BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Bagian ini menguraikan konsep dan teori yang menjadi dasar dalam perancangan dan pengembangan sistem E-Learning SMA Negeri 1 Pollung, meliputi gambaran umum objek penelitian, konsep e-learning, framework Laravel, protokol autentikasi OAuth 2.0, konsep *Role-Based Access Control* (RBAC), metode pengembangan Spiral, serta metode pengujian Black-box Testing yang digunakan dalam penelitian ini.

2.1.1 SMA Negeri 1 Pollung

SMA Negeri 1 Pollung adalah salah satu sekolah menengah atas yang berada di Kecamatan Pollung, Kabupaten Humbang Hasundutan, Provinsi Sumatera Utara. Sekolah ini sudah lama berdiri dan terus aktif dalam membantu siswanya mengembangkan kemampuan di berbagai bidang akademik dan nonakademik. Sekarang ini, SMA Negeri 1 Pollung sudah menerapkan Kurikulum Merdeka sebagai kurikulum utama dalam kegiatan belajar (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025).

Berdasarkan data akreditasi yang tercantum pada Referensi Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, SMA Negeri 1 Pollung memperoleh akreditasi A berdasarkan Surat Keputusan Nomor 1466/BAN-SM/SK/2022. Predikat tersebut menunjukkan bahwa sekolah telah memenuhi standar mutu pendidikan nasional dalam aspek pengelolaan, sarana dan prasarana, tenaga pendidik, serta proses pembelajaran (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025).

Gambar 2.1 SMA Negeri 1 Pollung

Selain memiliki kualitas akademik yang baik, SMA Negeri 1 Pollung juga aktif dalam mengembangkan berbagai organisasi kesiswaan, seperti Organisasi Siswa Intra Sekolah (OSIS), Pramuka, dan Palang Merah Remaja (PMR). Organisasi-organisasi tersebut menjadi wadah bagi siswa untuk mengasah keterampilan kepemimpinan, kerja sama, serta kreativitas. Di samping itu, SMA Negeri 1 Pollung juga telah meraih berbagai prestasi, baik di tingkat kabupaten maupun provinsi, dalam bidang akademik seperti olimpiade sains serta dalam bidang non-akademik seperti olahraga, seni, dan kegiatan ekstrakurikuler lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa sekolah tidak hanya berfokus pada pencapaian akademis, tetapi juga pada pengembangan potensi dan bakat siswa secara menyeluruh.

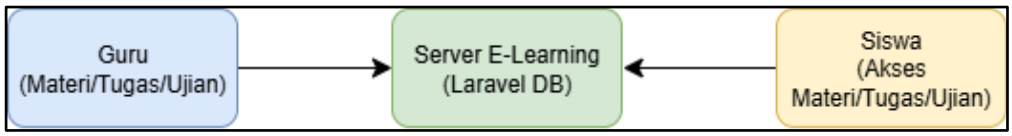
2.1.2 E-Learning

E-learning adalah sistem pembelajaran yang menggunakan teknologi digital sebagai alat untuk menyampaikan materi pelajaran. Menurut (Neill, 2024), e-learning adalah bentuk pembelajaran yang didukung oleh teknologi dan dibuat agar siswa bisa mencapai tujuan belajar tanpa harus berada di tempat yang sama dengan pengajar. Sebab itu, e-learning menjadi salah satu cara yang membantu mengadakan pembelajaran dengan cara yang lebih fleksibel.

Di lingkungan pendidikan formal, e-learning digunakan untuk mendukung proses pembelajaran dengan menyediakan akses terhadap materi, tugas, dan evaluasi secara digital. Melalui e-learning, peserta didik dapat mengakses materi

pembelajaran, mengerjakan tugas, serta berkomunikasi dengan guru tanpa dibatasi oleh waktu dan tempat. Penerapan e-learning juga mendorong kemandirian belajar siswa karena memberikan kesempatan kepada mereka untuk mengatur proses belajarnya secara mandiri (Wang, 2024).

E-learning juga mendukung model pembelajaran kolaboratif, di mana siswa dapat berinteraksi dengan teman sekelas maupun guru dalam forum diskusi atau aktivitas kelompok daring. Dengan demikian, penerapan e-learning tidak hanya memperkuat aspek kognitif, tetapi juga meningkatkan keterampilan sosial siswa dalam berkolaborasi secara virtual (Bach, 2024).



