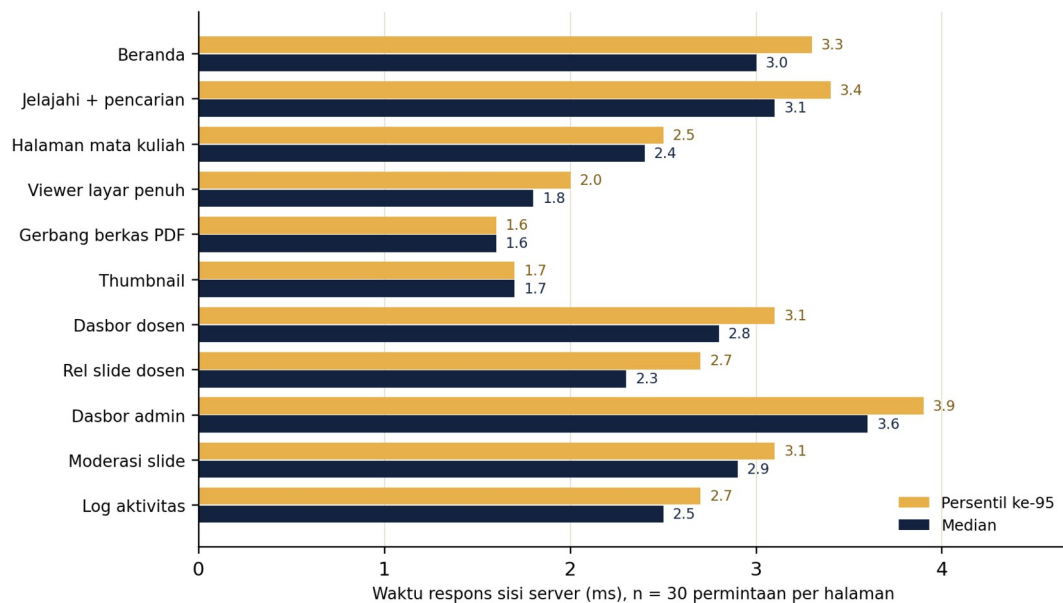
Pengujian otomatis menemukan enam cacat selama pengembangan (Tabel 10). Cacat D-01 menonjol karena tidak terlihat dari antarmuka: pada server tanpa ekstensi mbstring, pencatatan log gagal secara diam-diam sehingga mekanisme penguncian login, yang menghitung percobaan gagal dari log, tidak pernah aktif. Temuan ini menunjukkan nilai pengujian keamanan yang memverifikasi efek, bukan sekadar tampilan pesan. Setelah perbaikan, seluruh 186 skenario lulus.

Tabel 10. Cacat yang ditemukan selama pengujian dan perbaikannya

ID	Cacat	Perbaikan
D-01	Log aktivitas gagal tersimpan tanpa ekstensi mbstring sehingga penguncian login tidak aktif	Fungsi pemotong teks dengan cadangan substr() bila mbstring tidak tersedia
D-02	Jumlah penugasan pengampu yang disalin tampil -1	Jumlah baris terdampak dibaca dari statement sebelum get_result()
D-03	Halaman panel melebar ke samping pada layar 390 px akibat tabel lebar	Kolom grid minmax(0, 1fr) dan bilah alat yang dapat membungkus
D-04	Kueri statistik beranda menerima parameter lebih banyak daripada placeholder	Penyelarasan jumlah parameter
D-05	Alasan arsip lama tampil sebagai "ditarik" setelah slide dipulihkan	Catatan moderasi dikosongkan saat pemulihan
D-06	Kolom topik pada editor pertemuan terlalu sempit karena panel samping	Panel tempel RPS dipindah menjadi panel lipat di atas tabel

3.4.3 Kinerja dan Responsivitas

Waktu respons sisi server diukur untuk 11 halaman utama, masing-masing 30 permintaan setelah 3 permintaan pemanasan, pada PHP 8.3 dan MariaDB 10.11 dalam lingkungan uji dengan data contoh (5 mata kuliah, 80 slot pertemuan, 11 slide). Median waktu respons berkisar 1,6–3,6 ms dan persentil ke-95 tidak melebihi 3,9 ms (Gambar 15). Halaman dengan agregasi terbanyak, yaitu dasbor admin, memiliki waktu tertinggi, sedangkan gerbang berkas dan thumbnail tercepat karena hanya melakukan satu kueri konteks sebelum mengalirkan berkas. Angka ini mencerminkan biaya pemrosesan aplikasi, bukan latensi jaringan, dan perlu divalidasi ulang pada server produksi dengan volume data nyata. Dari sisi klien, pustaka PDF.js (sekitar 1,4 MB) hanya dimuat pada halaman yang menampilkan pratinjau, dan thumbnail publik di-cache peramban selama tujuh hari dengan validasi ETag. Uji tampilan pada lebar 390 px mengonfirmasi tidak ada gulir horizontal pada seluruh halaman publik dan panel.



