

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Landasan teori digunakan untuk menjelaskan konsep-konsep yang menjadi dasar dalam proses perancangan, pembangunan, dan evaluasi modul digital pembelajaran Informatika. Pemilihan teori pada penelitian ini disesuaikan dengan karakteristik produk yang dikembangkan, yaitu aplikasi pembelajaran berbasis web yang menyediakan materi, aktivitas evaluasi, forum diskusi, pencatatan progres, penguncian bab, dan sertifikat.

Pembahasan teori tidak hanya berfungsi sebagai kumpulan definisi. Setiap konsep digunakan untuk menjelaskan alasan suatu fitur diperlukan, bagaimana materi disusun, teknologi yang digunakan untuk membangun aplikasi, dan bagaimana kualitas sistem dinilai. Oleh karena itu, bagian ini mencakup teori mengenai modul pembelajaran, modul digital, pembelajaran Informatika, media pembelajaran berbasis web, multimedia, pembelajaran mandiri, pembelajaran interaktif, pembelajaran kolaboratif, PHP, Laravel, JavaScript, Laragon, metode Waterfall, Black Box Testing, usability testing, dan System Usability Scale.

2.1.1 Modul Pembelajaran

Modul pembelajaran merupakan bahan ajar yang disusun dalam urutan tertentu agar peserta didik dapat mengikuti proses belajar secara terarah. Struktur modul biasanya menghubungkan tujuan pembelajaran, penjelasan konsep, contoh, aktivitas, latihan, dan evaluasi. Keterkaitan antarkomponen tersebut membantu peserta didik memahami apa yang perlu dicapai dan tahapan yang harus diselesaikan selama pembelajaran.

Modul tidak hanya berperan sebagai penyimpan materi. Dalam pembelajaran mandiri, modul perlu menyediakan petunjuk yang cukup agar peserta didik dapat memulai, melanjutkan, dan mengevaluasi proses belajarnya. Penyajian materi yang bertahap juga penting karena peserta didik pada jenjang yang sama dapat memiliki pengalaman awal dan kecepatan belajar yang berbeda.

Pengembangan e-modul pada pendidikan kejuruan perlu menyesuaikan isi, aktivitas, dan bentuk penyajian dengan karakteristik mata pelajaran serta kebutuhan

peserta didik. Penelitian pengembangan e-modul interaktif pada mata pelajaran Administrasi Jaringan menunjukkan bahwa bahan ajar digital dapat menggabungkan materi, aktivitas, dan evaluasi dalam satu media yang digunakan pada pembelajaran SMK (Hamidah, 2024).

Dalam penelitian ini, konsep modul pembelajaran digunakan sebagai dasar untuk mengorganisasi materi Informatika kelas X berdasarkan bab. Setiap bab diarahkan agar memiliki alur yang jelas, yaitu pengenalan tujuan, penyajian materi, contoh atau video, latihan soal, diskusi, dan penilaian. Susunan tersebut diharapkan membantu siswa mempelajari materi secara bertahap dan mengurangi ketergantungan pada penjelasan guru pada waktu yang sama.

2.1.2 Modul Digital

Modul digital merupakan bahan ajar yang disajikan melalui perangkat elektronik dan dapat menggabungkan berbagai bentuk media dalam satu lingkungan pembelajaran. Materi di dalamnya dapat berupa teks, gambar, ilustrasi, video, tautan, latihan, dan umpan balik dari sistem. Kemampuan mengintegrasikan berbagai bentuk informasi menjadi salah satu perbedaan utama antara modul digital dan modul cetak.

Penyusunan modul digital tidak cukup dilakukan dengan memindahkan isi buku ke halaman web. Isi, navigasi, tampilan, dan interaksi perlu diatur kembali agar pengguna dapat menemukan materi dan menyelesaikan aktivitas belajar secara jelas. Pengembangan sistem e-learning berbasis website menunjukkan bahwa pengorganisasian konten dan alur penggunaan merupakan bagian penting dalam menjadikan media web sebagai penunjang pembelajaran (Setiawan, 2024).

Modul digital juga memberikan fleksibilitas dalam pemutakhiran materi. Guru atau pengelola dapat menambah, memperbaiki, dan mengatur kembali konten tanpa mencetak ulang seluruh bahan ajar. Bagi siswa, akses melalui peramban memungkinkan materi dipelajari kembali menggunakan perangkat yang tersedia, selama perangkat tersebut memenuhi kebutuhan akses sistem.

Dalam penelitian ini, modul digital dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis web. Aplikasi mengintegrasikan materi per bab, video pembelajaran, latihan soal, forum diskusi, progres belajar, penguncian bab, dan sertifikat. Integrasi

tersebut dimaksudkan agar kegiatan pembelajaran tidak tersebar pada banyak media yang berbeda dan agar siswa memiliki alur belajar yang lebih mudah dipantau.

2.1.3 Karakteristik Modul Digital

Modul digital yang mendukung pembelajaran perlu memiliki karakteristik yang tidak hanya berkaitan dengan format elektronik, tetapi juga dengan kualitas pengalaman belajar. Karakteristik pertama adalah struktur yang jelas. Pengguna harus dapat mengenali posisi bab, urutan materi, aktivitas yang perlu diselesaikan, dan syarat untuk melanjutkan ke bagian berikutnya.

Karakteristik kedua adalah keterpaduan media. Teks digunakan untuk menjelaskan konsep, sedangkan gambar dan video digunakan ketika representasi visual dapat membantu siswa memahami proses atau hubungan antarkomponen. Pengembangan e-modul interaktif menunjukkan bahwa unsur multimedia perlu ditempatkan sesuai tujuan pembelajaran agar tidak hanya berfungsi sebagai hiasan, tetapi mendukung pemahaman dan aktivitas siswa (Hamidah, 2024).

Karakteristik ketiga adalah interaktivitas. Modul digital perlu memberi kesempatan kepada siswa untuk melakukan tindakan dan menerima respons, misalnya memilih materi, menjawab soal, melihat nilai, membuka diskusi, atau memperoleh informasi mengenai status bab. Interaktivitas memberi siswa bukti mengenai hasil tindakannya dan membantu menentukan langkah belajar berikutnya.