Gambar 2.2 Arsitektur Umum Sistem E-Learning

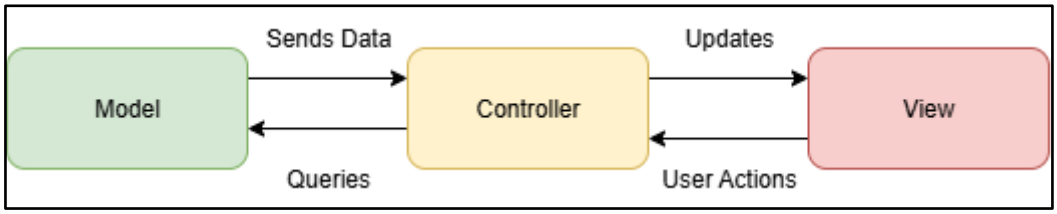
Pada Gambar ini menggambarkan alur dasar sistem e-learning, di mana guru berperan sebagai penyedia materi, tugas, dan ujian yang diunggah ke server e-learning berbasis *Laravel* yang terhubung dengan database. Seluruh data pembelajaran tersimpan dan dikelola secara terpusat di server, sehingga lebih terorganisir dan aman. Selanjutnya, siswa dapat mengakses materi, mengerjakan tugas, maupun mengikuti ujian secara digital melalui server tersebut. Dengan arsitektur ini, proses pembelajaran menjadi lebih efisien karena interaksi guru dan siswa berlangsung melalui sistem yang terdokumentasi dengan baik.

2.1.3 Laravel

Laravel adalah salah satu framework PHP yang dibuat untuk membantu pembuatan aplikasi web dengan metode *Model-View-Controller* (MVC). Framework ini memiliki berbagai fitur bawaan seperti routing, autentikasi, migrasi database, dan engine template yang membantu para pengembang membuat aplikasi dengan lebih cepat dan lebih rapi (Laravel, 2024).

Dalam praktiknya, Laravel banyak digunakan dalam pengembangan sistem informasi skala kecil hingga besar karena memiliki dokumentasi yang lengkap, komunitas yang aktif, serta ekosistem yang mendukung pengembangan aplikasi modern. Popularitas Laravel sebagai framework pengembangan web didukung oleh kemudahan penggunaan, kelengkapan fitur, dan perkembangan komunitas yang

terus meningkat sehingga menjadi salah satu framework yang banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi berbasis PHP (Afiza et al., 2024).



Gambar 2.3 Arsitektur Framework Laravel

Berdasarkan Gambar 2.3, arsitektur *Laravel* terdiri dari tiga komponen utama yang saling terhubung:

1. Model: Berperan dalam mengelola data dan logika bisnis aplikasi. *Laravel* menggunakan Eloquent ORM untuk mempermudah komunikasi dengan basis data.
2. View: Bertugas menampilkan data ke pengguna melalui antarmuka. *Laravel* menggunakan Blade sebagai template engine untuk membuat tampilan web yang dinamis.
3. Controller: Menghubungkan Model dan View. Controller bertugas menerima input dari pengguna (melalui View), memprosesnya, dan memberikan respons yang sesuai (mengambil data dari Model dan mengirimnya kembali ke View).

Alur kerja *Laravel* dimulai ketika pengguna melakukan aksi melalui *View*. Selanjutnya, permintaan diteruskan ke *Controller* untuk diproses. Controller kemudian berinteraksi dengan *Model* untuk mengambil atau mengelola data pada basis data. Hasil pemrosesan tersebut selanjutnya dikembalikan ke *Controller* dan diteruskan ke *View* untuk ditampilkan kepada pengguna.

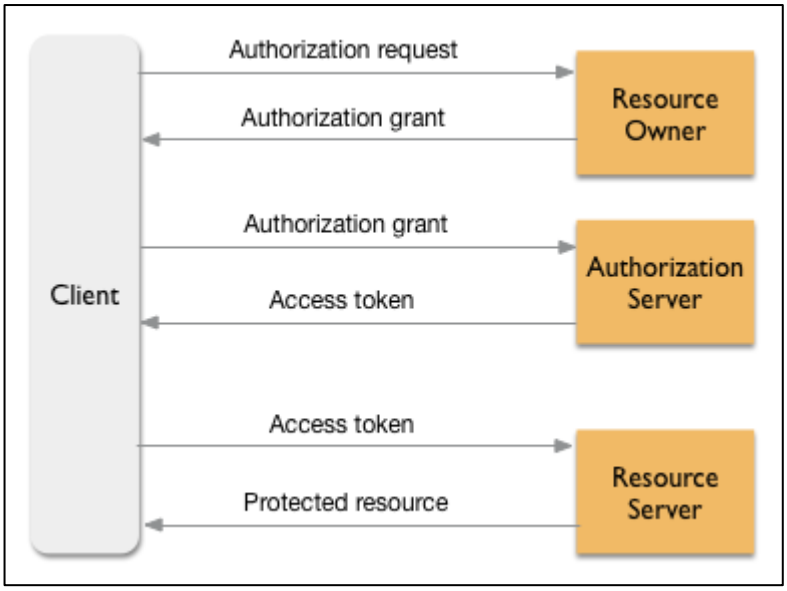
2.1.4 OAuth 2.0 (Open Authorization)