Gambar 15. Waktu respons sisi server pada halaman utama (lingkungan uji)

3.5 Pembahasan

Tabel 11 membandingkan sistem ini dengan dua penelitian terdahulu yang paling dekat, berdasarkan informasi yang tersedia pada publikasinya. Repositori dokumen akademik [5] berfokus pada penyimpanan dan pencarian berkas administratif dosen, sedangkan sistem jurnal perkuliahan [6] mencatat materi per pertemuan tetapi tidak dilaporkan menyimpan berkas bahan ajar. Penelitian ini menggabungkan kedua sisi tersebut: granularitas per pertemuan yang terikat RPS dan penyimpanan berkas bahan ajar, ditambah kemampuan yang belum dilaporkan pada keduanya, yaitu riwayat versi, moderasi, kontrol visibilitas dan izin unduh per slide, serta pratinjau di peramban.

Tabel 11. Perbandingan dengan penelitian terdahulu (berdasarkan informasi yang dilaporkan)

Aspek	Kadang & Nasaruddin [5]	Widya Susanti dkk. [6]	Penelitian ini
Objek utama	Dokumen akademik dosen (surat tugas, laporan BKD, dll.)	Jurnal perkuliahan (catatan materi per pertemuan)	Berkas slide presentasi per pertemuan
Granularitas per pertemuan	Tidak dilaporkan	Ya	Ya; slot otomatis terikat topik dan Sub-CPMK RPS
Arsip lintas periode	Tidak dilaporkan	Tidak dilaporkan	Ya; satu slide per slot per tahun akademik
Riwayat versi	Tidak dilaporkan	Tidak dilaporkan	Ya; revisi kecil/besar dengan catatan
Moderasi pengelola	Tidak dilaporkan	Tidak dilaporkan	Ya; tarik beralasan, arsip, pulihkan, aksi massal
Visibilitas & izin unduh	Tidak dilaporkan	Tidak dilaporkan	Ya; per slide
Pratinjau tanpa unduh	Tidak dilaporkan	Tidak dilaporkan	Ya; PDF.js, termasuk di ponsel
Pengujian	Black-box 24 formulir, 100% sesuai	Tidak dilaporkan	Black-box otomatis 186 skenario, uji keamanan OWASP, kinerja

Keputusan menjadikan slot pertemuan sebagai unit utama membawa dua implikasi praktis. Bagi mahasiswa, slot kosong yang tetap menampilkan topik memberi kejelasan materi apa yang

akan datang. Bagi pengelola program studi, view kelengkapan slide menjadi indikator yang dapat dipantau per mata kuliah dan per periode, sejalan dengan kebutuhan bukti pelaksanaan pembelajaran dalam sistem penjaminan mutu [22]. Pemisahan tindakan tarik dan arsip memberi ruang koreksi yang proporsional tanpa menghapus jejak, sedangkan kewajiban menuliskan alasan membuat moderasi menjadi komunikasi, bukan sekadar sanksi.