Karakteristik keempat adalah kemudahan penggunaan. Struktur menu, istilah, tombol, dan informasi status perlu diterapkan secara konsisten. Pada sistem pembelajaran berbasis website, kelengkapan materi harus diimbangi dengan alur akses yang jelas agar pengguna tidak mengalami kesulitan ketika mencari materi atau menjalankan aktivitas belajar (Setiawan, 2024).

Karakteristik kelima adalah kemampuan mendukung belajar mandiri. Siswa perlu memperoleh informasi yang cukup untuk belajar tanpa selalu menunggu instruksi langsung. Pada sistem yang dikembangkan, dukungan tersebut diterapkan melalui pembagian materi per bab, penyimpanan progres, hasil latihan otomatis, dan penguncian bab berdasarkan ketentuan penyelesaian.

2.1.4 Komponen Modul Digital

Komponen modul digital perlu disusun agar setiap bagian memiliki fungsi yang jelas dalam proses pembelajaran. Komponen awal berupa identitas dan tujuan pembelajaran membantu siswa memahami topik serta kompetensi yang diharapkan. Tujuan yang jelas juga menjadi dasar dalam pemilihan materi, contoh, dan bentuk evaluasi.

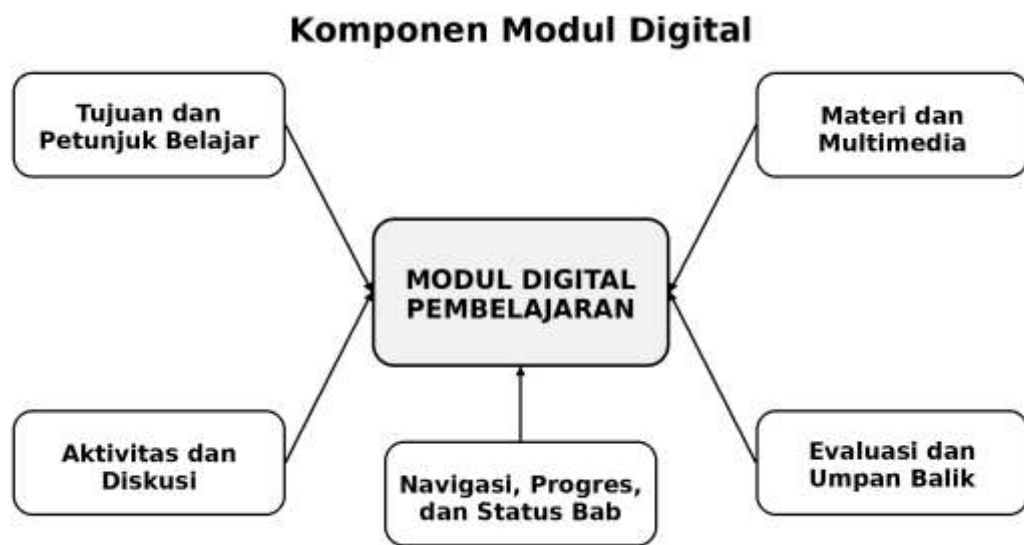
Komponen materi berisi penjelasan konsep dan informasi yang harus dipelajari siswa. Penyajian materi perlu menggunakan urutan dari konsep dasar menuju konsep yang lebih kompleks. Pada materi yang memerlukan demonstrasi, video atau ilustrasi dapat digunakan untuk memperjelas proses yang sulit dijelaskan hanya dengan teks.

Komponen aktivitas memberi kesempatan kepada siswa untuk menerapkan konsep. Aktivitas dapat berupa latihan, pertanyaan pemahaman, tugas sederhana, atau diskusi. Pada e-modul interaktif, hubungan antara materi, multimedia, dan evaluasi perlu dirancang secara terpadu sehingga setiap aktivitas mengarahkan siswa pada kompetensi yang hendak dicapai (Hamidah, 2024).

Komponen evaluasi digunakan untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa setelah mempelajari materi. Evaluasi pada modul digital dapat memberikan hasil secara otomatis sehingga siswa memperoleh umpan balik lebih cepat. Hasil evaluasi juga dapat disimpan sebagai bagian dari progres belajar.

Komponen navigasi dan informasi status membantu pengguna memahami posisi serta kemajuan belajarnya. Pada penelitian ini, informasi tersebut diwujudkan melalui daftar bab, status terbuka atau terkunci, nilai latihan, sertifikat, dan progres. Komponen ini penting karena pengguna perlu mengetahui tindakan apa yang telah selesai dan apa yang masih harus dilakukan.

Berdasarkan komponen tersebut, modul digital dalam penelitian ini dirancang tidak hanya sebagai tempat membaca materi. Sistem berfungsi sebagai lingkungan belajar yang menghubungkan konten, aktivitas, evaluasi, interaksi, dan rekam perkembangan siswa dalam satu aplikasi.



Gambar 2.1 Komponen Modul Digital Pembelajaran

2.1.5 Pembelajaran Informatika

Pembelajaran Informatika berkaitan dengan konsep komputasi, pengolahan informasi, pemecahan masalah, algoritma, sistem komputer, jaringan, dan penggunaan teknologi digital. Ruang lingkup tersebut menunjukkan bahwa Informatika tidak dapat disamakan hanya dengan keterampilan menggunakan aplikasi atau menulis kode program.

Pembelajaran Informatika perlu menekankan cara berpikir yang mendasari proses komputasi, bukan hanya keterampilan mengikuti prosedur teknis. Perspektif disipliner terhadap berpikir komputasional menempatkan abstraksi, perumusan masalah, representasi, dan penyusunan solusi sebagai kemampuan yang dapat diterapkan pada beragam konteks (Denning & Tedre, 2021).