OAuth 2.0 merupakan protokol otorisasi yang digunakan untuk memberikan akses terbatas kepada aplikasi pihak ketiga terhadap sumber daya yang dilindungi tanpa mengharuskan pengguna memberikan kredensial secara langsung kepada aplikasi tersebut. Akses diberikan melalui *access token* yang dikeluarkan oleh *Authorization* Server setelah pengguna memberikan izin yang diperlukan (Hardt, 2012).

Dalam konteks sistem E-Learning, OAuth 2.0 dapat digunakan untuk mengintegrasikan sistem dengan layanan pihak ketiga seperti Google dalam proses akses akun pengguna. Pendekatan ini dapat memberikan kemudahan kepada pengguna karena proses pengelolaan kredensial tidak dilakukan secara langsung oleh sistem E-Learning. (Sujanani & Vinod, 2018), menjelaskan bahwa penerapan OAuth 2.0 bersama OpenID Connect pada lingkungan pendidikan dapat mendukung penyederhanaan proses autentikasi pengguna melalui mekanisme *Single Sign-On* (SSO).

OAuth 2.0 menggunakan mekanisme *authorization delegation*, yaitu pengguna memberikan izin kepada aplikasi untuk memperoleh akses terhadap sumber daya tertentu. Akses tersebut diberikan dalam bentuk *access token* dengan cakupan dan masa berlaku tertentu sehingga aplikasi tidak perlu menggunakan kredensial pengguna secara langsung untuk mengakses sumber daya yang dilindungi (Hardt, 2012).

OAuth 2.0 melibatkan beberapa komponen utama, *yaitu Resource Owner*, *Client*, *Authorization Server*, dan *Resource Server*. *Resource Owner* merupakan pihak yang memiliki sumber daya yang dilindungi, Client merupakan aplikasi yang meminta akses terhadap sumber daya, *Authorization Server* bertugas memberikan otorisasi dan *access token*, sedangkan *Resource Server* merupakan server yang menyediakan sumber daya yang dilindungi.



Gambar 2.4 Alur Umum OAuth 2.0

Berdasarkan Gambar 2.4, alur OAuth 2.0 dimulai ketika Client meminta otorisasi kepada *Resource Owner*. Setelah pengguna memberikan persetujuan, authorization grant diteruskan kepada *Authorization Server*. Setelah proses verifikasi berhasil, *Authorization Server* memberikan *access token* kepada Client. Token tersebut kemudian digunakan oleh *Client* untuk meminta sumber daya yang dilindungi kepada *Resource Server*. *Resource Server* melakukan validasi terhadap token dan memberikan sumber daya yang diminta apabila token dinyatakan valid.

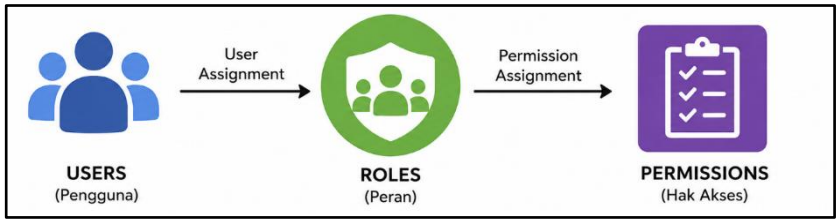
Dalam penelitian ini, konsep OAuth 2.0 digunakan sebagai dasar integrasi layanan Google pada proses login pengguna Sistem E-Learning SMA Negeri 1 Pollung. Implementasi dan alur OAuth 2.0 yang digunakan pada sistem dijelaskan lebih lanjut pada tahap perancangan dan implementasi sistem.

2.1.5 RBAC (Role-Based Access Control)

Role-Based Access Control (RBAC) adalah metode pengendalian akses berbasis peran, di mana setiap pengguna diberikan hak akses sesuai dengan peran yang dimilikinya. Konsep RBAC diperkenalkan dan dikembangkan sebagai salah satu model pengendalian akses yang memungkinkan pengelolaan hak akses berdasarkan peran pengguna (Sandhu et al., 1996).

