

**LAPORAN PROJECT AKHIR
RISET INFORMATIKA**



Dosen Pengampu:
Dr. Basuki Rahmat, S.Si. MT

Oleh:

Doding Laswadana (21081010316336)

**PRODI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2024**

Daftar Isi

Daftar Isi	2
Daftar Table	3
Daftar Gambar	4
BAB I	5
1.1 Latar Belakang	5
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Fokus Penelitian.....	7
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Penelitian Terdahulu	9
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Sistem Informasi.....	10
2.2.2 E-Learning Website	11
2.2.3 Extreme Programming.....	12
2.2.4 White-Box Testing	13
2.2.5 Flowchart.....	13
2.2.6 Cyclomatic Complexity	Error! Bookmark not defined.
2.2.7 Use Case Diagram	15
2.2.8 Activity Diagram.....	16
2.2.9 Sequence Diagram	16
2.2.10 Entity Relationship Diagram.....	16
BAB III	17
DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM.....	17
3.1 Metode Penelitian dan Langkah-Langkah Penelitian	17
3.1.1 Studi Literatur	17
3.1.2 Analisis dan Perancangan Sistem	18
3.1.3 Pembuatan Sistem	20
3.1.4 Uji Coba Sistem.....	20
3.1.5 Survei Kegunaan	20
3.1.6 Evaluasi Hasil.....	20
3.1.7 Penyusunan Laporan.....	21
3.2 Desain Sistem	21
3.2.1 Use Case Diagram	21
3.2.2 Activity Diagram.....	23
3.2.3 Entity Relationship Diagram.....	26
3.2.4 Langkah Pengujian dan Skenario Pengujian Sistem.....	26
3.2.5 Implementasi Pengujian White Box	27
Daftar Pustaka.....	30

Daftar Table

Table 1 Simbol Flowchart.....	15
Table 2 Skenario pengujian Sistem.....	27
Table 3 Hubungan cyclomatic complexity dengan risiko	29

Daftar Gambar

Figure 1 Langkah-langkah Penelitian	17
Figure 2 Alur Siklus Extreme Programming (XP).....	20
Figure 3 Use Case Diagram.....	22
Figure 4 Activity Diagram Login Akun	23
Figure 5 Activity Diagram proses pembagaian Materi Pembelajaran.....	24
Figure 6 Activity Diagram untuk Soal Kuis/Ujian.....	25
Figure 7 Langkah-langkah Pengujian.....	26
Figure 8 Flowchart fungsi Convert Hours to Minute.....	28

BAB I

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi, khususnya internet telah mengalami transformasi yang signifikan sejak awal kemunculannya hingga saat ini. Saat ini, internet sudah sangat umum digunakan di berbagai bidang kehidupan dan memberikan manfaat seperti akses informasi yang cepat. Dengan berkembangnya internet, sistem informasi juga mengalami kemajuan pesat. Sistem informasi adalah sistem yang dapat didefinisikan dengan mengumpulkan, memproses, menyimpan, menganalisis, menyebarkan informasi untuk tujuan tertentu. Sistem informasi mengacu pada kombinasi dari teknologi, orang, dan proses yang digunakan untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan mendistribusikan informasi. Penerapan sistem informasi berguna untuk banyak hal seperti efisiensi operasional, pengintegrasian informasi, pemantauan kinerja, peningkatan pengambilan keputusan, dan lain sebagainya.

Sistem informasi e-learning telah menjadi bagian penting dalam dunia pendidikan, terutama di tengah era digital saat ini. E-learning memberikan fleksibilitas bagi siswa untuk belajar kapan saja dan di mana saja. Namun, banyak sistem e-learning yang ada masih memiliki keterbatasan dalam hal kustomisasi dan interaktivitas. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan fitur-fitur yang ada agar dapat memenuhi kebutuhan pendidikan yang semakin kompleks.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan fitur interaktif dan kustomisasi pada website e-learning untuk SMA. Fitur-fitur baru yang akan dikembangkan meliputi kustomisasi materi pembelajaran dan soal untuk kuis dan ujian, dokumentasi hasil penilaian/raport, laporan progres siswa langsung dari sistem, database bank soal & materi, serta opsi pemberian materi dalam berbagai bentuk seperti video. Dengan pengembangan fitur-fitur ini, diharapkan sistem e-learning dapat lebih efektif dalam mendukung proses belajar mengajar di tingkat SMA.

Penelitian sebelumnya oleh S. Thya Safitri dan Didi Supriyadi berjudul "Rancang Bangun Sistem Informasi Praktek Kerja Lapangan Berbasis Web dengan Metode Waterfall" memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, tidak dilakukan pengujian mendalam pada fitur-fitur utamanya. Kedua, tidak ada pengujian langsung kepada pengguna sistem. Ketiga, tidak dilakukan survei kegunaan untuk mengukur kualitas sistem. Untuk mengatasi kesenjangan ini, penelitian ini akan menggunakan metode White Box Testing dan Computer System Usability Questionnaire. Tujuannya adalah untuk memeriksa kecacatan dan mengukur kualitas sistem informasi E-Learning secara lebih komprehensif.

White Box Testing—juga dikenal sebagai "glass box testing"—adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada alur kode program. Dalam metode ini, masukan dan keluaran diuji berdasarkan spesifikasi yang dibutuhkan. White Box Testing terdiri dari beberapa teknik pengujian, antara lain control flow testing, path testing atau basic path testing, dan data flow testing. Dalam penelitian ini, penulis memilih menggunakan path testing. Metode ini menguji seluruh kemungkinan jalur dalam kode program, memastikan setiap jalur dilalui minimal satu kali. Path testing sangat efektif untuk mengevaluasi program-program yang kompleks.

Siklus hidup pengembangan perangkat lunak (SDLC) adalah metode yang memungkinkan pengembangan perangkat lunak secara sistematis. SDLC meningkatkan peluang penyelesaian proyek tepat waktu dan menjaga kualitas produk sesuai standar. Penelitian ini menggunakan pendekatan Extreme Programming untuk pengembangan sistem informasi. Extreme Programming (XP) adalah metode pengembangan perangkat lunak yang didasarkan pada metodologi agile. XP dirancang untuk proyek yang sering mengalami perubahan dan memerlukan respons cepat terhadap kebutuhan klien yang berubah-ubah. Metode ini menekankan keterkaitan erat antara tahap perancangan dan implementasi, dengan fokus pada pembuatan kode dan pengujian berkelanjutan. Penulis memilih metode ini karena sifat adaptifnya terhadap perubahan kebutuhan sistem informasi. Sifat ini sangat efektif untuk mengatasi kekurangan perencanaan matang sebelum pengembangan, namun tetap dapat menghasilkan sistem informasi berkualitas yang sesuai dengan keinginan pengguna.

Fokus penelitian ini adalah pengembangan fitur interaktif dan kustomisasi pada website e-learning untuk SMA dengan tujuan untuk meningkatkan interaktivitas dan fleksibilitas dalam proses pembelajaran. Sistem ini diharapkan dapat mengintegrasikan berbagai fungsi penting secara efisien, mulai dari kustomisasi materi dan soal, dokumentasi hasil penilaian, hingga laporan progres siswa. Selain itu, penelitian ini juga menekankan pengujian perangkat lunak dan survei kegunaan, dalam rangka menguji kegunaan dan kualitas dari sistem informasi. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai acuan dalam perancangan dan pembangunan perangkat lunak e-learning.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, berikut merupakan rumusan masalah yang hendak penulis selesaikan:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem informasi yang dapat mengintegrasikan kustomisasi soal & materi, bank soal yg bisa dikelola oleh guru, pemberian variasi materi pembelajaran yang beragam dan dokumentasi hasil progres siswa mampu dilakukan secara efektif dan efisien menggunakan metode Extreme Programming?
2. Bagaimana menguji dan memastikan bahwa fitur-fitur baru yang dikembangkan dapat digunakan dengan mudah dan memenuhi kebutuhan semua pihak yang terlibat seperti guru, siswa dan administrasi sekolah?
3. Bagaimana implementasi White Box Testing dan Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) untuk memastikan keandalan dan kelayakan sistem informasi E-Learning yang dibangun?