Salah satu kemampuan penting dalam Informatika adalah berpikir komputasional. Kemampuan tersebut melibatkan cara merumuskan persoalan, membangun abstraksi, memilih representasi, menyusun langkah penyelesaian, dan menilai hasil. Berpikir komputasional tidak hanya digunakan ketika menulis program, tetapi juga ketika suatu masalah dianalisis dengan prinsip dan metode komputasi (Denning & Tedre, 2021).

Pembelajaran Informatika pada tingkat sekolah perlu menyeimbangkan konsep dan praktik. Konsep membantu siswa memahami prinsip, sedangkan praktik memberi kesempatan untuk mencoba, menguji, dan memperbaiki solusi.

Keseimbangan tersebut penting bagi siswa SMK karena pembelajaran mereka diarahkan pada penguasaan pengetahuan sekaligus keterampilan yang dapat diterapkan.

Dalam penelitian ini, istilah yang digunakan adalah modul digital pembelajaran Informatika. Pemrograman menjadi salah satu bagian dari materi, tetapi bukan satu-satunya fokus. Materi juga mencakup berpikir komputasional, sistem komputer, pencarian informasi digital, teknologi informasi dan komunikasi, serta jaringan komputer dan internet.

2.1.6 Pembelajaran Informatika Fase E di SMK

Siswa kelas X berada pada tahap awal pendidikan kejuruan dan dapat memiliki pengalaman penggunaan teknologi yang berbeda. Sebagian siswa telah terbiasa menggunakan komputer, sedangkan siswa lain masih memerlukan penjelasan dasar mengenai istilah, perangkat, dan alur kerja. Perbedaan tersebut perlu diperhatikan dalam penyusunan materi agar modul dapat digunakan oleh siswa dengan tingkat kesiapan yang beragam.

Materi berpikir komputasional membantu siswa membangun penyelesaian masalah secara sistematis melalui dekomposisi, abstraksi, penggunaan representasi, serta penyusunan langkah yang dapat dijalankan. Pembelajaran perlu memberi kesempatan kepada siswa untuk menerapkan proses tersebut pada contoh dan latihan, sehingga kemampuan komputasional tidak berhenti pada pengenalan istilah (Denning & Tedre, 2021).

Materi algoritma dan pemrograman memperkenalkan urutan instruksi, logika, representasi algoritma, dan implementasi sederhana. Pada bagian ini, contoh perlu diberikan secara bertahap. Siswa sebaiknya memahami hubungan antara masalah, algoritma, dan kode, sehingga penulisan program tidak berubah menjadi kegiatan menyalin sintaks.

Materi sistem komputer membahas hubungan perangkat keras, perangkat lunak, sistem operasi, dan cara komponen bekerja sebagai satu kesatuan. Penyajian visual dapat digunakan untuk memperjelas posisi komponen dan aliran proses. Pengembangan e-modul interaktif pada materi jaringan menunjukkan bahwa teks, gambar, dan aktivitas digital dapat dipadukan untuk membantu siswa memahami

materi teknis yang memiliki banyak hubungan antarkomponen (Hamidah et al., 2024).

Materi pencarian informasi digital dan teknologi informasi dan komunikasi berhubungan dengan kemampuan menemukan, menilai, mengolah, dan menyajikan informasi. Pembelajaran perlu memberi contoh yang dekat dengan aktivitas siswa, termasuk penggunaan mesin pencari, pemeriksaan informasi, aplikasi perkantoran, dan integrasi konten.

Materi jaringan komputer dan internet membahas konsep konektivitas, perangkat jaringan, layanan internet, dan keamanan dasar. Bagi siswa SMK, materi tersebut dapat dihubungkan dengan situasi nyata di laboratorium sekolah atau lingkungan kerja. Modul digital dapat mendukung penyajian konsep melalui gambar, video, contoh kasus, dan latihan pemahaman.

Enam kelompok materi tersebut digunakan sebagai dasar ruang lingkup modul. Penyusunan per bab membantu siswa memahami batas topik dan urutan belajar. Namun, hubungan antarbab tetap perlu dijelaskan agar siswa menyadari bahwa konsep Informatika saling berkaitan.

2.1.7 Kurikulum Merdeka pada Jenjang SMK

Kurikulum menjadi dasar dalam menentukan kompetensi, materi, kegiatan belajar, dan evaluasi. Kurikulum Merdeka memberikan ruang bagi satuan pendidikan dan guru untuk menyesuaikan pembelajaran dengan karakteristik peserta didik serta kondisi sekolah. Penyesuaian tersebut tetap perlu diarahkan pada capaian kompetensi yang jelas.

Penerapan Kurikulum Merdeka memerlukan kesiapan sekolah dan guru dalam melakukan perubahan pembelajaran. Kesiapan tersebut tidak hanya berkaitan dengan pemahaman dokumen kurikulum, tetapi juga kemampuan merancang aktivitas, menggunakan media, dan menyesuaikan pembelajaran dengan kebutuhan siswa (Rahayu, 2022).

Pada jenjang SMK, pembelajaran perlu menghubungkan konsep dengan situasi yang relevan terhadap bidang keahlian dan kebutuhan kerja. Media digital dapat digunakan sebagai pendamping pembelajaran di kelas, bukan sebagai pengganti seluruh peran guru. Guru tetap berperan dalam memberi konteks,

membimbing aktivitas, dan memberikan klarifikasi ketika siswa mengalami kesulitan.

Dalam penelitian ini, Kurikulum Merdeka digunakan sebagai dasar dalam menentukan ruang lingkup materi Informatika kelas X. Materi kemudian diterjemahkan menjadi struktur bab, aktivitas, latihan, dan evaluasi dalam aplikasi. Dengan cara tersebut, fitur sistem diarahkan untuk mendukung proses pembelajaran, bukan hanya untuk menampilkan konten.

2.1.8 Media Pembelajaran Berbasis Web

Media pembelajaran berbasis web menyampaikan materi dan aktivitas melalui aplikasi yang diakses menggunakan peramban. Keunggulan pendekatan ini adalah konten dapat ditempatkan pada satu sistem dan diakses melalui berbagai perangkat. Pengguna tidak harus memasang aplikasi khusus selama perangkat dan peramban memenuhi kebutuhan sistem.