Dengan RBAC, pengelolaan hak akses pengguna menjadi lebih terstruktur karena administrator dapat mengatur hak akses berdasarkan peran, bukan secara langsung kepada setiap pengguna. Dalam sistem E-Learning, pembagian peran dapat digunakan untuk membedakan kewenangan antara Admin, Guru, dan Siswa. Admin memiliki kewenangan dalam mengelola data utama sistem, Guru memiliki kewenangan dalam mengelola proses pembelajaran, sedangkan Siswa memiliki akses terhadap fungsi pembelajaran sesuai dengan kebutuhannya. Pembagian tersebut dapat membantu mempermudah pengelolaan hak akses sekaligus mendukung keamanan sistem (Ferraiolo & Kuhn, 1992).

Selain itu, RBAC juga mendukung prinsip least privilege, yaitu pemberian hak akses seminimal mungkin sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan penerapan prinsip tersebut, pengguna tidak diberikan akses terhadap fungsi atau data yang tidak berkaitan dengan tanggung jawabnya sehingga dapat mengurangi risiko penyalahgunaan hak akses (Hu et al., 2005).



Gambar 2.5 Diagram *Role-Based Access Control* (RBAC)

Gambar 2.5 menunjukkan hubungan antara Users, Roles, dan Permissions dalam model RBAC. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa hak akses pengguna diberikan melalui peran yang dimilikinya. Penjelasan dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut :

1. Users (Pengguna)

   Users merupakan individu yang menggunakan sistem, seperti Admin, Guru, dan Siswa. Pengguna tidak diberikan hak akses secara langsung, tetapi terlebih dahulu ditempatkan pada peran tertentu sesuai dengan tanggung jawabnya dalam sistem
2. Roles (Peran)

   Roles merupakan kelompok tanggung jawab yang menentukan hak akses pengguna. Setiap peran memiliki kewenangan yang berbeda sesuai dengan fungsi pengguna dalam sistem. Dalam penelitian ini, peran yang digunakan terdiri dari Admin, Guru, dan Siswa.
3. Permissions (Hak Akses)

   Permissions merupakan hak atau izin yang diberikan kepada suatu peran untuk melakukan tindakan tertentu pada sistem. Hak akses diberikan berdasarkan peran, sehingga pengguna memperoleh izin sesuai dengan peran yang dimilikinya. Contoh hak akses meliputi melihat, menambah, mengubah, dan menghapus data sesuai dengan kewenangan masing-masing peran.

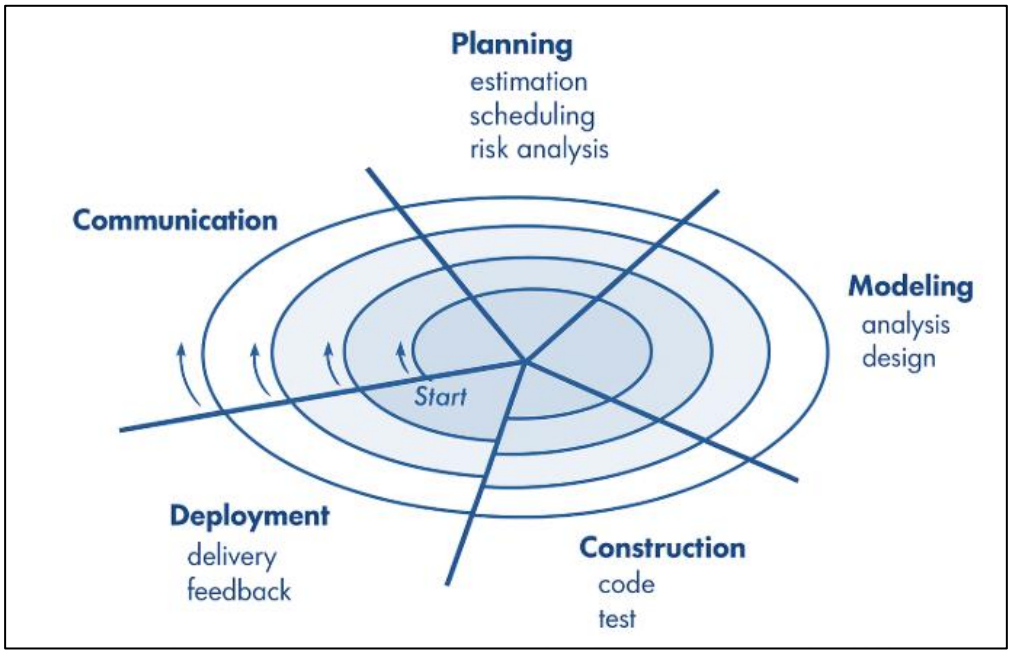
Dalam penelitian ini, konsep RBAC digunakan sebagai dasar dalam mengatur hak akses pengguna pada Sistem E-Learning SMA Negeri 1 Pollung. Pembagian hak akses berdasarkan peran Admin, Guru, dan Siswa selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perancangan, implementasi, dan pengujian RBAC pada sistem.