1.3 Fokus

Penelitian

Fokus penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan fitur-fitur interaktif dan kustomisasi pada website e-learning untuk SMA. Fitur-fitur tersebut meliputi kustomisasi materi pembelajaran dan soal untuk kuis dan ujian, dokumentasi hasil penilaian/raport dan laporan progres siswa secara otomatis, integrasi database bank soal dan materi, serta opsi penyampaian materi dalam berbagai bentuk seperti teks, gambar, dan video. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk melakukan pengujian terhadap fitur-fitur baru tersebut menggunakan metode White Box Testing dan Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) untuk memastikan kualitas dan kegunaan sistem. Pendekatan Extreme Programming (XP) akan digunakan dalam pengembangan sistem untuk mengakomodasi perubahan kebutuhan yang cepat dan memastikan iterasi berkelanjutan.

1.4 Tujuan

Penelitian

Tujuan penelitian pembuatan sistem informasi E-Learning ini adalah:

1. Merancang dan mengembangkan fitur kustomisasi materi pembelajaran dan soal untuk kuis dan ujian pada website e-learning untuk SMA. Mendokumentasikan hasil penilaian/raport dan laporan progres siswa secara otomatis dalam sistem e-learning.
2. Mengintegrasikan database bank soal dan materi yang dapat diakses dengan mudah oleh guru dan siswa.
3. Mengimplementasikan opsi penyampaian materi dalam berbagai bentuk seperti teks, gambar, dan video untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran.

4. Melakukan pengujian terhadap fitur-fitur baru yang dikembangkan untuk memastikan kualitas dan kegunaan sistem menggunakan metode White Box Testing dan Computer System Usability Questionnaire (CSUQ).

1.5 Manfaat Penelitian

- Bagi Penulis: Penelitian ini dapat memperluas wawasan serta memperdalam kemampuan di bidang pengembangan perangkat lunak.
- Bagi pembaca: Penelitian ini dapat mengenalkan dan menambah ketertarikan pembaca dengan dunia pengembangan perangkat lunak.
- Bagi Pihak Sekolah: Penelitian ini dapat mengoptimalkan operasional kegiatan pembelajaran dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian

Terdahulu

Penelitian terdahulu memiliki peran penting sebagai data pendukung dalam sebuah penelitian. Aspek krusial dari penelitian terdahulu adalah keterkaitan atau relevansinya dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang penulis gunakan sebagai rujukan:

1. Perancangan Sistem Informasi E-Learning Berbasis Web Studi Kasus SMK Mandiri Penelitian ini dilakukan oleh Anna, Raja Sabaruddin, dan Fitri (DOI: <https://doi.org/10.31294/justian.v2i02.994>) dengan tujuan merancang sistem informasi e-learning berbasis web untuk SMK Mandiri. Sistem ini dirancang untuk memudahkan proses pembelajaran jarak jauh dengan menyediakan berbagai fitur seperti upload materi, diskusi online, dan penugasan. Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah metode Waterfall, yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan interaksi antara guru dan siswa serta mempermudah akses terhadap materi pembelajaran.
2. Implementation of Extreme Programming Method in Web Based Digital Report Value Information System Design Penelitian yang dilakukan oleh Adi Supriyatna dan Diah Puspitasari (DOI: <https://doi.org/10.30645/ijistech.v5i1.116>) ini membahas tentang implementasi metode Extreme Programming (XP) dalam perancangan sistem informasi nilai berbasis web. Metode XP dipilih karena kemampuannya untuk menangani perubahan kebutuhan secara cepat dan iteratif. Sistem yang dikembangkan bertujuan untuk mempermudah guru dalam mengelola dan melaporkan nilai siswa secara digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode XP dapat mempercepat proses pengembangan dan meningkatkan fleksibilitas sistem dalam menghadapi perubahan kebutuhan.
3. Pengujian Sistem Informasi Aplikasi Perpustakaan Berbasis Web di SMAN 1 Gunung Sindur dengan White Box Testing Penelitian ini dilakukan untuk menguji sistem informasi perpustakaan berbasis web di SMAN 1 Gunung Sindur menggunakan metode White Box Testing (<http://www.pijarpemikiran.com/index.php/Scientia/article/view/148>). White Box Testing digunakan untuk memastikan bahwa semua jalur dalam kode program telah diuji dan tidak ada kesalahan logika atau alur program yang terlewat. Pengujian ini mencakup pengujian alur kontrol dan alur data untuk mengidentifikasi dan memperbaiki cacat dalam sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode White Box Testing efektif dalam mengidentifikasi kesalahan dalam kode program dan memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Ketiga penelitian di atas memberikan kontribusi penting dalam pengembangan dan pengujian sistem informasi berbasis web. Mereka menunjukkan pentingnya metodologi yang tepat dalam pengembangan sistem serta pentingnya pengujian yang komprehensif untuk memastikan kualitas dan keandalan sistem. Penelitian ini akan menggunakan pendekatan serupa untuk mengembangkan dan menguji fitur interaktif dan kustomisasi pada website e-learning untuk SMA.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sistem Informasi

Sistem informasi adalah suatu sistem terorganisir yang terdiri dari komponen-komponen yang saling terkait dan bekerja bersama untuk mengumpulkan, menyimpan, memproses, dan mendistribusikan informasi. Tujuan utama dari sistem informasi adalah mendukung pengambilan keputusan, koordinasi, kontrol, analisis, dan visualisasi dalam suatu organisasi. Komponen utama dari sistem informasi meliputi perangkat keras, perangkat lunak, data, prosedur, dan sumber daya manusia.

Perangkat keras mencakup semua perangkat fisik yang digunakan untuk memproses dan menyimpan data, seperti komputer, server, dan perangkat jaringan. Perangkat lunak adalah program dan aplikasi yang digunakan untuk mengolah data dan menjalankan berbagai fungsi dalam sistem informasi. Data adalah informasi yang dikumpulkan dan disimpan dalam sistem untuk digunakan dalam pengambilan keputusan. Prosedur adalah aturan dan pedoman yang mengatur bagaimana data dikumpulkan, diproses, dan didistribusikan. Sumber daya manusia mencakup individu yang menggunakan dan mengelola sistem informasi.

Menurut O'Brien dan Marakas (2011), sistem informasi dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis berdasarkan fungsinya, yaitu:

1. Sistem Pemrosesan Transaksi (Transaction Processing Systems - TPS): Digunakan untuk mengotomatisasi dan mencatat transaksi rutin dalam organisasi, seperti penjualan, pembelian, dan inventaris.
2. Sistem Informasi Manajemen (Management Information Systems - MIS): Menyediakan informasi yang dibutuhkan oleh manajemen untuk pengambilan keputusan sehari-hari.
3. Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support Systems - DSS): Membantu manajemen dalam pengambilan keputusan yang lebih kompleks dan tidak terstruktur.
4. Sistem Informasi Eksekutif (Executive Information Systems - EIS): Memberikan informasi yang ringkas dan relevan untuk manajemen tingkat atas.
5. Sistem Informasi Geografis (Geographic Information Systems - GIS): Digunakan untuk mengelola dan menganalisis data yang berkaitan dengan lokasi geografis.

Sistem informasi dalam konteks pendidikan memiliki peran penting dalam mengelola berbagai aspek administrasi dan operasional sekolah. Sistem informasi akademik, misalnya, digunakan untuk mengelola data siswa, jadwal pelajaran, nilai, dan laporan kemajuan siswa. Dengan adanya sistem informasi, sekolah dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan data, mempercepat proses administrasi, dan memberikan akses yang mudah bagi siswa dan guru untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan.

Implementasi sistem informasi dalam pendidikan juga memungkinkan adanya e-learning, yang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi dalam proses pembelajaran. E-learning memungkinkan siswa untuk mengakses materi pembelajaran, mengikuti kuis dan ujian, serta memantau kemajuan belajar mereka secara online. Sistem e-learning juga mendukung interaksi antara guru dan siswa melalui forum diskusi, pesan, dan video conference.