Pengembangan media berbasis web perlu memperhatikan organisasi informasi. Materi yang lengkap tetap dapat menyulitkan pengguna apabila menu, urutan halaman, dan istilah tidak konsisten. Penelitian pengembangan sistem e-learning berbasis website menegaskan bahwa penyajian materi, pengelolaan aktivitas, dan akses pengguna perlu diintegrasikan agar sistem benar-benar berfungsi sebagai penunjang pembelajaran (Setiawan, 2024).

Media berbasis web juga memungkinkan integrasi antara materi dan layanan sistem. Dalam satu aplikasi, siswa dapat melakukan autentikasi, membaca materi, menonton video, mengerjakan latihan, berdiskusi, melihat progres, dan mengunduh sertifikat. Integrasi tersebut dapat mengurangi perpindahan antara media yang terpisah.

Walaupun demikian, media berbasis web memiliki ketergantungan terhadap perangkat dan koneksi jaringan. Desain perlu mempertimbangkan ukuran konten, waktu pemuatan, dan keterbacaan pada perangkat yang berbeda. Penggunaan video berukuran besar atau antarmuka yang terlalu kompleks dapat mengurangi kenyamanan siswa ketika jaringan tidak stabil.

Pada penelitian ini, aplikasi dirancang untuk diakses melalui peramban pada komputer, laptop, dan telepon pintar. Penggunaan teknologi web dipilih agar

pengelolaan konten dapat dilakukan secara terpusat dan agar siswa dapat mengakses materi dari perangkat yang tersedia.

2.1.9 Prinsip Multimedia dalam Pembelajaran Digital

Multimedia menggabungkan dua atau lebih bentuk representasi, misalnya teks, gambar, audio, dan video. Penggunaan multimedia dalam pembelajaran perlu diarahkan untuk membantu siswa memahami materi, bukan hanya untuk membuat halaman terlihat lebih ramai.

Pembelajaran multimedia dapat memberikan manfaat ketika teks, gambar, dan video dipilih sesuai kebutuhan materi. Unsur visual sebaiknya digunakan untuk memperjelas konsep, proses, atau langkah kerja yang sulit dijelaskan hanya melalui uraian tertulis. Pada e-modul interaktif, multimedia yang relevan mendukung penyajian materi dan aktivitas, sedangkan unsur yang tidak berkaitan dengan tujuan pembelajaran perlu dibatasi (Hamidah, 2024).

Video pembelajaran perlu ditempatkan pada bagian materi yang benar-benar membutuhkan demonstrasi atau penjelasan proses. Siswa juga perlu mengetahui hubungan antara video dan aktivitas yang harus dilakukan setelah menontonnya. Tanpa arahan tersebut, video dapat berubah menjadi media pasif yang tidak terhubung dengan tujuan belajar.

Dalam modul yang dikembangkan, multimedia digunakan sebagai pelengkap uraian materi. Teks tetap menjadi sumber penjelasan utama, sedangkan gambar dan video digunakan untuk memperjelas contoh, langkah kerja, dan konsep yang memerlukan representasi visual.

2.1.10 Pembelajaran Mandiri

Pembelajaran mandiri memberi kesempatan kepada siswa untuk mengatur sebagian proses belajarnya, seperti menentukan waktu, mengulang materi, dan memantau kemajuan. Pembelajaran mandiri bukan berarti siswa belajar tanpa arahan. Siswa tetap membutuhkan tujuan, struktur, sumber belajar, dan umpan balik yang cukup.

Pembelajaran mandiri pada lingkungan digital melibatkan kegiatan merencanakan penyelesaian tugas, mengatur waktu, memantau aktivitas, dan meninjau hasil belajar. Analisis perilaku pengguna pada modul pembelajaran

daring menunjukkan bahwa rancangan modul dapat menyediakan fleksibilitas sekaligus mendukung perencanaan dan pengaturan aktivitas belajar peserta didik (Zhang, 2021).

Modul digital dapat mendukung pembelajaran mandiri melalui materi yang dapat diakses ulang, hasil evaluasi otomatis, dan pencatatan progres. Informasi tersebut membantu siswa melihat bagian yang telah diselesaikan dan bagian yang masih memerlukan perhatian.

Sistem penguncian bab pada penelitian ini digunakan sebagai pengarah alur belajar. Siswa perlu menyelesaikan ketentuan pada bab sebelumnya sebelum membuka bab berikutnya. Mekanisme tersebut tidak dimaksudkan untuk membatasi akses secara berlebihan, tetapi untuk menjaga agar urutan materi tetap terstruktur.

Guru tetap diperlukan untuk memberikan pendampingan, terutama ketika siswa belum memahami konsep atau mengalami kesulitan menggunakan sistem. Dengan demikian, modul digital berfungsi sebagai pendamping pembelajaran mandiri dan pembelajaran di kelas.

2.1.11 Pembelajaran Interaktif

Pembelajaran interaktif melibatkan tindakan siswa dan respons dari media atau sistem. Siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi memilih materi, menjawab pertanyaan, mengirim diskusi, dan memperoleh umpan balik. Interaksi yang bermakna membantu siswa mengetahui akibat dari tindakan yang dilakukan.

Interaktivitas perlu memiliki hubungan dengan tujuan pembelajaran. Tombol, animasi, maupun efek visual belum memberikan nilai instruksional apabila tidak membantu siswa memahami materi atau menyelesaikan aktivitas. Pengembangan e-modul interaktif menunjukkan bahwa interaksi perlu diarahkan pada akses materi, latihan, evaluasi, dan umpan balik yang mendukung proses belajar (Hamidah, 2024).

Dalam modul digital, latihan soal memberikan bentuk interaksi yang langsung. Sistem menerima jawaban, menghitung nilai, menyimpan hasil, dan menampilkan status kelulusan. Respons tersebut memberi informasi kepada siswa mengenai tingkat pemahamannya.