2.1.6 Spiral

Model Spiral adalah salah satu metode pengembangan perangkat lunak yang

dikembangkan oleh Barry Boehm. Model ini menggabungkan pendekatan sistematis dari model waterfall dengan pendekatan iteratif, serta menempatkan analisis risiko sebagai bagian penting dalam setiap siklus pengembangan (Boehm, 1988). Setiap putaran pada model Spiral merepresentasikan satu siklus pengembangan yang memungkinkan sistem dikembangkan, dievaluasi, dan disempurnakan berdasarkan hasil evaluasi serta umpan balik yang diperoleh pada siklus sebelumnya.

Model Spiral memiliki karakteristik utama berupa pengembangan secara berulang dan berorientasi pada risiko. Setiap iterasi menghasilkan peningkatan terhadap sistem yang dikembangkan sehingga kebutuhan dan permasalahan yang ditemukan pada suatu iterasi dapat menjadi dasar perbaikan pada iterasi berikutnya. Pendekatan tersebut memungkinkan pengembang melakukan evaluasi secara bertahap dan mengurangi risiko yang mungkin muncul selama proses pengembangan (Boehm, 1988).



Gambar 2.6 Diagram Metode Spiral

Diagram ini menggambarkan pendekatan pengembangan perangkat lunak berbasis risiko yang dilakukan secara bertahap dan berulang. Setiap putaran spiral mewakili satu siklus pengembangan yang terdiri dari lima aktivitas utama yaitu :

1. Communication (Komunikasi)

Pada tahap ini dilakukan interaksi antara pengembang dengan pemangku kepentingan (stakeholder) seperti kepala sekolah, guru, dan staf tata usaha untuk mengidentifikasi permasalahan utama dalam proses pembelajaran. Kegiatan komunikasi ini bertujuan menggali kebutuhan sistem, ruang lingkup proyek, serta ekspektasi pengguna. Informasi yang diperoleh kemudian didokumentasikan menjadi spesifikasi awal kebutuhan sistem yang akan menjadi acuan dalam proses pengembangan selanjutnya.

2. Planning (Perencanaan dan Analisis Risiko)

   Tahap ini melibatkan penyusunan rencana proyek, penjadwalan pengembangan, dan pembagian tugas teknis. Selain itu, dilakukan juga pengenalan risiko yang mungkin terjadi, seperti kebocoran data, gagalnya integrasi autentikasi OAuth, kesalahan konfigurasi kontrol akses berbasis peran (RBAC), hingga kemungkinan adanya serangan siber. Risiko-risiko itu dilihat berdasarkan besar dampaknya dan kemungkinan terjadi, lalu dibuat strategi mitigasi yang tepat. Dengan melakukan perencanaan dan menganalisis risiko, proses pengembangan sistem bisa berjalan lebih jelas dan mengurangi kendala yang mungkin terjadi nanti.

3. Modeling (Pemodelan)

   Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem secara konseptual melalui analisis proses bisnis As-Is dan To-Be, penyusunan kebutuhan fungsional dan non-fungsional, serta perancangan diagram seperti use case, Entity Relationship Diagram (ERD), dan arsitektur sistem. Selain itu, rancangan antarmuka pengguna juga mulai dikembangkan agar sistem lebih mudah dipahami oleh stakeholder. Pemodelan ini bertujuan memastikan rancangan sistem sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya, sehingga dapat menjadi dasar bagi implementasi teknis.

4. Construction (Konstruksi)

   Pada tahap ini rancangan sistem mulai direalisasikan melalui proses coding menggunakan *framework Laravel* dengan bahasa pemrograman PHP. Implementasi dimulai dari pembuatan database sesuai ERD yang telah dirancang, kemudian dilanjutkan dengan pembangunan modul autentikasi menggunakan OAuth 2.0 Gmail dan penerapan RBAC untuk membatasi hak

akses berdasarkan peran pengguna (admin, guru, siswa). Modul-modul inti seperti manajemen materi, tugas, ujian, absensi, dan nilai dibangun secara bertahap. Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap fungsi yang telah dibangun untuk memastikan sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan.