Penerapan metode pengembangan perangkat lunak yang tepat, seperti Waterfall, Agile, atau Extreme Programming (XP), sangat penting dalam pengembangan sistem informasi. Metode Waterfall adalah pendekatan berurutan yang melibatkan tahapan-tahapan yang harus diselesaikan secara linear, mulai dari analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan. Sementara itu, metode Agile dan XP lebih fleksibel dan iteratif, memungkinkan perubahan kebutuhan selama proses pengembangan dan mendorong kolaborasi yang erat antara pengembang dan pengguna.

Pengujian sistem informasi juga merupakan komponen penting dalam memastikan bahwa sistem yang dikembangkan berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Pengujian Black Box dan White Box adalah dua pendekatan umum dalam pengujian perangkat lunak. Pengujian Black Box berfokus pada pengujian fungsi-fungsi sistem tanpa melihat kode internal, sementara pengujian White Box melibatkan pemeriksaan alur logika dan kontrol dalam kode program.

Secara keseluruhan, sistem informasi memainkan peran krusial dalam meningkatkan efisiensi operasional, mendukung pengambilan keputusan, dan mengintegrasikan berbagai fungsi dalam suatu organisasi, termasuk dalam konteks pendidikan. Implementasi dan pengelolaan yang baik dari sistem informasi dapat memberikan nilai tambah yang signifikan bagi organisasi tersebut.

2.2.2 E-Learning Website

E-learning, atau pembelajaran elektronik, adalah suatu metode pembelajaran yang menggunakan teknologi informasi dan komunikasi untuk memfasilitasi proses belajar mengajar. Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan internet dan teknologi digital telah membawa transformasi signifikan dalam dunia pendidikan, memungkinkan akses terhadap sumber daya belajar tanpa batasan geografis dan waktu.

E-learning website merupakan platform online yang menyediakan berbagai fitur untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih fleksibel, interaktif, dan personal.

Komponen Utama E-Learning Website

E-learning website terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja sama untuk menyediakan pengalaman belajar yang komprehensif:

1. **Manajemen Konten Pembelajaran:** Sistem ini memungkinkan penyimpanan, pengorganisasian, dan distribusi materi pembelajaran dalam berbagai format, seperti teks, video, audio, dan presentasi. Konten pembelajaran dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan preferensi siswa.
2. **Manajemen Kelas dan Pengguna:** Fitur ini memungkinkan pengelolaan data pengguna, baik itu siswa, guru, atau administrator. Pengguna dapat diorganisasikan ke dalam kelas atau kelompok belajar, memudahkan pengelolaan jadwal, pemberian tugas, dan pengawasan progres belajar.
3. **Fitur Interaktif:** Untuk meningkatkan keterlibatan siswa, e-learning website sering kali dilengkapi dengan fitur interaktif seperti forum diskusi, live chat, dan video conference. Fitur ini memungkinkan interaksi real-time antara siswa dan pengajar, serta antar sesama siswa.
4. **Evaluasi dan Penilaian:** E-learning website menyediakan alat untuk membuat dan mengelola kuis, ujian, dan tugas. Hasil penilaian dapat diakses oleh siswa dan pengajar, memudahkan dalam memonitor kemajuan belajar dan memberikan feedback yang konstruktif.
5. **Pelaporan dan Analisis:** Sistem ini menghasilkan laporan dan analisis data mengenai aktivitas belajar siswa, seperti kehadiran, partisipasi dalam diskusi, hasil penilaian, dan progres belajar. Informasi ini penting untuk mengidentifikasi area yang membutuhkan perbaikan dan untuk memberikan dukungan yang tepat kepada siswa.

Secara keseluruhan, e-learning website merupakan inovasi penting dalam dunia pendidikan yang menawarkan solusi fleksibel, efisien, dan terjangkau untuk mengatasi berbagai kendala dalam proses belajar mengajar. Dengan terus berkembangnya teknologi dan peningkatan keterampilan digital, e-learning memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pendidikan di masa depan.

2.2.3 Extreme Programming

Extreme Programming atau XP adalah metode pengembangan perangkat lunak berbasis pendekatan agile yang dirancang untuk proyek yang sering berubah dan membutuhkan respon cepat terhadap kebutuhan klien yang berubah. XP bersifat fleksibel, terutama untuk tim kecil dengan 2 hingga 10 anggota. Metode ini menekankan hubungan erat antara perancangan dan implementasi, dengan fokus pada pembuatan kode dan pengujian yang berkelanjutan. Aktivitas utama XP meliputi perencanaan, perancangan, pengkodean, dan pengujian. Praktek-praktek seperti pair

programming (dua orang programmer bekerja pada kode yang sama), pengujian otomatis, dan revisi kode secara berkelanjutan merupakan karakteristik utama dari XP. Selain itu, nilai-nilai utama XP meliputi komunikasi, kesederhanaan, umpan balik, keberanian, dan saling menghargai antar anggota tim.

2.2.4 White-Box Testing

Menurut Verma dkk. (2017), White Box Testing adalah teknik pengujian perangkat lunak yang berfokus pada struktur internal aplikasi. Metode ini menyelidiki logika internal, struktur kode, dan alur kontrol aplikasi. Teknik ini juga dikenal dengan nama lain seperti Clear Box Testing, Open Box Testing, Glass Box Testing, Transparent Box Testing, Code-Based Testing, atau Structural Testing. Dalam white box testing, penguji harus memiliki pengetahuan mendalam tentang bahasa 11 pemrograman (source code) karena berkaitan dengan kerja internal aplikasi. Metode ini memerlukan informasi yang detail tentang aplikasi yang diuji.




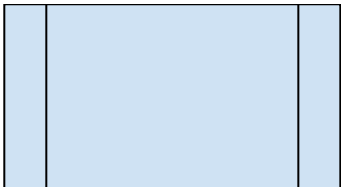


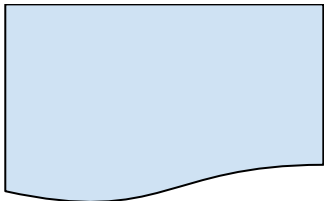
White Box Testing adalah metode pengujian yang diterapkan langsung pada kode sumber perangkat lunak, memeriksa semua jalur kode. Untuk melakukan teknik pengujian ini, penguji harus memiliki kemampuan pemrograman yang kuat. White Box Testing membutuhkan sumber daya manusia yang sangat terampil dan memiliki pengetahuan implementasi yang baik. White Box Testing terdiri dari beberapa teknik:

1. Control Flow Testing: Teknik pengujian struktural ini memeriksa aliran kontrol program, termasuk jalur sederhana dan rumit. Pengujian ini diterapkan pada semua perangkat lunak untuk menguji aliran kontrol. Ini adalah teknik mendasar yang berlaku pada program kecil dan subbagian dari program besar.
2. Path Testing/Basic Path Testing: Pengujian jalur ini menguji semua jalur program yang mungkin. Ini adalah teknik yang komprehensif, memastikan bahwa semua jalur dilalui setidaknya satu kali. Teknik cakupan jalur lebih baik daripada cakupan cabang dan cocok untuk menguji program yang kompleks.
3. Data Flow Testing: Pengujian aliran data berfokus pada titik-titik di mana variabel menerima nilai dan di mana nilai tersebut digunakan. Teknik ini dapat mengidentifikasi beberapa masalah seperti:
 - Variabel yang dideklarasikan tetapi tidak pernah digunakan dalam program.
 - Variabel yang digunakan dalam program tetapi tidak dideklarasikan.
 - Deklarasi ganda variabel sebelum digunakan.

2.2.5 Flowchart

Flowchart atau diagram alir adalah alat visual yang menggunakan simbol-simbol untuk mewakili komponen fisik dan/atau logika dari sistem informasi. Secara

umum, diagram alir didefinisikan oleh standar ANSI/ISO sebagai representasi grafis dari definisi, analisis, atau metode penyelesaian masalah, di mana simbol digunakan untuk mewakili operasi, data, aliran, peralatan, dan lain-lain [13]. Berikut merupakan simbol-simbol flowchart yang umum digunakan.