Forum diskusi menyediakan bentuk interaksi sosial. Siswa dapat menyampaikan pertanyaan dan memberikan balasan, sedangkan guru dapat memberi penjelasan atau mengarahkan pembahasan. Kombinasi interaksi dengan konten dan interaksi dengan pengguna lain membuat modul lebih dari sekadar kumpulan halaman materi.

2.1.12 Pembelajaran Kolaboratif dalam E-Learning

Pembelajaran kolaboratif melibatkan pertukaran pengetahuan, pendapat, dan pengalaman antara peserta didik. Siswa dapat menjelaskan pemahaman, menanggapi pertanyaan, dan membandingkan cara penyelesaian masalah. Aktivitas tersebut dapat membantu siswa melihat suatu konsep dari sudut pandang yang berbeda.

Pembelajaran kolaboratif membutuhkan pembagian peran, komunikasi, tanggung jawab anggota, serta kegiatan bersama yang diarahkan pada penyelesaian masalah. Penelitian mengenai pemrograman kolaboratif pada siswa sekolah menengah menunjukkan bahwa interaksi kelompok dapat membantu pelaksanaan praktik berpikir komputasional, tetapi tetap memerlukan pendampingan dan pengaturan aktivitas yang jelas (Shahin., 2021).

Dalam lingkungan e-learning, forum dapat digunakan untuk memperpanjang interaksi di luar jam tatap muka. Siswa yang belum sempat bertanya di kelas dapat menyampaikan pertanyaan, sedangkan pengguna lain dapat memberikan tanggapan. Guru dapat memantau isi forum untuk menjaga pembahasan tetap relevan dan mencegah informasi yang keliru.

Pada penelitian ini, forum tersedia pada setiap bab agar diskusi tetap berkaitan dengan konteks materi. Struktur tersebut memudahkan siswa menemukan pembahasan dan membantu guru mengelompokkan pertanyaan berdasarkan topik.

2.1.13 PHP

PHP merupakan bahasa pemrograman yang dijalankan pada sisi server untuk mengolah permintaan pengguna dan menghasilkan respons yang kemudian ditampilkan melalui peramban. Dalam pengembangan aplikasi web, PHP dapat digunakan untuk menjalankan logika aplikasi, memvalidasi masukan, menghubungkan sistem dengan basis data, serta menyajikan konten yang berubah

sesuai data pengguna. Pemanfaatan PHP bersama basis data MySQL pada aplikasi e-commerce menunjukkan bahwa bahasa ini dapat mendukung pengelolaan data dan proses transaksi secara dinamis (Hermiati, 2021).

Karena prosesnya berlangsung pada server, aturan bisnis dan pengelolaan data dapat ditempatkan pada satu bagian yang terpusat. Pendekatan tersebut membantu aplikasi menangani autentikasi, hak akses, penyimpanan informasi, dan penyusunan keluaran tanpa memperlihatkan kode program sisi server kepada pengguna.

Dalam penelitian ini, PHP digunakan sebagai bahasa pemrograman utama pada sisi server. PHP menangani registrasi dan login, pengelolaan materi dan soal, penyimpanan hasil latihan, forum diskusi, pencatatan progres belajar, serta pengelolaan data sertifikat.



Gambar 2.2 PHP

2.1.14 Laravel

Laravel merupakan framework berbasis PHP yang membantu pengembang menyusun aplikasi web melalui struktur proyek, pengaturan rute, pengolahan data, dan pemisahan tanggung jawab antarkomponen. Pada pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis web, struktur pengembangan yang terorganisasi diperlukan agar pengelolaan pengguna, materi, evaluasi, dan fitur pendukung dapat dipelihara ketika kebutuhan sistem berubah (Siregar & Arpan, 2025).

Pemisahan tanggung jawab antarkomponen memudahkan pengembang menelusuri perubahan dan memperbaiki fungsi tertentu tanpa harus mengubah seluruh bagian aplikasi. Laravel juga dapat digunakan untuk mengatur rute, validasi masukan, interaksi dengan basis data, autentikasi, dan penyajian tampilan sesuai kebutuhan sistem.

Dalam penelitian ini, Laravel digunakan untuk mengatur alur permintaan, menghubungkan aplikasi dengan basis data, memisahkan logika sistem dari tampilan, serta menerapkan hak akses siswa dan guru. Struktur tersebut membantu menjaga kode tetap mudah dipelihara ketika fitur modul digital mengalami perubahan.



Gambar 2.3 Laravel

2.1.15 JavaScript

JavaScript merupakan bahasa pemrograman yang digunakan pada sisi antarmuka untuk mengatur respons halaman terhadap tindakan pengguna. Bahasa ini dapat menangani klik, validasi formulir, perubahan elemen, penampilan pesan, serta pembaruan sebagian data tanpa harus memuat ulang seluruh halaman. Pada sistem e-learning berbasis website, perilaku antarmuka yang responsif membantu pengguna menjalankan aktivitas belajar secara lebih jelas dan efisien (Setiawan, 2024).

Pada sisi antarmuka, JavaScript dapat digunakan untuk menangani peristiwa seperti klik, pengisian formulir, perubahan pilihan, dan penampilan pesan. Bahasa ini juga mendukung komunikasi asinkron dengan server sehingga sebagian data dapat diperbarui tanpa mengganti keseluruhan halaman. Meskipun demikian, pemeriksaan pada sisi server tetap diperlukan agar validitas dan keamanan data tidak hanya bergantung pada peramban pengguna.

Dalam modul digital yang dikembangkan, JavaScript digunakan untuk mendukung respons antarmuka, menampilkan umpan balik, mengatur perilaku elemen halaman, dan membantu pertukaran data antara tampilan dengan layanan aplikasi. Peran JavaScript dalam interaksi pengguna ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 JavaScript

2.1.16 Laragon

Pengembangan aplikasi web membutuhkan lingkungan lokal untuk menjalankan server, bahasa pemrograman, basis data, dan proyek sebelum sistem ditempatkan pada server produksi. Tahap pengembangan dan pengujian pada lingkungan lokal membantu pengembang memeriksa fungsi secara bertahap serta memperbaiki kesalahan sebelum aplikasi digunakan oleh pengguna. Praktik tersebut juga diterapkan dalam pengembangan e-learning berbasis web yang dilakukan melalui tahapan implementasi dan pengujian terstruktur (Millenia & Widyastuti, 2024).