5. Deployment (Implementasi dan Evaluasi)

   Pada tahap ini, sistem diimplementasikan dan diuji untuk memastikan fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan. Pengujian dilakukan menggunakan *Black-box Testing*, pengujian OAuth 2.0, *Role-Based Access Control* (RBAC), dan *User Acceptance Testing* (UAT). Hasil evaluasi digunakan untuk mengetahui kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna serta menjadi dasar perbaikan pada iterasi berikutnya.

Dengan pengulangan kelima tahap ini secara iteratif, proyek dapat berkembang dengan kontrol yang lebih baik terhadap risiko dan dapat menyesuaikan perubahan kebutuhan pengguna dengan lebih responsif.

2.1.7 Matriks Risiko

Matriks risiko merupakan metode yang digunakan untuk menilai dan mengklasifikasikan tingkat risiko berdasarkan dua parameter utama, yaitu kemungkinan terjadinya risiko (likelihood) dan dampak yang ditimbulkan (impact). Penggunaan matriks risiko membantu menentukan tingkat prioritas suatu risiko sehingga risiko yang memiliki tingkat lebih tinggi dapat memperoleh perhatian dan tindakan mitigasi yang lebih tepat.

Dalam penelitian ini digunakan matriks risiko dengan tiga tingkat kemungkinan (likelihood), yaitu rendah, sedang, dan tinggi, serta tiga tingkat dampak (impact), yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Kombinasi antara kedua parameter tersebut digunakan untuk menentukan tingkat risiko menjadi rendah, sedang, atau tinggi. Pendekatan matriks 3×3 seperti ini digunakan dalam penilaian risiko untuk memberikan klasifikasi risiko secara sederhana dan sistematis.

Gambar 2.7 Matriks Risiko

Berdasarkan Gambar 2.7, sumbu horizontal menunjukkan tingkat likelihood yang terdiri dari rendah, sedang, dan tinggi, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan tingkat impact yang terdiri dari rendah, sedang, dan tinggi. Hasil pertemuan antara likelihood dan impact menentukan tingkat risiko yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas mitigasi.

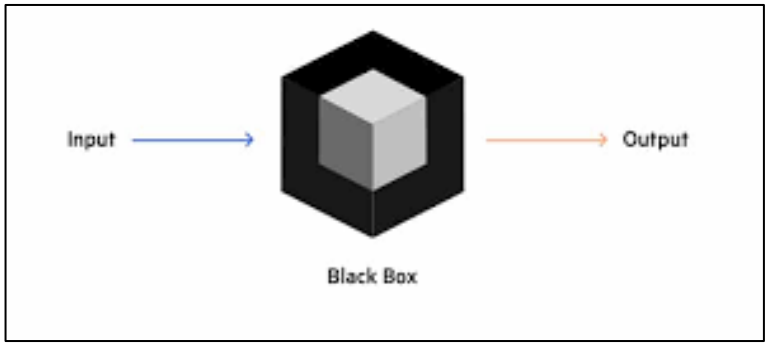
Dalam penelitian ini, matriks risiko digunakan untuk menganalisis risiko yang berkaitan dengan pengembangan Sistem E-Learning, termasuk risiko keamanan data, integrasi OAuth 2.0, penerapan RBAC, kinerja sistem, dan risiko teknis lainnya. Hasil identifikasi dan penilaian risiko tersebut kemudian diterapkan pada tahap Planning and Risk Analysis dalam pengembangan sistem menggunakan metode Spiral.

2.1.8 Black-box Testing

Black-box Testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsionalitas aplikasi tanpa mempertimbangkan struktur internal atau kode sumber aplikasi tersebut. Dalam pengujian ini, penguji bertindak sebagai pengguna akhir yang menguji fitur-fitur yang ada di aplikasi untuk memastikan bahwa setiap bagian aplikasi berfungsi sesuai dengan yang diharapkan (Myers et al., 2011). Pada aplikasi e-learning berbasis *Laravel*, pengujian ini melibatkan pengujian fitur seperti login, manajemen materi, pengelolaan tugas dan nilai, serta interaksi antar pengguna (siswa, guru, dan admin). Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna dan

persyaratan fungsionalitas yang telah ditentukan.