Simbol	Keterangan
	Terminal: Menunjukkan awal atau akhir dari diagram alir.
	Input/Output: Menunjukkan operasi input atau output.
	Process: Mewakili tahapan/langkah dalam suatu proses.
	Predefined Process: Menunjukkan proses yang didefinisikan di tempat lain.
	Comment: Menunjukkan informasi tambahan tentang tahapan dalam suatu proses.
	Flow Line: Menunjukkan arah proses
	Document Input/Output: Menunjukkan operasi input dokumen atau output dokumen.

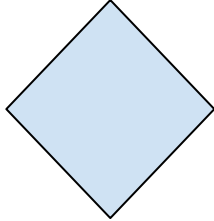
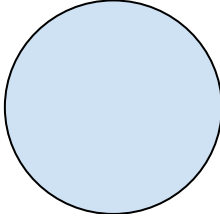
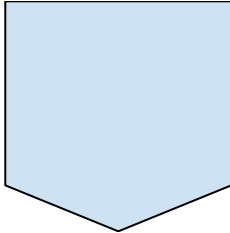
	Decision: Mewakili proses penentuan yang mempengaruhi langkah berikutnya dalam suatu proses.
	On-page Connector: Digunakan untuk menghubungkan bagian flowchart yang berada di halaman yang sama.
	Off-page Connector: Digunakan untuk menghubungkan bagian flowchart yang berada di halaman lain.

Table 1 Simbol Flowchart

2.2.6 Cyclomatic Complexity

Cyclomatic Complexity adalah pengukuran kuantitatif untuk mengetahui kompleksitas logika dalam program. Dalam pengujian whitebox menggunakan metode Basis Path, nilai Cyclomatic Complexity menentukan jumlah jalur independen dalam basis set program. Jumlah jalur independen ini menentukan jumlah kasus uji minimal 14 yang harus dilakukan untuk memastikan semua persyaratan pada jalur independen telah dieksekusi setidaknya satu kali [15].

Rumus untuk menghitung Cyclomatic Complexity adalah sebagai berikut:

$$V(G) = E - N + 2 \quad \text{atau} \quad V(G) = P + 1$$

dimana:

$V(G)$ = Cyclomatic Complexity

E = jumlah edge pada flowgraph

N = jumlah node pada flowgraph

P = jumlah predicate node pada flowgraph

2.2.7 Use Case Diagram

Use Case Diagram menangkap perilaku sistem, subsistem, atau kelas dari sudut pandang pengguna eksternal. Use Case Diagram termasuk ke dalam Unified Modelling Language (UML). Diagram ini membagi fungsionalitas sistem menjadi transaksi yang bermakna bagi aktor/pengguna ideal sebuah sistem. Bagian-bagian fungsionalitas interaktif ini disebut use case. Setiap use case menggambarkan interaksi dengan aktor

sebagai rangkaian pesan antara sistem dan satu atau lebih aktor. Istilah "aktor" mencakup manusia, sistem lain, dan proses komputer [16].

2.2.8 Activity Diagram

Activity Graph adalah bentuk khusus dari mesin status yang digunakan untuk memodelkan komputasi dan alur kerja. Aktivitas-aktivitas dalam graf ini mewakili status-status pelaksanaan komputasi, bukan status-status objek biasa. Activity Graph mengasumsikan komputasi berjalan tanpa interupsi eksternal. Sebuah Activity Graph berisi status aktivitas yang mewakili eksekusi pernyataan dalam prosedur atau kinerja aktivitas dalam alur kerja. Transisi penyelesaian dijalankan ketika aktivitas sebelumnya selesai. Activity Diagram merupakan diagram yang menggambarkan Activity Graph. Activity Diagram termasuk ke dalam Unified Modelling Language (UML). Activity Diagram dapat mencakup cabang, serta percabangan kontrol ke dalam Concurrent Thread yang mewakili aktivitas yang dapat dilakukan secara bersamaan oleh objek atau orang yang berbeda. Activity Diagram memungkinkan kontrol konkuren selain kontrol sekuensial [16].

2.2.9 Sequence Diagram

Sequence Diagram menampilkan interaksi di dalam sistem sebagai bagan dua dimensi. Sumbu vertikal mewakili waktu, yang mengalir dari atas ke bawah halaman. 16 Sumbu horizontal menunjukkan peran pengklasifikasi, masing-masing mewakili objek dalam kolaborasi. Setiap peran pengklasifikasi direpresentasikan oleh kolom vertikal yang disebut garis hidup. Selama objek ada, perannya ditunjukkan dengan garis putusputus. Saat prosedur pada objek aktif, garis hidup digambarkan sebagai garis ganda. Pesan ditampilkan sebagai panah dari garis hidup satu objek ke objek lainnya. Panahpanah ini disusun berdasarkan urutan waktu pada diagram. Sequence Diagram merupakan bagian dari Unified Modelling Language (UML) [16].

2.2.10 Entity Relationship Diagram

Entity-Relationship Diagram (ERD) merupakan teknik umum untuk mendesain struktur data dan sistem basis data dalam bentuk diagram. ERD digunakan untuk memodelkan data secara konseptual, membantu dalam merencanakan dan membangun basis data yang dapat diimplementasikan pada berbagai jenis Database Management System (DBMS). ERD menyajikan data dalam bentuk entitas, atribut, dan hubungan (relationship) antara entitas, yang merupakan representasi abstrak dari dunia nyata. ERD berfokus pada bagaimana simbol-simbol yang disimpan dalam basis data mencerminkan objek nyata, sehingga memastikan bahwa model tersebut adalah representasi yang benar dari dunia nyata [17].

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Desain dan implementasi dari sistem informasi e-learning yang dikembangkan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam membangun sistem, mulai dari perancangan hingga implementasi. Desain sistem mencakup pemodelan dan perancangan arsitektur sistem, basis data, antarmuka pengguna, serta fitur-fitur interaktif yang akan diintegrasikan. Sementara itu, implementasi sistem menjelaskan bagaimana desain tersebut diterapkan ke dalam kode program yang fungsional. Dalam proses pengembangan sistem ini, metode Extreme Programming (XP) digunakan untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun adaptif terhadap perubahan kebutuhan pengguna. XP dipilih karena metodologi ini menekankan kolaborasi erat antara pengembang dan pengguna serta berfokus pada pengembangan yang iteratif dan inkremental.

3.1 Metode Penelitian dan Langkah-Langkah Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Extreme Programming (XP) dan pengujian White Box untuk merancang dan membangun sistem informasi E-Learning. Pengujian difokuskan pada bagian-bagian penting sistem informasi E-Learning. Langkah-langkah dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.1

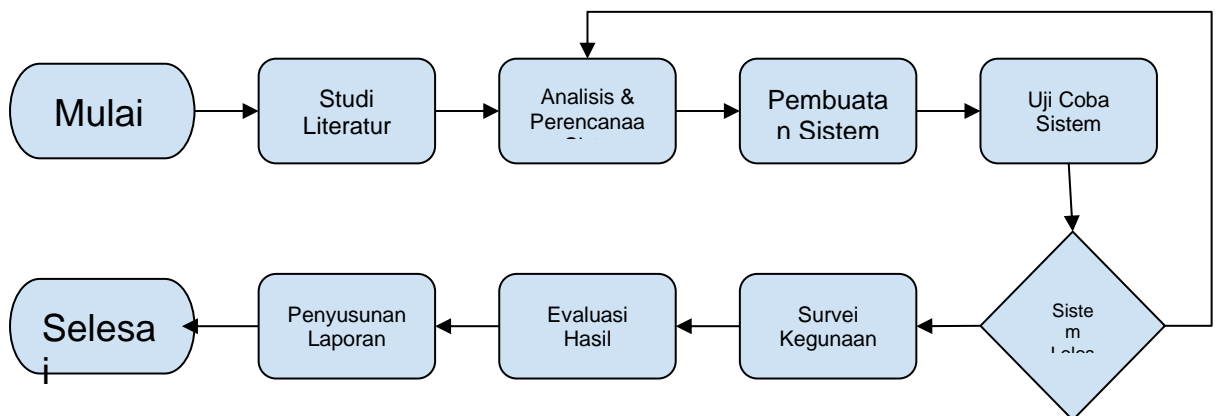


Figure 1 Langkah-langkah Penelitian

3.1.1 Studi Literatur

E-learning merupakan salah satu inovasi dalam dunia pendidikan yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk menyelenggarakan pembelajaran secara daring. Sistem e-learning berbasis web telah diimplementasikan

di berbagai jenjang pendidikan, termasuk SMA/ sederajat, untuk meningkatkan aksesibilitas, efisiensi, dan kualitas pembelajaran.