Pada penelitian ini, kebutuhan lingkungan pengembangan lokal tersebut dipenuhi menggunakan Laragon. Laragon digunakan untuk menjalankan layanan web lokal, interpreter PHP, basis data, dan proyek Laravel pada satu komputer. Penggunaan lingkungan lokal memungkinkan proses implementasi, pengujian, dan perbaikan dilakukan tanpa mengganggu sistem yang nantinya digunakan oleh pengguna.

Laragon pada penelitian ini berfungsi sebagai alat bantu pengembangan, bukan sebagai bagian yang diakses langsung oleh siswa atau guru. Seluruh perubahan fitur diuji terlebih dahulu pada lingkungan lokal sebelum aplikasi dipindahkan atau dijalankan pada server yang digunakan untuk pengujian pengguna. Susunan lingkungan pengembangan tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Laragon

2.1.17 Metode Waterfall

Waterfall merupakan model pengembangan perangkat lunak yang membagi proses pengembangan ke dalam tahapan yang disusun secara berurutan. Setiap tahap menghasilkan dokumen atau keluaran yang menjadi dasar bagi tahap berikutnya. Tahapan yang umum digunakan meliputi analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan.

Penggunaan Waterfall memberikan struktur kerja yang mudah ditelusuri karena analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian disusun dalam tahapan yang jelas. Model tersebut telah digunakan dalam pengembangan aplikasi e-learning berbasis web untuk mengarahkan proses pembangunan sistem dari identifikasi kebutuhan sampai evaluasi fungsi (Valiant, 2022).

Tahap analisis kebutuhan bertujuan mengetahui masalah, pengguna, materi, dan fungsi yang diperlukan. Hasil analisis pada penelitian ini diperoleh melalui observasi, wawancara, dan penelaahan materi Informatika kelas X.

Tahap perancangan menerjemahkan kebutuhan menjadi arsitektur, alur sistem, basis data, use case, dan rancangan antarmuka. Tahap implementasi mengubah rancangan tersebut menjadi aplikasi yang dapat digunakan. Setelah itu, pengujian dilakukan untuk memeriksa fungsi dan kemudahan penggunaan.

Model Waterfall memiliki keterbatasan ketika kebutuhan berubah pada tahap akhir. Perubahan dapat memengaruhi rancangan dan implementasi yang telah selesai. Oleh sebab itu, kebutuhan utama perlu dirumuskan dengan jelas, dan hasil setiap tahap perlu diperiksa sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

Metode Waterfall dipilih karena ruang lingkup pengguna, materi, dan fitur utama telah dapat dirumuskan sejak awal. Meskipun demikian, perbaikan tetap dilakukan ketika pengujian menemukan kekurangan pada fungsi atau antarmuka.

Tahapan Metode Waterfall



Gambar 2.6 Tahapan Metode Waterfall

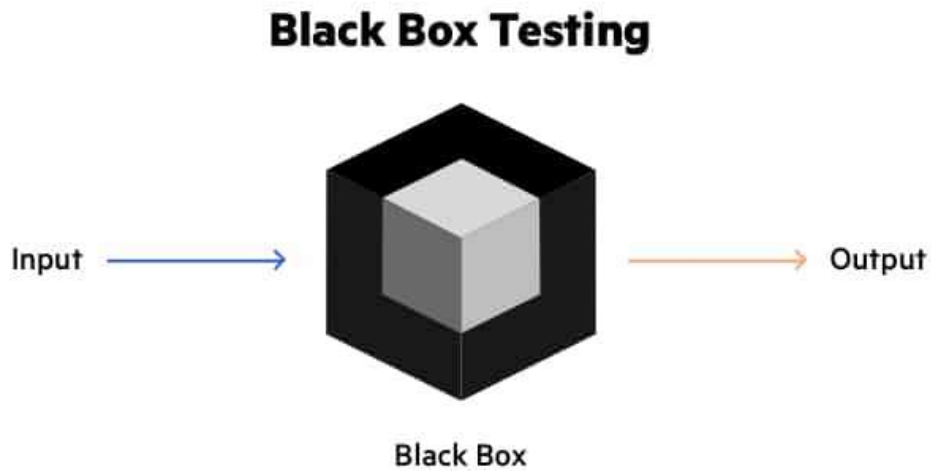
2.1.18 Black Box Testing

Black Box Testing merupakan metode pengujian yang mengevaluasi perilaku sistem berdasarkan masukan dan keluaran. Penguji tidak harus mengetahui struktur internal kode karena fokus pengujian berada pada fungsi yang dapat diamati oleh pengguna.

Pengujian black box disusun berdasarkan kebutuhan dan perilaku yang harus ditampilkan sistem. Kasus uji memuat tindakan atau masukan, hasil yang diharapkan, serta keluaran aktual. Pendekatan ini sesuai untuk menguji fungsi aplikasi pembelajaran berbasis web karena pemeriksaan dilakukan melalui fitur yang digunakan pengguna tanpa menilai struktur kode secara langsung (Siregar & Arpan, 2025).

Kasus uji perlu mencakup kondisi normal dan kondisi yang tidak valid. Sebagai contoh, pengujian login tidak hanya memeriksa email dan kata sandi yang benar, tetapi juga masukan yang salah atau kosong. Pengujian tersebut membantu mengetahui kemampuan sistem menangani kesalahan pengguna.

Dalam penelitian ini, Black Box Testing digunakan untuk menguji autentikasi, registrasi, materi, latihan, penguncian bab, forum, sertifikat, pengelolaan materi, pengelolaan soal, dan logout. Hasil aktual dibandingkan dengan hasil yang telah ditentukan pada skenario pengujian.