Tahap ini melibatkan penyusunan rencana proyek, penjadwalan pengembangan, dan pembagian tugas teknis. Selain itu, dilakukan juga pengenalan risiko yang mungkin terjadi, seperti kebocoran data, gagalnya integrasi autentikasi OAuth, kesalahan konfigurasi kontrol akses berbasis peran (RBAC), hingga kemungkinan adanya serangan siber. Risiko-risiko itu dilihat berdasarkan besar dampaknya dan kemungkinan terjadi, lalu dibuat strategi mitigasi yang tepat. Dengan melakukan perencanaan dan menganalisis risiko, proses pengembangan sistem bisa berjalan lebih jelas dan mengurangi kendala yang mungkin terjadi nanti..



Gambar 2.8 Konsep Black-box testing

Gambar 2.8 menunjukkan konsep dasar dari metode *Black-box* Testing, di mana proses pengujian hanya berfokus pada input yang dimasukkan ke dalam sistem dan output yang dihasilkan, tanpa memperhatikan struktur internal atau kode program. Hal ini menggambarkan bahwa penguji hanya menilai fungsionalitas aplikasi dari sudut pandang pengguna akhir. Apabila output yang dihasilkan sesuai dengan hasil yang diharapkan, maka sistem dinyatakan berfungsi dengan baik. Sebaliknya, apabila terdapat ketidaksesuaian antara hasil yang diperoleh dan hasil yang diharapkan, maka sistem dianggap masih memiliki kesalahan (bug) yang perlu diperbaiki.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan dalam melakukan tugas akhir ini guna memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji sistem yang dibangun. Penulis mengangkat beberapa penelitian yang relevan dengan topik e-learning, keamanan sistem, serta pengelolaan akses pengguna sebagai berikut.

Penelitian pertama dilakukan oleh (Ardan et al., 2022) dengan judul "Rancangan Portal Pembelajaran Online Menggunakan Framework Laravel". Penelitian ini membuat sebuah portal pembelajaran online yang menggunakan framework Laravel, melalui beberapa tahapan yaitu analisis, perancangan, pembangunan, pengujian, dan penerapan. Penelitian menunjukkan bahwa menggunakan elemen gamifikasi seperti daftar pemimpin dan penghargaan bisa membuat siswa lebih termotivasi saat belajar jarak jauh.

Penelitian kedua dilakukan oleh (Mpamugo & Ansa, 2024) dengan judul "Enhancing Network Security in Mobile Applications with *Role-Based Access Control* and OAuth 2.0 Protocols". Penelitian ini membahas integrasi *Role-Based Access Control* (RBAC) dan OAuth 2.0 untuk meningkatkan keamanan sistem pada aplikasi berbasis mobile. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi RBAC dan OAuth 2.0 mampu memperkuat autentikasi, otorisasi, serta manajemen sesi pengguna secara lebih aman.

Penelitian ketiga dilakukan oleh (Arianto et al., 2025) dengan judul "Sistem Keamanan Otentikasi Pengguna Pada Modul Single Sign On Menggunakan OAuth 2.0 dan One Time Password". Penelitian ini menerapkan OAuth 2.0 yang dikombinasikan dengan One-Time Password (OTP) untuk membentuk autentikasi dua faktor pada sistem Technical Support Assistance. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan OAuth 2.0 dan OTP secara signifikan menurunkan tingkat keberhasilan serangan siber, seperti brute force (dari 63% menjadi 25%), sniffing (dari 50% menjadi 5%), dan man-in-the-middle (dari 65% menjadi 10%), yang membuktikan bahwa OAuth 2.0 secara nyata meningkatkan keamanan autentikasi sistem.

Penelitian keempat dilakukan oleh (Fahrozi et al., 2024) dengan judul "Penerapan Metode Spiral dalam Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Web untuk Meningkatkan Efektivitas Pengajaran". Penelitian ini membuat sistem belajar berbasis web dengan menggunakan pendekatan Spiral. Hasilnya menunjukkan bahwa metode Spiral berhasil meningkatkan kinerja sistem dengan cara mengembangkan secara bertahap dan terus-menerus mengevaluasi setiap tahap.

Penelitian kelima dilakukan oleh (Handoko et al., 2023) dengan judul

"Perancangan dan Pengembangan Aplikasi E-Learning Berbasis Web Pada SMA Education". Penelitian ini membahas pengembangan sistem e-learning berbasis web menggunakan Laravel dan React JS. Sistem yang dihasilkan mampu mendukung pengelolaan data akademik seperti materi, tugas, dan nilai secara digital.