Penelitian mengenai desain dan implementasi sistem e-learning berbasis web untuk SMA/ sederajat menekankan pentingnya fitur-fitur utama seperti manajemen pengguna (siswa, guru, dan admin), manajemen materi pelajaran, bank soal, dan evaluasi pembelajaran. Sistem ini dirancang untuk memudahkan siswa mengakses materi pelajaran, latihan soal, dan sumber belajar lainnya kapan saja dan di mana saja. Guru dapat lebih mudah mengelola materi, memberikan tugas, dan melakukan penilaian secara digital, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efisien dan terstruktur.

Metode pengembangan perangkat lunak seperti Extreme Programming (XP) sering digunakan dalam pengembangan sistem e-learning. XP menekankan pada iterasi singkat, kolaborasi tim, dan umpan balik kontinu, yang memungkinkan sistem dikembangkan dengan cepat dan responsif terhadap perubahan kebutuhan pengguna. Fleksibilitas metode XP membantu tim pengembang dalam menyesuaikan fitur dan fungsi sistem sesuai dengan umpan balik dari guru dan siswa, sehingga sistem e-learning yang dihasilkan lebih relevan dan efektif.

Selain itu, pengujian sistem informasi, termasuk sistem e-learning, sangat penting untuk memastikan setiap modul dan fungsi dalam aplikasi berfungsi dengan baik. Metode pengujian seperti white box testing digunakan untuk memeriksa alur logika program dan memastikan tidak ada kesalahan dalam kode. Pengujian yang menyeluruh memastikan bahwa sistem e-learning yang dibangun dapat diandalkan dan memberikan pengalaman pengguna yang baik.

Secara keseluruhan, pengembangan website e-learning untuk SMA/ sederajat membutuhkan perencanaan yang matang dan penerapan metode pengembangan yang tepat. Fitur-fitur penting dalam sistem e-learning harus dirancang untuk mendukung proses pembelajaran yang efektif, efisien, dan mudah diakses. Selain itu, pengujian yang komprehensif diperlukan untuk memastikan kualitas dan keandalan sistem e-learning yang diimplementasikan.

3.1.2 Analisis dan Perancangan Sistem

Untuk mengembangkan website e-learning yang efektif untuk SMA/ sederajat, diperlukan analisis kebutuhan yang komprehensif. Berikut adalah kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang diidentifikasi:

Kebutuhan Fungsional:

1. Manajemen Pengguna:
 - Registrasi dan login untuk siswa, guru, dan admin.
 - Manajemen profil pengguna.
2. Manajemen Materi Pembelajaran:

- Guru dapat mengunggah, mengedit, dan menghapus materi pembelajaran dalam berbagai format (teks, video, audio, dan dokumen).
- Siswa dapat mengakses dan mengunduh materi pembelajaran.
- 3. Manajemen Bank Soal:
 - Guru dapat membuat, mengedit, dan menghapus soal untuk kuis dan ujian.
 - Soal dapat dikategorikan berdasarkan tingkat kesulitan dan topik.
- 4. Kustomisasi Pembelajaran:
 - Guru dapat membuat kelas virtual dan menetapkan materi khusus untuk masing-masing kelas.
 - Fitur untuk menyusun rencana pembelajaran yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing kelas.
- 5. Evaluasi dan Penilaian:
 - Fitur penilaian hasil pembelajaran siswa secara manual oleh guru
 - Sistem otomatis untuk penilaian kuis dan ujian berbasis pilihan ganda & jawaban singkat.
 - Laporan hasil penilaian yang dapat diakses oleh siswa dan guru.
- 6. Laporan dan Progres Siswa:
 - Laporan perkembangan belajar siswa yang dapat diakses oleh siswa dan orang tua.
 - Rekapitulasi nilai dan absensi siswa.
 - Fitur untuk otomatis dokumentasi hasil pembelajaran siswa dalam bentuk format raport sesuai kebutuhan pihak sekolah.

Kebutuhan Non-Fungsional:

1. Keamanan:
 - Sistem harus memiliki mekanisme autentikasi dan otorisasi yang kuat.
 - Data pengguna harus dilindungi dengan enkripsi.
2. Kinerja:
 - Sistem harus responsif dan mampu menangani banyak pengguna secara bersamaan.
 - Waktu akses untuk memuat materi dan soal harus cepat.
3. Usability:
 - Antarmuka pengguna harus intuitif dan mudah digunakan.
 - Dukungan multi-bahasa untuk memudahkan pengguna dari berbagai latar belakang.
4. Scalability:
 - Sistem harus dapat dikembangkan lebih lanjut untuk menambahkan fitur-fitur baru tanpa mengganggu fungsionalitas yang ada.

3.1.3 Pembuatan Sistem

Pada pembuatan sistem penulis menggunakan metode Siklus Pengembangan Perangkat Lunak Extreme Programming (XP), yang artinya dilakukan secara iteratif. Iterasi dilakukan setiap pengembangan satu atau lebih fitur dalam siklus pendek, yaitu 2 minggu atau 1 bulan. Tahapan penelitian yang termasuk ke dalam siklus XP, yaitu analisis dan perancangan sistem, pembuatan sistem, dan uji coba sistem. Penerapan lebih lanjut tentang siklus XP ditunjukkan pada gambar 3.2.

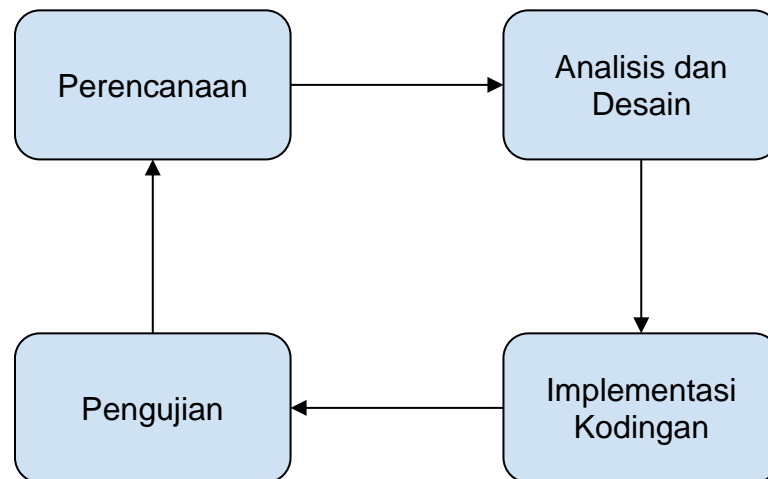


Figure 2 Alur Siklus Extreme Programming (XP)

3.1.4 Uji Coba Sistem

Pada tahap uji coba sistem, penulis akan melakukan pengujian White Box pada sistem informasi E-Learning. Dengan pengujian White Box, penulis akan mengetahui lebih mudah jika terdapat sistem mengalami bug atau error. Pengujian sistem juga penting dilakukan sebelum survei kegunaan untuk memastikan sistem informasi E-Learning.

3.1.5 Survei Kegunaan

Pada tahap ini penulis akan memberikan akses kepada pihak mitra sekolah untuk menunjuk beberapa anggotanya untuk mengoperasikan sistem yg telah dibuat secara langsung. Setelah itu penulis akan memberikan kuesioner yang berisi beberapa pertanyaan mengenai jalannya sistem, kesesuaian sistem dengan kebutuhan serta kolom kritik untuk jika ada kekurangan.