Gambar 2.7 Konsep Pengujian Black Box

2.1.19 Usability Testing

Usability berkaitan dengan kemampuan pengguna memahami dan menggunakan suatu sistem untuk mencapai tujuan. Penilaian usability tidak hanya membahas tampilan visual, tetapi juga kejelasan navigasi, konsistensi fungsi, efisiensi aktivitas, dan kenyamanan pengguna.

Sistem yang berfungsi secara teknis belum tentu mudah digunakan. Pengguna dapat mengalami kesulitan apabila istilah menu tidak jelas, posisi tombol berubah, alur terlalu panjang, atau informasi status tidak tersedia. Oleh sebab itu, evaluasi *usability* melengkapi pengujian fungsional.

Pengukuran *usability* melalui *System Usability Scale* digunakan untuk memperoleh penilaian ringkas dari pengguna setelah mencoba suatu sistem. Hasil pengukuran perlu dibaca bersama konteks penggunaan dan jumlah responden karena ukuran sampel dapat memengaruhi tingkat ketidakpastian nilai rata-rata SUS (Clark, 2021).

Dalam penelitian ini, *usability* testing dilakukan setelah responden mencoba fungsi utama modul. Penilaian digunakan untuk mengetahui apakah siswa dapat memahami alur penggunaan dan apakah sistem dapat diterima sebagai media pembelajaran digital.

2.1.20 *System Usability Scale*

System Usability Scale atau SUS merupakan instrumen yang terdiri atas sepuluh pernyataan dengan skala respons lima tingkat. Pernyataan disusun secara bergantian antara bentuk positif dan negatif. Setelah pengguna mencoba sistem, jawaban dikonversi menjadi skor keseluruhan antara 0 dan 100.

System Usability Scale merupakan instrumen berisi sepuluh pernyataan yang digunakan setelah pengguna berinteraksi dengan sistem. Jawaban responden dikonversi menjadi satu nilai pada rentang 0 sampai 100 untuk menggambarkan persepsi usability secara keseluruhan; nilai tersebut bukan persentase keberhasilan tugas (Clark, 2021).

Perhitungan dilakukan dengan mengurangi satu dari jawaban pada pernyataan ganjil dan mengurangi jawaban dari lima pada pernyataan genap. Seluruh skor kontribusi dijumlahkan lalu dikalikan 2,5. Prosedur tersebut menghasilkan nilai pada rentang 0 sampai 100.

Nilai SUS dapat digunakan untuk membandingkan persepsi usability dan mengelompokkan tingkat penerimaan sistem. Namun, interpretasi nilai tetap perlu mempertimbangkan konteks sistem, karakteristik responden, serta ketidakpastian pengukuran, terutama ketika jumlah responden tidak besar (Clark, 2021).

Pada penelitian ini, SUS digunakan untuk menilai persepsi siswa terhadap modul digital pembelajaran Informatika. Hasil pengujian tidak hanya dilaporkan sebagai rata-rata, tetapi juga dianalisis melalui nilai minimum, maksimum, median, sebaran skor, dan keterbatasan sampel.

Alur Perhitungan System Usability Scale (SUS)



Gambar 2.8 Alur Perhitungan System Usability Scale (SUS)

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan upaya peneliti untuk meninjau hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian yang sedang dilakukan. Kajian terhadap penelitian terdahulu bertujuan untuk memperkuat dasar teori, memperoleh referensi yang relevan, serta mengidentifikasi celah (gap) penelitian yang dapat dijadikan dasar dalam pengembangan penelitian baru. Dengan meninjau penelitian sebelumnya, peneliti dapat menentukan arah penelitian yang lebih tepat dan berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pembelajaran.

Penelitian berjudul “Aplikasi E-Learning Berbasis Web dengan Metode Waterfall” menggunakan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem e-learning berbasis web dapat membantu proses pembelajaran karena materi dan aktivitas pembelajaran dapat diakses secara lebih fleksibel (Valiant, 2022).

Penelitian mengenai pengembangan aplikasi e-learning berbasis web pada SMK Strada 2 Jakarta menerapkan model Waterfall untuk membangun sistem yang digunakan oleh guru dan siswa. Sistem yang dikembangkan membantu penyampaian materi dan pengelolaan aktivitas pembelajaran secara daring (Andry & Stefanus, 2020).

Penelitian mengenai aplikasi pembelajaran daring di SMK Tritech Informatika Medan menggunakan metode Waterfall dan pengujian fungsional.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi dapat berjalan sesuai kebutuhan dan mendukung kegiatan pembelajaran di sekolah (Siregar & Arpan, 2025).

Pengembangan sistem e-learning berbasis website sebagai penunjang pembelajaran menghasilkan sistem yang menyediakan materi dan evaluasi yang dapat diakses secara fleksibel. Proses pengembangan dilakukan secara terstruktur agar fungsi sistem sesuai dengan kebutuhan pembelajaran (Setiawan, 2024).

Perancangan e-learning berbasis web di MTs Islamiyah Belongkut menggunakan model Waterfall dan pengujian fungsional. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fitur sistem berjalan sesuai rancangan dan dapat digunakan oleh pengguna (Millenia & Widyastuti, 2024).

Kelima penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode Waterfall banyak digunakan dalam pengembangan sistem pembelajaran berbasis web karena alurnya jelas dan terstruktur mulai dari analisis hingga pengujian. Penelitian-penelitian tersebut menjadi acuan penting dalam penelitian ini, khususnya dalam pengembangan modul digital pembelajaran coding berbasis web, sehingga proses perancangan dan pembangunan sistem dapat dilakukan secara terarah dan sesuai kebutuhan pengguna (guru dan siswa).