Dari sisi rekayasa, pendekatan hibrida untuk thumbnail memperlihatkan bahwa kemampuan peramban modern dapat menutup keterbatasan infrastruktur hosting. Pola yang sama dapat diterapkan pada fitur lain yang membutuhkan pemrosesan dokumen. Pengujian otomatis sejak inkremen pertama juga terbukti bernilai: enam cacat ditemukan sebelum sistem digunakan, dan satu di antaranya berupa kegagalan kontrol keamanan yang tidak akan terdeteksi melalui pemeriksaan tampilan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, evaluasi masih berupa pengujian fungsional, keamanan, dan kinerja pada lingkungan uji dengan data contoh; penerimaan pengguna, misalnya dengan *System Usability Scale*, dan pengukuran dampak terhadap aktivitas belajar belum dilakukan. Kedua, jalur thumbnail berbasis Imagick telah diimplementasikan tetapi belum diuji langsung karena lingkungan uji hanya menyediakan pdftoppm, meskipun jalur sisi klien menjadi cadangan otomatis. Ketiga, sistem belum terintegrasi dengan layanan autentikasi tunggal institusi maupun sistem pengelolaan pembelajaran, sehingga akun dosen masih dikelola terpisah. Keempat, prinsip kegunaan [21] dan kriteria aksesibilitas WCAG 2.1 [20] diacu dalam perancangan, tetapi belum diaudit secara formal.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah merancang dan membangun repositori slide presentasi perkuliahan yang mengorganisasi bahan ajar berdasarkan slot pertemuan sesuai RPS. Sistem dibangun melalui enam inkremen menggunakan PHP 8 dan MariaDB dengan basis data 12 tabel, 2 view, dan 1 prosedur tersimpan, serta menyediakan halaman publik dengan linimasa pertemuan dan viewer PDF.js, panel dosen untuk unggah dan revisi berversi, serta panel admin untuk data master, moderasi, pemantauan log, dan pengelolaan thumbnail. Sebanyak 186 skenario pengujian black-box otomatis lulus seluruhnya setelah enam cacat diperbaiki, kontrol keamanan yang dipetakan ke OWASP Top 10:2021 berfungsi sesuai rancangan, dan median waktu respons sisi server berada pada rentang 1,6–3,6 ms di lingkungan uji. Dengan demikian sistem memenuhi kebutuhan fungsional dan nonfungsional yang dirumuskan dan layak diterapkan sebagai infrastruktur distribusi bahan ajar yang terstruktur, terlacak, dan terkendali.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk: (1) melakukan uji penerimaan pengguna dengan dosen dan mahasiswa menggunakan instrumen baku seperti *System Usability Scale*; (2) mengintegrasikan autentikasi tunggal institusi dan menyediakan antarmuka pemrograman untuk sistem pengelolaan pembelajaran; (3) memanfaatkan data statistik lihat dan unduh sebagai bahan analitik pembelajaran; dan (4) melakukan audit aksesibilitas formal terhadap WCAG 2.1 serta uji beban pada server produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. G. Levasseur and J. K. Sawyer, "Pedagogy meets PowerPoint: A research review of the effects of computer-generated slides in the classroom," *The Review of Communication*, vol. 6, no. 1–2, pp. 101–123, 2006.
- [2] D. L. Worthington and D. G. Levasseur, "To provide or not to provide course PowerPoint slides? The impact of instructor-provided slides upon student attendance and performance," *Computers & Education*, vol. 85, pp. 14–22, 2015.
- [3] R. E. Mayer, *Multimedia Learning*, 2nd ed. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2009.
- [4] T. Tupan, N. R. Widuri, R. N. Rahayu, M. Djaenudin, and C. Trianggono, "Analisis pengelolaan repositori institusi pada lembaga penelitian dengan status Pusat Unggulan Iptek (PUI)," *Khazanah al-Hikmah: Jurnal Ilmu Perpustakaan, Informasi, dan Kearsipan*, vol. 8, no. 1, p. 42, 2020, doi: 10.24252/kah.v8i1a5.
- [5] M. Kadang and N. Nasaruddin, "Desain dan implementasi sistem repositori dokumen akademik Universitas DIPA Makassar," *e-Jurnal JUSITI (Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi)*, vol. 14, no. 1, pp. 13–25, 2025, doi: 10.36774/jusiti.v14i1.1712.
- [6] E. Widya Susanti, I. Ummami, and W. Winarti, "Rancang bangun sistem informasi jurnal perkuliahan berbasis web guna meningkatkan efektivitas pembelajaran," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 4, no. 2, pp. 386–393, 2022, doi: 10.47233/jteksis.v4i2.556.
- [7] Y. Yuricha and I. K. Phan, "Rancang bangun aplikasi jurnal perkuliahan berbasis Progressive Web Application menggunakan metode Rapid Application Development," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 2024. [Online]. Available: <https://journal.irpi.or.id/index.php/malcom/article/view/1370>
- [8] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 9th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2020.
- [9] I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2016.
- [10] G. Booch, J. Rumbaugh, and I. Jacobson, *The Unified Modeling Language User Guide*, 2nd ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2005.
- [11] R. Elmasri and S. B. Navathe, *Fundamentals of Database Systems*, 7th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2016.
- [12] G. J. Myers, C. Sandler, and T. Badgett, *The Art of Software Testing*, 3rd ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2011.
- [13] L. C. Hermawan, M. R. Mubarak, H. Mairudin, A. Mahdiyan, and Y. Yulianti, "Pengujian black box pada aplikasi verifikasi data nasabah dengan menggunakan metode boundary value analysis," *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Aplikasi*, vol. 3, no. 3, p. 119, 2020, doi: 10.32493/jtsi.v3i3.5331.
- [14] N. Rizqiananda and C. Anwar, "Software testing analysis on PHP and MySQL-based student data CRUD application using black box testing," *Journal of Information Systems and Business Technology*, vol. 1, no. 4, pp. 40–43, 2025.
- [15] H. B. I. Alfari, C. Anam, and A. Masy'an, "Implementasi black box testing pada sistem informasi pendaftaran santri berbasis web dengan menggunakan PHP dan MySQL," *SAINTEKBU*, vol. 6, no. 1, 2016, doi: 10.32764/saintekbu.v6i1.64.
- [16] OWASP Foundation, "OWASP Top 10:2021," 2021. [Online]. Available: <https://owasp.org/Top10/>
- [17] OWASP Foundation, "File Upload Cheat Sheet," *OWASP Cheat Sheet Series*. [Online]. Available: https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/File_Upload_Cheat_Sheet.html
- [18] OWASP Foundation, "Cross-Site Request Forgery Prevention Cheat Sheet," *OWASP Cheat Sheet Series*. [Online]. Available: https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Cross-Site_Request_Forgery_Prevention_Cheat_Sheet.html
- [19] Mozilla, "PDF.js: A general-purpose, web standards-based platform for parsing and rendering PDFs." [Online]. Available: <https://mozilla.github.io/pdf.js/>
- [20] World Wide Web Consortium (W3C), "Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1," W3C Recommendation, 2018. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
- [21] J. Nielsen, *Usability Engineering*. Boston, MA, USA: Academic Press, 1993.