3.1.6 Evaluasi Hasil

Evaluasi hasil dilakukan secara mendalam mulai dari pembuatan sistem, uji coba sistem, dan survei kegunaan. Penulis akan mengevaluasi sejauh mana sistem

selaras dengan tujuan awal. Berdasarkan temuan evaluasi, penulis juga akan membuat rekomendasi perbaikan sistem di masa mendatang.

3.1.7 Penyusunan Laporan

Pada tahap ini, penulis sudah menyelesaikan sistem informasi PKL secara keseluruhan. Setelah itu, penulis akan berfokus pada penyusunan laporan. Penulis menyusun laporan secara komprehensif dan transparan berdasarkan tahapan-tahapan penelitian sebelumnya.

3.2 Desain Sistem

3.2.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram menggambarkan interaksi antara aktor (pengguna) dan sistem yang sedang dikembangkan. Use Case Diagram bertujuan menjelaskan perilaku sistem secara keseluruhan tanpa mengungkapkan struktur internal dari sistem. Sebuah use case digambarkan dengan bentuk elips atau oval dengan nama di dalamnya. Use case dihubungkan dengan garis lurus ke aktor-aktor yang berinteraksi dengannya. Sebuah use case dapat mencakup perilaku dari use case lain sebagai bagian dari perilakunya sendiri. Hubungan ini disebut sebagai hubungan include. Gambar 3.3 menampilkan Use Case Diagram untuk sistem informasi E-Learning.

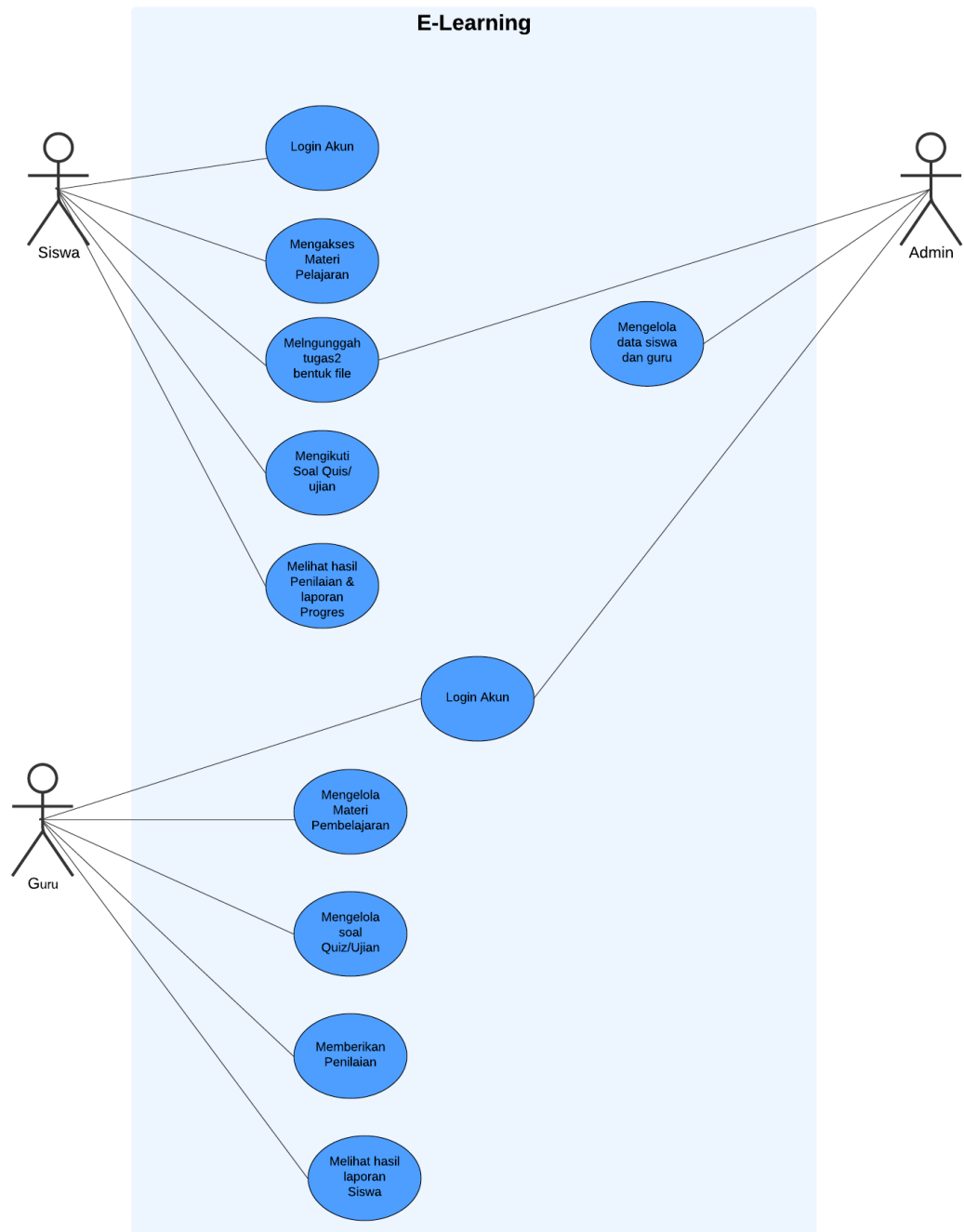


Figure 3 Use Case Diagram

Use case diagram untuk sistem e-learning ini menggambarkan interaksi antara tiga aktor utama, yaitu siswa, guru, dan admin, dengan berbagai fitur sistem. Siswa dapat mengakses materi pembelajaran, mengikuti kuis dan ujian, serta melihat hasil penilaian dan laporan progres mereka. Guru memiliki peran untuk mengelola materi pembelajaran, membuat dan mengelola soal kuis atau ujian, memberikan penilaian, serta memantau laporan kemajuan siswa. Admin bertanggung jawab atas manajemen sistem secara keseluruhan, termasuk pengelolaan pengguna dan data untuk memastikan

sistem berjalan lancar. Diagram ini mencerminkan hubungan langsung antara aktor dan fungsi utama sistem yang dirancang untuk mendukung proses pembelajaran interaktif dan terstruktur.

3.2.2 Activity Diagram

Activity Diagram menggambarkan alur proses atau langkah-langkah kerja dalam sistem. Diagram ini memperjelas urutan aktivitas dan pengambilan keputusan yang dilakukan oleh sistem atau pengguna selama proses tertentu. Simbol pada Activity Diagram memiliki sedikit kesamaan dengan flowchart (yang dijelaskan pada tabel 2.1), misalnya simbol proses dan decision. Namun, simbol “awal” digambarkan dengan lingkaran hitam kecil dan simbol “akhir” digambarkan dengan lingkaran yang memiliki lingkaran hitam di tengahnya. Di dalam Activity Diagram, area kerja aktor dipisahkan dengan garis sehingga membentuk kolom. Area kerja atau jalur ini disebut dengan swimlane [16]. Berikut ini adalah Activity Diagram untuk sistem informasi E-Learning.

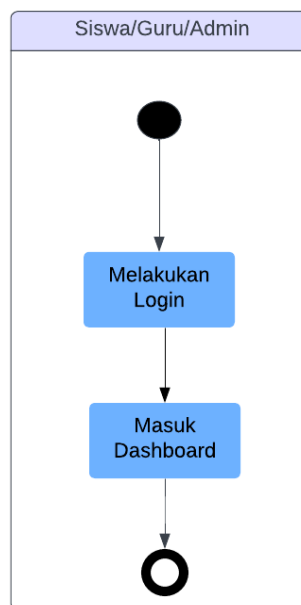


Figure 4 Activity Diagram Login Akun

Gambar 3.4 menampilkan Activity Diagram autentikasi bahwa masing-masing aktor tidak perlu mendaftar akun karena data akunnya sudah ada di basis data dan dibuat oleh admin dari awal.