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Metode Pengembangan	Hasil Utama / Temuan
1	Valiant, Asriyanik & Ridwan (2022)	<i>Aplikasi E-Learning Berbasis Web dengan Metode Waterfall</i>	Waterfall	Sistem e-learning berbasis web berhasil dikembangkan dan mempermudah akses materi pembelajaran secara online.
2	Bunda Mulia & Stefanus (2022)	<i>Pengembangan Aplikasi E-Learning Berbasis Web Menggunakan Model Waterfall pada SMK Strada 2 Jakarta</i>	Waterfall	Sistem pembelajaran berbasis web layak digunakan dan membantu efektivitas proses belajar mengajar.

No	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Metode Pengembangan	Hasil Utama / Temuan
3	Siregar & Arpan (2023)	<i>Rancangan Bangun Aplikasi Pembelajaran Online (E-Learning) di SMK Tritech Informatika Medan Berbasis Web dengan Metode Waterfall</i>	Waterfall	Aplikasi e-learning berjalan sesuai kebutuhan fungsional dan mendukung proses pembelajaran di sekolah.
4	Setiawan (2024)	<i>Pengembangan Sistem E-Learning Berbasis Website sebagai Penunjang Kegiatan Pembelajaran</i>	Waterfall	Sistem e-learning menyediakan fitur materi dan evaluasi yang dapat diakses secara fleksibel.
5	Millenia & Widyastuti (2024)	<i>Perancangan E-Learning Berbasis Web di MTs Islamiyah Belongkut Menggunakan Model Waterfall</i>	Waterfall	Sistem diuji fungsional dan fitur berjalan sesuai rancangan serta mudah digunakan oleh pengguna.
6	Akbar Syaputra (2026)	<i>Pengembangan Modul Digital Pembelajaran Coding Berbasis Web untuk Siswa Kelas X SMK Negeri 5 Pekanbaru</i>	Waterfall	Penelitian ini berfokus pada pengembangan modul digital pembelajaran coding berbasis web yang terstruktur, interaktif, dan sesuai kebutuhan siswa SMK, sehingga dapat membantu proses belajar mandiri maupun pembelajaran di kelas.

2.2.1 Sintesis Penelitian Terdahulu dan Kesenjangan Penelitian

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa modul digital dan e-learning telah diterapkan pada berbagai mata pelajaran dan jenjang pendidikan. Paska et al. (2017) berfokus pada pengembangan e-modul Sistem Komputer di SMK, sedangkan Andry dan Stefanus (2020) mengembangkan aplikasi e-learning berbasis web dengan model Waterfall. Kedua penelitian tersebut memperlihatkan bahwa bahan ajar digital dan aplikasi web dapat digunakan untuk mengorganisasi materi serta aktivitas pembelajaran pada pendidikan kejuruan.

Hadjerrouit (2010) menekankan bahwa pengembangan sumber belajar web perlu berpusat pada pengguna. Temuan tersebut relevan dengan penelitian ini karena aplikasi tidak hanya harus menyediakan materi, tetapi juga perlu memiliki struktur navigasi, informasi status, dan interaksi yang dapat dipahami siswa. Grover dan Pea (2013) juga menunjukkan bahwa pembelajaran Informatika memerlukan perhatian terhadap berpikir komputasional, lingkungan belajar, dan bentuk penilaian.

Berdasarkan kajian tersebut, terdapat ruang pengembangan pada integrasi materi Informatika kelas X dalam satu modul berbasis web. Penelitian ini tidak hanya menyediakan materi, tetapi menghubungkan materi dengan latihan otomatis, penguncian bab, forum diskusi, progres belajar, sertifikat, dan dashboard pengelolaan. Pengujian dilakukan menggunakan Black Box Testing dan SUS agar fungsi serta persepsi kemudahan penggunaan dapat dianalisis secara terpisah.

Kesenjangan penelitian terletak pada fokus produk dan bentuk integrasi fitur. Sejumlah penelitian mengembangkan e-learning secara umum atau e-modul untuk satu mata pelajaran tertentu. Penelitian ini diarahkan pada modul digital Informatika kelas X dengan alur belajar bertahap. Kontribusi utama bukan pada penciptaan metode pengembangan baru, melainkan pada penerapan teori modul digital dan pembelajaran Informatika ke dalam sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna di SMK Negeri 5 Pekanbaru.

Tabel 2.2 Sintesis Penelitian Terdahulu dan Kesenjangan Penelitian

No.	Penelitian	Fokus	Pendekatan	Keterkaitan dan Perbedaan
1	Paska et al. (2017)	E-modul Sistem Komputer di SMK	E-modul dan pembelajaran berbasis masalah	Fokus pada satu mata pelajaran dan belum mengintegrasikan forum, progres, serta sertifikat.
2	Hadjerrouit (2010)	Sumber belajar berbasis web	Pendekatan berpusat pada pengguna	Menjadi dasar desain web, tetapi tidak membangun modul Informatika kelas X dengan alur bab bertahap.
3	Andry & Stefanus (2020)	E-learning berbasis web di SMK	Waterfall	Fokus pada aplikasi e-learning umum, bukan modul Informatika dengan penguncian bab dan sertifikat.
4	Grover & Pea (2013)	Pembelajaran berpikir komputasional K-12	Tinjauan literatur	Memberi dasar konseptual Informatika, tetapi tidak membahas implementasi aplikasi di SMK Indonesia.
5	Rahayu et al. (2022)	Implementasi Kurikulum Merdeka	Kajian implementasi sekolah	Membahas kesiapan penerapan kurikulum, bukan rancangan modul digital Informatika.
6	Nidhra & Dondeti (2012)	Pengujian perangkat lunak	Kajian Black Box dan White Box	Menjadi dasar pengujian fungsi, tetapi tidak membahas evaluasi media pembelajaran.
7	Bangor et al. (2008)	Interpretasi System Usability Scale	Evaluasi empiris SUS	Menjadi dasar interpretasi usability, bukan pengembangan konten pembelajaran.
8	Penelitian ini (2026)	Modul digital Informatika kelas X	Waterfall, Black Box, dan SUS	Mengintegrasikan materi per bab, latihan, forum,

No.	Penelitian	Fokus	Pendekatan	Keterkaitan dan Perbedaan
				progres, penguncian bab, dan sertifikat.