Adapun penelitian ini berjudul "Perancangan Sistem E-Learning SMAN 1 Pollung dengan Mengimplementasikan OAuth dan RBAC", yang dikembangkan menggunakan metode Spiral dengan framework Laravel. Penelitian ini menerapkan OAuth 2.0 melalui akun Google yang dikombinasikan dengan *Role-Based Access Control* (RBAC) untuk tiga peran pengguna, yaitu Admin, Guru, dan Siswa, serta dievaluasi menggunakan Black-box Testing, pengujian OAuth 2.0, pengujian RBAC, dan User Acceptance Testing (UAT). Objek penelitian ini adalah sistem E-Learning tingkat SMA yang berfokus pada integrasi keamanan autentikasi dan pengelolaan hak akses secara bersamaan dalam satu sistem yang utuh.

Tabel 2.1 Perbandingan variabel penelitian

Kategori	Peneliti 1	Peneliti 2	Peneliti 3	Peneliti 4	Peneliti 5	Peneliti 6
Penelitian	(Ardan et al., 2022)	(Mpamugo & Ansa, 2024)	(Arianto et al., 2025)	(Fahrozi et al., 2024)	(Handoko et al., 2023)	Penelitian ini (2026)
Metode	Analisis-Perancangan-Pembangunan-Pengujian-Implementasi	Integrasi RBAC dan OAuth 2.0	OAuth 2.0 + One-Time Password (OTP)	Spiral	Waterfall	Spiral
Pengu	Tidak disebutka	Penguji an	Pengujia n	Evaluasi iteratif	Tidak disebut	Black-box Testing,

jian	n	keaman an autentik asi, otorisasi , dan manaje men sesi	ketahan an terhadap seranga n (brute force, sniffing, MITM)	pada setiap siklus pengemba ngan	kan	pengujian OAuth 2.0, pengujian RBAC, dan User Acceptance Testing (UAT)
Data	Data interaksi dan aktivitas belajar siswa	Data akses penggun a aplikasi mobile	Data autentik asi penggun a sistem Technic al Support Assistan ce	Data pembelaja ran pada perangkat ajar berbasis web	Data akadem ik (materi, tugas, nilai)	Data pengguna (Admin, Guru, Siswa), materi, tugas, ujian, nilai, dan absensi
Hasil	Gamifika si terbukti meningka tkan motivasi siswa dalam pembelaja ran jarak jauh	RBAC dan OAuth 2.0 memper kuat keaman an autentik asi, otorisasi , dan sesi penggun	OAuth 2.0 dan OTP menuru nkan keberha silan seranga n siber secara signifika n	Metode Spiral meningka tkan efektivitas sistem melalui iterasi dan evaluasi berkelanj utan	Sistem berhasil menduk ung pengelo laan data akadem ik secara digital	Sistem berhasil diimplement asikan dengan seluruh skenario Black-box Testing berjalan sesuai hasil yang diharapkan serta

		a				memperoleh tingkat penerimaan UAT sebesar 95,75%

Berdasarkan hasil pemilihan lima penelitian sebelumnya pada Tabel 2.1, terlihat bahwa penelitian tersebut membahas beberapa topik yang saling terkait namun berbeda: penerapan Laravel pada sistem pembelajaran online (Ardan et al., 2022), penggunaan RBAC dan OAuth 2.0 dalam aplikasi mobile (Mpamugo & Ansa, 2024), ketahanan autentikasi OAuth 2.0 terhadap ancaman keamanan siber (Arianto et al., 2025), serta penerapan metode Spiral pada perangkat pembelajaran web (Fahrozi et al., 2024), serta pengembangan e-learning berbasis Laravel untuk jenjang SMA (Handoko et al., 2023). Berdasarkan lima penelitian terdahulu yang ditinjau pada Tabel 2.1, belum terdapat penelitian dalam kajian ini yang mengintegrasikan autentikasi OAuth 2.0, *Role-Based Access Control* (RBAC), dan metode pengembangan Spiral secara bersamaan pada satu sistem E-Learning berbasis Laravel untuk jenjang SMA.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi berupa pengembangan Sistem E-Learning tingkat SMA yang mengintegrasikan autentikasi OAuth 2.0, pengelolaan hak akses menggunakan RBAC, dan metode Spiral dalam satu sistem. Integrasi tersebut diterapkan untuk mendukung proses pembelajaran serta pengelolaan akses pengguna berdasarkan peran Admin, Guru, dan Siswa.