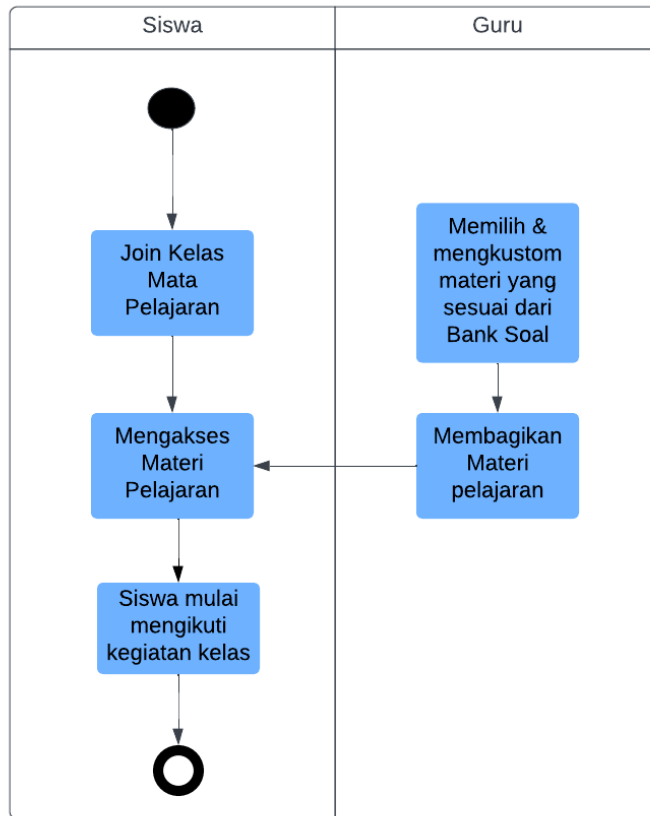


Figure 5 Activity Diagram proses pembagaian Materi Pembelajaran

Pada Activity Diagram pembagian materi diatas ditunjukkan bahwa siswa harus join ke dalam kelas yang sudah dipersiapkan oleh admin, setelah itu siswa dapat melihat dan mengunduh materi pembelajaran yang sudah dibagikan guru. Dan guru juga harus memilih materi yang diperlukan dalam database materi yang sesuai dengan kelasnya, guru juga dapat mengupload sendiri materi pembelajaran yang diinginkan.

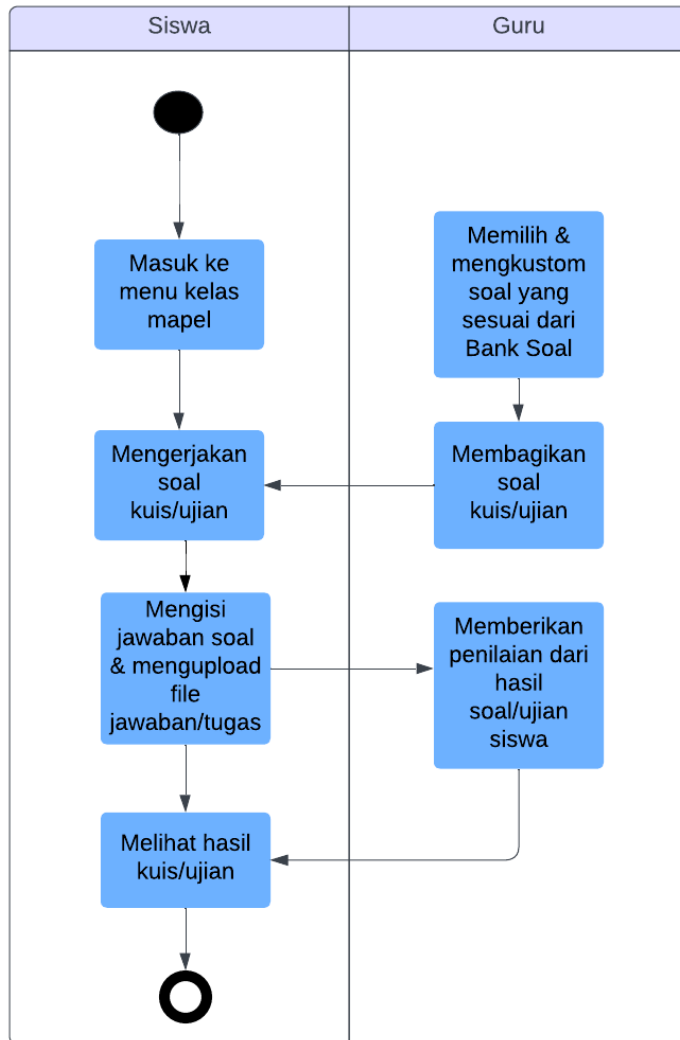


Figure 6 Activity Diagram untuk Soal Kuis/Ujian

Activity Diagram pada gambar 3.6 diatas menunjukkan proses pembagian dan pengerjaan soal kuis/ujian oleh guru dan siswa. Siswa harus masuk ke kelas terlebih dahulu lalu menuju ke menu quis/ujian yang diberikan oleh guru . Guru harus menyusun soal atau mengambil paket soal dari database bank soal atau guru juga bisa membuat soal tersebut sendiri. Setelah soal disusun maka siswa dapat mulai mengakses kuis/ujian dan mengerjakannya, pada soal juga memiliki opsi untuk mengupload file entah untuk jawaban atau dokumen lain untuk menjawab soal. Setelah itu guru akan melakukan penilaian dan terhadap jawaban siswa dan menginputkan nilai masing-masing siswa. Siswa dapat melihat hasil penilaian guru tersebut.

3.2.3 Entity Relationship Diagram

Entity Relationship Diagram atau ERD adalah sebuah diagram yang digunakan untuk memvisualisasikan data pada basis data [17]. Komponen-komponen yang ada pada ERD adalah entitas, hubungan, atribut, dan kardinalitas. Entitas adalah suatu hal yang dapat didefinisikan (seperti orang, objek, konsep, atau peristiwa) yang mampu menyimpan data tentang dirinya. Dalam diagram, entitas biasanya ditampilkan sebagai persegi panjang. Hubungan mendefinisikan bagaimana entitas terkait atau berkomunikasi satu sama lain. Hubungan digambarkan dengan anak panah. Atribut adalah karakteristik yang dimiliki oleh suatu entitas. Kardinalitas menjelaskan jumlah maksimum dan minimum dari hubungan antara entitas dalam model basis data. Ini menggambarkan seberapa banyak satu entitas dapat terhubung dengan entitas lain. Jenis-jenis kardinalitas adalah zero or one, many, one, one (and only one), zero or many, serta one or many [19]. Berikut adalah Entity Relationship Diagram pada sistem informasi E-Learning.

3.2.4 Langkah Pengujian dan Skenario Pengujian Sistem

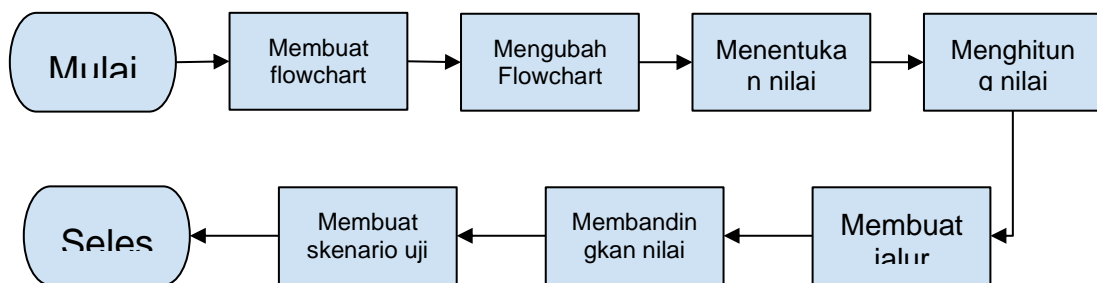


Figure 7 Langkah-langkah Pengujian

Langkah pengujian pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.14. Langkah pengujian ini merupakan keseluruhan proses pengujian menggunakan white box testing dengan teknik basic path testing. Skenario pengujian sistem ini akan dilakukan berdasarkan hasil jalur independen. Data skenario pengujian sistem akan ditampilkan sebagai berikut:

No	Nama Skenario	Kegiatan	Target Hasil	Hasil	Keterangan
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-

Table 2 Skenario pengujian Sistem

Setiap hasil pengujian yang didapat nantinya akan ditulis berdasarkan tabel 3.1. Tabel skenario pengujian sistem memiliki beberapa kolom di antaranya adalah:

- A. Kolom “No” digunakan untuk penomoran pada setiap pengujian yang dilakukan.
- B. Kolom “Nama Skenario” digunakan untuk menulis nama skenario pengujian sistem yang dilakukan.
- C. Kolom “Kegiatan” digunakan untuk menjelaskan kegiatan yang dilakukan penguji selama satu skenario pengujian sistem.
- D. Kolom “Target Hasil” digunakan untuk menulis spesifikasi hasil yang diinginkan.
- E. Kolom “Hasil” digunakan untuk menulis hasil yang didapat saat pengujian sistem.
- F. Kolom “Keterangan” digunakan untuk memberi keterangan hasil pengujian sistem. Keterangan pengujian sistem dapat bernilai sesuai atau tidak sesuai. Sesuai memiliki arti nilai kolom “target hasil” dan “hasil” sama, sedangkan tidak sesuai memiliki arti bahwa nilai kolom “target hasil” dan “hasil” tidak sama.

3.2.5 Implementasi Pengujian White Box

Pada bagian ini akan dijelaskan contoh implementasi sederhana pengujian white box. Di bawah ini terdapat fungsi yang dapat mengubah jumlah detik menjadi format jam, menit, dan detik.

```
function convertToHoursMinutes(seconds) {  
  
  const hours = Math.floor(seconds / 3600);  
  const remainingSeconds = seconds % 3600;  
  const minutes = Math.floor(remainingSeconds / 60);  
  const finalSeconds = remainingSeconds % 60;  
  
  return `${hours}h ${minutes}m ${finalSeconds}s`; }  
}
```

Dari kode tersebut selanjutnya akan diubah ke dalam bentuk flowchart, hasil perubahannya akan menjadi seperti berikut:

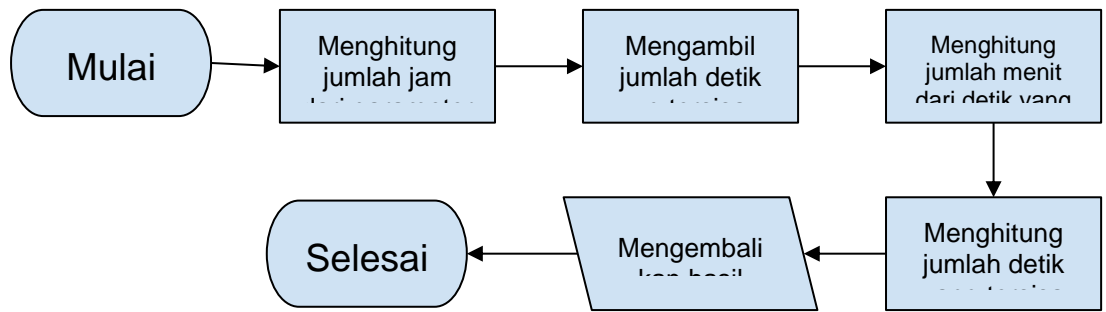
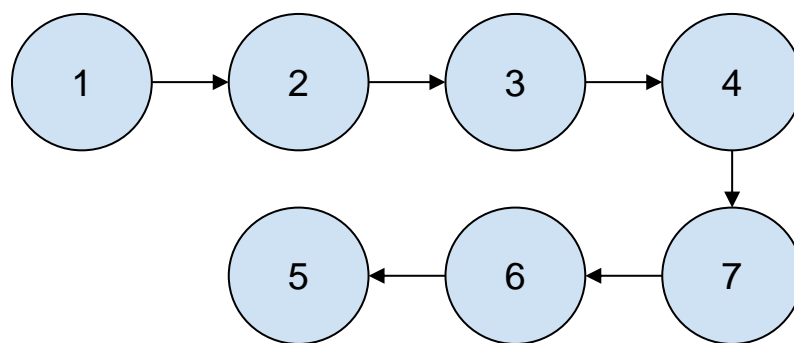


Figure 8 Flowchart fungsi Convert Hours to Minute

Langkah ketiga yaitu membuat representasi flowgraph dari bentuk flowchart yang sudah dibuat. Berikut adalah bentuk flowgraph nya:



Gambar 3.8 Flowgarph

Berdasarkan flowgraph yang ditunjukkan pada gambar 3.16, maka diperoleh node berjumlah 7, edge berjumlah 6, region berjumlah 1, dan predicate node berjumlah 0. Langkah keempat yaitu menghitung Cyclomatic Complexity, perhitungannya adalah sebagai berikut:

- $$V(G) = E - N + 2$$

$$V(G) = 6 - 7 + 2$$

$$V(G) = 1$$
- $$V(G) = P + 1$$

$$V(G) = 0 + 1$$

$$V(G) = 1$$
- Diketahui jumlah region = 1

Dari perhitungan sebelumnya, diperoleh jalur independen pada fungsi convertToHoursMinute berjumlah 1 antara lain sebagai berikut:

- 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7

Setelah diketahui jalur independennya, maka langkah selanjutnya dilakukan perbandingan menggunakan tabel hubungan cyclomatic complexity dengan risiko seperti di bawah ini:

Nilai CC	Tipe Prosedur	Tingkat Risiko
----------	---------------	----------------

1-4	Prosedur Sederhana	Rendah
5-10	Prosedur terstruktur dengan baik & stabil	Rendah
11-20	Prosedur lebih kompleks	Menengah
21-50	Prosedur kompleks dan kritis	Tinggi
>50	Rentan kesalahan, sangat mengganggu, prosedur tidak dapat diuji	Sangat Tinggi

Table 3 Hubungan cyclomatic complexity dengan risiko

Menurut tabel risiko, fungsi convertToHoursMinute memiliki tingkat risiko yang rendah dengan prosedur sederhana karena memiliki jalur independen berjumlah 1. Setelah mengetahui hal tersebut, langkah berikutnya yaitu membuat test case atau skenario uji coba seperti berikut ini:

No	Nama Skenario	Kegiatan	Target Hasil	Hasil	Keterangan
1	Uji fungsi convert to hours minute	Menguji konversi detik menjadi format jam, menit, dan detik	Berhasil mengonversikan dengan format jam, menit, dan detik	Berhasil mengonversikan dengan format jam, menit, dan detik	Sesuai

Daftar Pustaka

1. Anna, Raja Sabaruddin, & Fitri. "Perancangan Sistem Informasi E-Learning Berbasis Web Studi Kasus SMK Mandiri." *Jurnal Sistem Informasi*, DOI: [10.31294/justian.v2i02.994](https://doi.org/10.31294/justian.v2i02.994).
2. Supriyatna, A., & Puspitasari, D. (2019). "Implementation of Extreme Programming Method in Web Based Digital Report Value Information System Design." *International Journal of Information System & Technology*, DOI: [10.30645/ijistech.v5i1.116](https://doi.org/10.30645/ijistech.v5i1.116).
3. Verma, et al. (2017). *Introduction to White Box Testing Methods. Clear Box Testing Guidelines*.
4. O'Brien, J.A., & Marakas, G.M. (2011). *Introduction to Information Systems*. McGraw-Hill Education.
5. Pijar Pemikiran. "Pengujian Sistem Informasi Aplikasi Perpustakaan Berbasis Web di SMAN 1 Gunung Sindur dengan White Box Testing." <http://www.pijarpemikiran.com/index.php/Scientia/article/view/148>.
6. IEEE Standards Association. "ANSI/ISO Flowchart Standards and Symbols."
7. Pressman, R.S. (2005). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill.