

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka Relevan

Studi ini didasarkan pada berbagai penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik pengembangan sistem manajemen risiko yang berbasis web dan didukung oleh kecerdasan buatan (AI). Studi literatur dilaksanakan untuk meningkatkan pemahaman tentang konsep, metode, dan penerapan teknologi yang telah digunakan dalam penelitian sejenis. Temuan dari penelitian ini menjadi acuan dalam merancang sistem yang lebih efisien, adaptif, dan cerdas dengan menggunakan pendekatan SDLC berbasis AI serta pemanfaatan API AI dalam analisis risiko.

Beberapa penelitian relevan antara lain:

Tabel 2. 1 Perbandingan penelitian terdahulu

No	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Metodologi / Teknologi	Temuan Utama	Keterkaitan dengan Penelitian Saat Ini (AI-driven Risk Register System)
1	Putra, A. (2022)	Pengembangan Sistem Manajemen Risiko Berbasis Web Menggunakan PHP dan MySQL	Sistem dikembangkan menggunakan PHP dan MySQL dengan pendekatan CRUD.	Sistem berbasis web meningkatkan efisiensi manajemen risiko sebesar 35% dibandingkan	Menjadi dasar bagi pengembangan sistem berbasis web yang lebih cerdas; penelitian ini memperluas nya dengan

				g metode manual berbasis Excel.	integrasi AI untuk klasifikasi otomatis risiko dan analisis probabilisti k.
2	Rahmawati, D. (2023)	Implement asi Risk Register Digital pada Instansi Pemerinta han	Framework Laravel , fokus pada digitalisasi dokumentasi risiko dan tindak lanjut mitigasi.	Digitalis asi menurun kan duplikas i data hingga 40% serta memper cepat proses pelapora n risiko.	Penelitian saat ini mengadopsi framework Laravel dengan tambahan API AI yang mampu melakukan analisis risiko otomatis dan deteksi duplikasi berbasis pembelajara n mesin.
3	Suryawan,	Penerapan	Menggunakan	Laravel	Hasil

	B. (2021)	Laravel Framework dalam Sistem Informasi Monitoring Risiko	Laravel dan MySQL dengan fitur keamanan, autentikasi, dan modularisasi.	terbukti mendukung sistem yang aman, mudah dikembangkan, dan terukur.	penelitian ini menjadi dasar penerapan arsitektur modular berbasis AI , di mana sistem dapat berinteraksi dengan RESTful API AI untuk mendukung analisis risiko adaptif.
4	Nugraha, R. (2020)	Sistem Informasi Manajemen Risiko Proyek Konstruksi Berbasis Web	Pendekatan Waterfall SDLC digunakan dalam proses pengembangan.	Model pengembangan berurutan menjamin konsistensi dokumentasi dan kualitas sistem.	Penelitian ini mengusulkan AI-driven SDLC (Adaptive Iterative Model) yang memanfaatkan kecerdasan buatan

					untuk mengotomat isasi analisis risiko pada setiap iterasi pengembangan.
5	Project Management Institute (PMI, 2021)	PMBOK 7th Edition – Risk Register Guidelines	Panduan standar internasional dalam manajemen risiko proyek.	Risk Register berfungsi sebagai dokumen utama untuk mencatat, menganalisis, dan memantau risiko.	Menjadi acuan konseptual utama dalam penelitian ini, dengan tambahan AI module untuk menghitung dan mengklasifikasi risiko secara otomatis sesuai standar PMBOK.
6	Otoritas Jasa Keuangan (OJK, 2015)	POJK No. 1/POJK.0 5/2015 tentang	Mengatur kewajiban lembaga keuangan untuk		Menjadi landasan normatif penelitian

		Penerapan Manajemen Risiko bagi Lembaga Jasa Keuangan Non-Bank	memiliki sistem manajemen risiko yang terdokumentasi, terukur, dan dapat diaudit.		ini dalam merancang sistem manajemen risiko berbasis web dan AI yang sesuai dengan prinsip tata kelola risiko OJK.
--	--	--	---	--	--

Selain penelitian yang ditampilkan pada Tabel 2.1, terdapat beberapa penelitian lain yang turut menjadi referensi pendukung dalam pengembangan sistem ini. Digitalisasi pengolahan data berbasis web terbukti mampu meningkatkan akurasi pencatatan dan efisiensi pelaporan data secara signifikan, yang relevan dengan pengembangan sistem risk register yang membutuhkan pencatatan data terstruktur dan terdokumentasi dengan baik (Desyanita, 2022).

Pemanfaatan PHP dan MySQL dalam pengembangan aplikasi berbasis web memberikan kemudahan integrasi basis data serta performa sistem yang stabil, yang juga diterapkan dalam penelitian ini (Nirmaya, 2023).

Penerapan knowledge management dalam sistem informasi mendukung proses pengambilan keputusan berbasis data historis, sejalan dengan pemanfaatan AI dalam analisis risiko pada penelitian ini (Santosa, 2020).

Penerapan Decision Support System (DSS) berbasis web mampu membantu proses analisis dan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat, konsep yang diadopsi dalam modul AI Risk Analyzer (Hidayat, 2024).

Integrasi Laravel dan MySQL terbukti efektif dalam membangun sistem informasi perusahaan yang terstruktur dan mudah dikembangkan (Santosa, 2022).

Pengelolaan sistem berbasis web juga mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan data dan monitoring aktivitas, yang memiliki kesamaan pendekatan dengan sistem risk register pada penelitian ini (STT-PLN, 2019).

Dengan merujuk pada berbagai sumber dan implementasi sistem sebelumnya, studi ini menggabungkan modul kalkulasi risiko otomatis melalui pendekatan kalkulator risiko berbasis AI. Modul ini menerapkan konsep pengukuran risiko konvensional yang menggabungkan nilai Likelihood (kemungkinan) dan Impact (dampak) untuk secara otomatis menghasilkan Risk Score (skor risiko). Sistem dilengkapi dengan API AI yang mengevaluasi pola historis risiko untuk memberikan saran dan prediksi mitigasi secara langsung. Rumus dan parameter perhitungan tersebut dapat ditemukan pada Tabel berikut:

Tabel 2. 2 Parameter dan Implementasi AI

N o	Parameter	Deskripsi	Simbol	Skala / Nilai	Rumus / Formul a	Implementas i dalam Sistem
1	Likelihood (Kemungkinan)	Menunjukkan tingkat kemungkinan terjadinya suatu risiko dalam proyek	L	1 (Sangat Rendah) – 5 (Sangat Tinggi)	–	Nilai diinput langsung oleh pengguna berdasarkan pertimbangan manajemen risiko (ISO 31000:2018; PMI, 2021)
2	Impact (Dampak)	Menggambarkan tingkat dampak atau konsekuensi yang	I	1 (Tidak Signifikan) – 5 (Kritis)	–	Ditentukan oleh pengguna berdasarkan kategori

		ditimbulkan jika risiko terjadi				dampak proyek sesuai standar manajemen risiko
3	Risk Score (Skor Risiko)	Nilai total risiko yang diperoleh dari kombinasi Likelihood dan Impact	R	1 – 25	$R = L \times I$	Dihitung otomatis oleh sistem menggunakan perhitungan matematis sederhana (risk matrix) tanpa keterlibatan AI
4	Risk Level (Tingkat Risiko)	Klasifikasi tingkat risiko berdasarkan nilai Risk Score	–	1–5: Rendah 6–12: Sedang 13–25: Tinggi	–	Sistem mengklasifikasi tingkat risiko secara otomatis berdasarkan hasil perhitungan skor
5	AI Risk Justification Module	Modul Artificial Intelligence yang digunakan	–	–	–	Digunakan untuk membantu menyusun justifikasi

		untuk menghasilkan deskripsi justifikasi risiko dan rekomendasi mitigasi				risiko dan saran mitigasi secara otomatis berdasarkan input deskripsi risiko pengguna
--	--	--	--	--	--	---

Parameter perhitungan risiko pada Tabel 2.2 mengacu pada standar manajemen risiko ISO 31000:2018 dan PMBOK (PMI, 2021) yang menggabungkan konsep *Likelihood* dan *Impact* dalam matriks risiko (*risk matrix*). Nilai *Risk Score* diperoleh melalui perhitungan matematis sederhana menggunakan rumus $R = L \times I$, kemudian diklasifikasikan ke dalam tingkat risiko tertentu berdasarkan rentang skor yang telah ditetapkan.

Dalam penelitian ini, pengembangan sistem dilakukan dengan integrasi Artificial Intelligence (AI) yang berfungsi untuk mendukung penyusunan justifikasi risiko dan rekomendasi mitigasi secara otomatis. AI tidak digunakan untuk menghitung skor risiko maupun menentukan klasifikasi tingkat risiko, melainkan sebagai alat bantu analisis berbasis teks untuk meningkatkan kualitas deskripsi dan rekomendasi pengendalian risiko.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Konsep Manajemen Risiko

Menurut ISO 31000:2018, manajemen risiko adalah aktivitas terkoordinasi yang dilakukan untuk mengarahkan dan mengendalikan organisasi dalam menghadapi risiko. Risiko diartikan sebagai dampak dari ketidakpastian terhadap pencapaian tujuan organisasi.

Dalam konteks pengembangan sistem berbasis proyek, pendekatan ini juga dijelaskan dalam panduan Project Management Body of Knowledge (*PMBOK® Guide*) (Project Management Institute, 2021).

Menurut Pressman (2020), penerapan metodologi rekayasa perangkat lunak yang tepat dapat meningkatkan keandalan, kualitas, dan efisiensi sistem yang dikembangkan. Selain itu, Laravel merupakan salah satu framework PHP modern yang mendukung arsitektur MVC (*Model-View-Controller*) dan menyediakan berbagai fitur keamanan untuk pengembangan web yang efisien (Otwell, 2023).

Proses manajemen risiko mencakup lima tahap utama:

1. **Identifikasi Risiko** – mengidentifikasi potensi kejadian yang dapat menimbulkan dampak negatif.
2. **Analisis Risiko** – menilai probabilitas dan dampak risiko terhadap proyek.
3. **Evaluasi Risiko** – menentukan tingkat prioritas risiko berdasarkan hasil analisis.
4. **Mitigasi Risiko** – menetapkan strategi untuk mengurangi atau mengendalikan risiko.
5. **Monitoring dan Review** – memantau efektivitas tindakan mitigasi secara berkala.

Manajemen risiko berperan penting dalam membantu organisasi menghindari kerugian, memastikan kesinambungan proyek, dan memperkuat pengambilan keputusan strategis.

2.2.2 Pengertian Risk Register

Risk Register merupakan alat utama dalam manajemen risiko yang digunakan untuk mendokumentasikan semua risiko yang telah diidentifikasi. Menurut PMBOK (2021), Risk Register berfungsi sebagai repositori data risiko yang berisi:

1. Deskripsi risiko
2. Penyebab risiko
3. Dampak risiko
4. Probabilitas dan tingkat keparahan
5. Skor risiko ($\text{Risk Score} = \text{Likelihood} \times \text{Impact}$)
6. Rencana mitigasi dan penanggung jawab risiko

Dengan adanya *Risk Register*, organisasi dapat melakukan evaluasi risiko secara komprehensif, memantau status mitigasi, serta menghasilkan laporan risiko yang terstruktur.

2.2.3 Pengertian Framework Laravel

Laravel merupakan framework *open-source* berbasis bahasa pemrograman PHP yang menggunakan arsitektur **Model-View-Controller (MVC)**. Menurut *Taylor Otwell (2019)*, Laravel dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi pengembangan web dengan struktur kode yang rapi, keamanan tinggi, dan dukungan *ORM (Object Relational Mapping)* melalui Eloquent.

Beberapa fitur unggulan Laravel antara lain:

1. **Blade Template Engine** untuk memisahkan logika dan tampilan antarmuka.
2. **Eloquent ORM** untuk interaksi database yang efisien.
3. **Middleware dan Route System** untuk manajemen akses dan keamanan.
4. **Authentication dan Authorization** bawaan untuk sistem login pengguna.
5. **Migration dan Seeder** untuk pengelolaan skema database.

Kelebihan ini menjadikan Laravel sangat cocok untuk membangun sistem Risk Register yang membutuhkan keamanan, skalabilitas, dan integrasi database yang solid.

2.2.4 Pengertian Database MySQL

MySQL adalah sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang banyak digunakan karena kemampuannya dalam mengelola data dengan struktur tabel yang terhubung menggunakan *foreign key*. MySQL mendukung *Structured Query Language (SQL)* sebagai bahasa utama dalam manipulasi data (CRUD).

Keunggulan MySQL Meliputi :

1. Kecepatan tinggi dalam pemrosesan data.
2. Dukungan untuk transaksi dengan *rollback* otomatis.
3. Keamanan data melalui *user privilege management*.
4. Kompatibilitas tinggi dengan framework seperti Laravel.

Dalam penelitian ini, MySQL digunakan untuk menyimpan data risiko, skor risiko, status mitigasi, dan informasi pengguna (admin, CRM, project manager).

2.2.5 Model Pengembangan Sistem Waterfall

Model Waterfall merupakan pendekatan pengembangan sistem secara berurutan yang mencakup tahap:

1. Analisis kebutuhan

2. Perancangan sistem
3. Implementasi
4. Pengujian
5. Pemeliharaan

Model ini cocok digunakan dalam penelitian karena memiliki dokumentasi jelas di setiap tahap serta memungkinkan kontrol kualitas sistem yang lebih baik. (Pressman, 2020).

2.2.6 Kerangka Regulasi POJK No. 1/POJK.03/2019 dan POJK No.4/POJK.05/2021

Dalam konteks lembaga jasa keuangan, penerapan manajemen risiko telah diatur secara ketat oleh Otoritas Jasa Keuangan (OJK) melalui berbagai regulasi yang menjadi pedoman operasional dan tata kelola teknologi informasi.

Menurut Peraturan OJK No. 1/POJK.03/2019 tentang Penerapan Manajemen Risiko bagi Bank Umum, setiap lembaga jasa keuangan wajib menerapkan sistem manajemen risiko yang memadai, mencakup proses identifikasi, pengukuran, pemantauan, dan pengendalian risiko yang dapat memengaruhi pencapaian tujuan organisasi. Regulasi ini menegaskan bahwa penerapan manajemen risiko harus terintegrasi ke dalam seluruh aktivitas dan proses bisnis (Otoritas Jasa Keuangan, 2019).

Sementara itu, Peraturan OJK No. 4/POJK.05/2021 tentang Penerapan Manajemen Risiko dalam Penggunaan Teknologi Informasi oleh Lembaga Jasa Keuangan Nonbank menekankan pentingnya pengelolaan risiko yang timbul akibat penggunaan teknologi informasi, termasuk risiko keamanan data, serangan siber, kegagalan sistem, serta risiko pihak ketiga (outsourcing). Regulasi ini mewajibkan setiap lembaga asuransi, termasuk PT BRI Insurance (BRINS), untuk memiliki kerangka kerja manajemen risiko TI yang mencakup empat komponen utama: identifikasi, pengukuran, pengendalian, dan pemantauan risiko (Otoritas Jasa Keuangan, 2021).

Penerapan kedua regulasi ini menjadi dasar pengembangan sistem Risk Register berbasis web dalam penelitian ini, dengan tujuan untuk mendukung tata kelola risiko yang sesuai dengan standar nasional serta meningkatkan efektivitas pengawasan dan pelaporan risiko di lingkungan PT BRI Insurance (BRINS).

2.2.7 Konsep AI dan Google Gemini

Artificial Intelligence (AI) adalah bidang dalam ilmu komputer yang berfokus

pada pengembangan sistem yang mampu menjalankan tugas-tugas kompleks yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia, seperti analisis data, pengenalan pola, dan pengambilan keputusan.

Google Gemini adalah model AI terbaru dari Google DeepMind yang dirancang untuk memahami berbagai jenis data—teks, gambar, suara, dan video—melalui pendekatan multimodal. Diluncurkan pada 2023, Gemini versi 2.5 menawarkan peningkatan dalam akurasi dan efisiensi. Teknologi ini telah diintegrasikan ke dalam berbagai layanan Google dan tersedia melalui platform pengembangan seperti Google AI Studio dan Vertex AI.

Dalam konteks penelitian ini, Gemini dapat dimanfaatkan untuk mempercepat analisis data risiko, menghasilkan laporan otomatis, dan mendeteksi tren risiko secara real-time.

2.2.8 Konsep Sistem Informasi Manajemen Risiko

Sistem informasi manajemen risiko adalah sebuah platform teknologi yang dirancang untuk membantu organisasi dalam mengidentifikasi, menganalisis, memantau, dan mengendalikan risiko secara lebih efektif dan efisien. Sistem ini mengintegrasikan data risiko dari berbagai sumber dan menyajikannya dalam bentuk yang mudah dipahami, sehingga memudahkan pengambilan keputusan berbasis data.

Menurut Laudon & Laudon (2020), sistem informasi manajemen berfungsi sebagai alat bantu dalam proses pengambilan keputusan strategis dan operasional. Dalam konteks manajemen risiko, sistem ini memungkinkan organisasi untuk:

- Mencatat dan menyimpan data risiko secara sistematis
- Melakukan analisis risiko berdasarkan parameter yang telah ditentukan
- Memantau status mitigasi dan perkembangan risiko secara real-time
- Menghasilkan laporan risiko yang terstruktur dan dapat diakses oleh pihak terkait

Dengan adanya sistem informasi manajemen risiko, perusahaan dapat mengurangi ketergantungan pada proses manual yang rentan terhadap kesalahan dan keterlambatan. Sistem ini juga mendukung penerapan prinsip transparansi, akuntabilitas, dan kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku.

2.2.9 Konsep Otomatisasi dalam Sistem Informasi

Otomatisasi dalam sistem informasi merujuk pada proses penggantian aktivitas

manual dengan teknologi digital yang dapat menjalankan tugas secara mandiri dan konsisten. Dalam konteks manajemen risiko, otomatisasi memungkinkan organisasi untuk mempercepat proses identifikasi, analisis, dan pelaporan risiko tanpa harus bergantung sepenuhnya pada intervensi manusia.

Menurut Turban et al. (2018), otomatisasi sistem informasi dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi kesalahan manusia (human error), dan mempercepat pengambilan keputusan. Beberapa bentuk otomatisasi yang umum dalam sistem manajemen risiko meliputi:

- Perhitungan skor risiko secara otomatis berdasarkan parameter probabilitas dan dampak
- Pembuatan laporan risiko dalam format digital seperti excel
- Notifikasi otomatis untuk status risiko yang belum ditangani
- Analisis tren risiko berdasarkan data historis

Dengan penerapan otomatisasi, sistem Risk Register dapat memberikan hasil yang lebih cepat dan akurat, sekaligus mendukung prinsip transparansi dan akuntabilitas dalam pengelolaan risiko.

2.2.10 Konsep Role-Based Access Control (RBAC)

Role-Based Access Control (RBAC) adalah pendekatan sistem keamanan yang mengatur hak akses pengguna berdasarkan peran atau fungsi mereka dalam organisasi. Dalam sistem informasi, RBAC berfungsi untuk memastikan bahwa setiap pengguna hanya dapat mengakses data dan fitur yang sesuai dengan tanggung jawabnya.

Menurut Sandhu et al. (1996), RBAC terdiri dari tiga komponen utama:

1. **Peran (Role)** – sekumpulan hak akses yang dikaitkan dengan fungsi tertentu dalam organisasi (misalnya: admin, manajer risiko, auditor).
2. **Pengguna (User)** – individu yang memiliki satu atau lebih peran.
3. **Hak akses (Permissions)** – tindakan yang dapat dilakukan terhadap objek sistem (misalnya: melihat, mengedit, menghapus data).

Penerapan RBAC dalam sistem Risk Register sangat penting untuk menjaga kerahasiaan data risiko antar divisi. Misalnya, laporan risiko internal dari satu departemen tidak seharusnya dapat diakses oleh divisi lain tanpa otorisasi. Dengan RBAC, sistem dapat membatasi akses berdasarkan peran pengguna, sehingga mencegah kebocoran informasi dan meningkatkan keamanan data.

2.2.11 Konsep Dashboard Interaktif

Dashboard interaktif merupakan komponen visual dalam sistem informasi yang menyajikan data secara real-time dalam bentuk grafik, tabel, dan indikator yang mudah dipahami. Tujuan utama dari dashboard adalah memberikan gambaran menyeluruh dan cepat terhadap kondisi atau status suatu sistem, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan monitoring dan pengambilan keputusan.

Menurut Few (2006), dashboard yang efektif harus mampu menyampaikan informasi penting secara ringkas, relevan, dan dapat diakses dengan mudah oleh pengguna sesuai peran dan kebutuhannya. Dalam sistem manajemen risiko, dashboard interaktif berfungsi untuk:

- Menampilkan status risiko berdasarkan tingkat keparahan dan probabilitas
- Memantau perkembangan mitigasi risiko secara langsung
- Menyediakan indikator performa dan tren risiko dari waktu ke waktu
- Memfasilitasi analisis visual terhadap data historis

Dengan adanya dashboard, pengguna seperti manajer risiko atau auditor dapat dengan cepat mengidentifikasi area yang membutuhkan perhatian, serta melakukan evaluasi terhadap efektivitas strategi mitigasi yang telah diterapkan. Visualisasi data juga membantu meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam pengelolaan risiko.

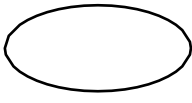
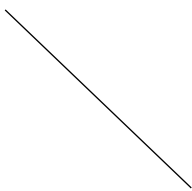
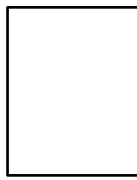
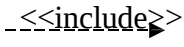
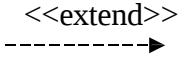
2.2.12 Unified Modeling Language

UML merupakan bahasa visual yang menggunakan diagram untuk menggambarkan sistem perangkat lunak. Mekanisme ekstensi seperti stereotip, nilai yang ditandai dan batasan didukung oleh *UML* (Ordonez-Briceno et al., 2024). *UML* membantu kita memahami sistem yang kompleks dengan menyediakan berbagai diagram yang menunjukkan struktur dan perilaku sistem tersebut, termasuk model bisnis.

1. Diagram *use case*

use case adalah representasi visual dari interaksi antara aktor (pengguna atau sistem lain) dengan sistem. Diagram ini mengidentifikasi fungsionalitas sistem yang dibutuhkan oleh aktor. (Lestari et al., 2018).

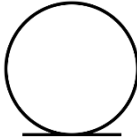
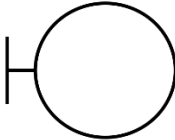
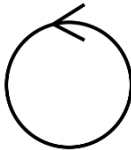
Tabel 2. 3 Simbol Use Case Diagram

No	Simbol	Nama	Keterangan
1		Aktor	Menggambarkan karakter yang terlibat dalam sistem. dan memiliki kemampuan untuk menerima dan menyampaikan data ke sistem.
2		<i>Use Case</i>	Menjabarkan maksud dan tujuan di balik pembuatan sistem ini..
3		<i>Association</i>	Mendefinisikan asosiasi antara <i>use case</i> dan aktor.
4		<i>Sistem Boundary</i>	Mengidentifikasi komponen utama sistem.
5		<i>Include</i>	Mendefinisikan relasi inklusi antar <i>use case</i> .
6		<i>Extend</i>	Menggambarkan hubungan opsional antara <i>use case</i> .

2. Diagram urutan (*Sequence Diagram*)

Sequence diagram merepresentasikan aliran fungsionalitas dalam suatu skenario use case dengan menggambarkan interaksi antar entitas di dalam sistem secara berurutan. Diagram ini menampilkan bagaimana objek atau aktor saling berkomunikasi melalui pengiriman pesan untuk mencapai suatu proses tertentu. Dalam sequence diagram, setiap entitas direpresentasikan dengan garis vertikal terputus-putus yang disebut lifeline, sedangkan pesan atau interaksi antar entitas digambarkan dalam bentuk garis horizontal. Urutan pesan tersebut disusun secara kronologis dari atas ke bawah untuk menunjukkan aliran proses yang terjadi dari awal hingga akhir skenario. Dengan demikian, sequence diagram membantu dalam memahami dinamika perilaku sistem secara lebih terstruktur dan sistematis.

Tabel 2. 4 Simbol Sequence Diagram

No	Simbol	Nama	Keterangan
1		<i>Actor</i>	Menjadi subjek dari interaksi sistem.
2		<i>Entity Class</i>	Menjelaskan interaksi yang akan terjadi.
3		<i>Boundary Class</i>	Merepresentasikan hubungan pada elemen yang berbeda, atau bisa disebut penghubung <i>actor</i> dengan layar
4		<i>Control Class</i>	Berperan sebagai alat pengendali untuk optimalisasi jadwal.

5		<i>A focus of control & a life line</i>	Mendefinisikan <i>scope</i> dari pesan.
6		<i>A message</i>	Berfungsi untuk pengiriman pesan

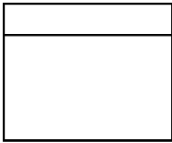
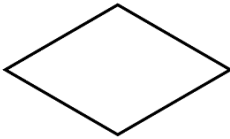
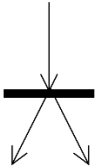
3. Activity diagram

Activity diagram digunakan untuk menggambarkan urutan proses dan alur aktivitas dalam sistem secara rinci dan terstruktur. Diagram ini diperlukan karena *use case diagram* hanya menunjukkan hubungan antara aktor dan sistem tanpa menjelaskan bagaimana proses berlangsung.

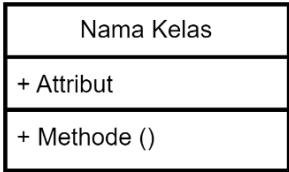
Melalui activity diagram, analis dapat memodelkan alur kerja mulai dari *initial state*, aktivitas, percabangan (*decision*), hingga *final state*. Diagram ini membantu memvisualisasikan proses bisnis secara sistematis serta mendukung tahap perancangan sistem selanjutnya (Desyanita, 2022).

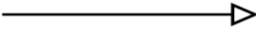
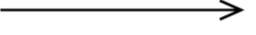
Tabel 2. 5 Simbol Activity Diagram

No	Simbol	Nama	Keterangan
1		<i>Start point</i>	Menjadi titik awal yang menandai dimulainya suatu proses.
2		<i>End point</i>	Menunjukkan titik akhir dari aliran.

3		Kondisi Transisi	Tahap peralihan
4		<i>Swimlane</i>	Untuk mengelompokkan <i>activity</i> berdasarkan aktor
5		<i>Activity</i>	Memvisualisasikan alur kerja pada diagram.
6		<i>Decision Point</i>	Pilihan antara dua kemungkinan
7		<i>Fork</i> (percabangan)	Merepresentasikan proses yang berjalan secara simultan.

Tabel 2. 6 Simbol Class Diagram

No	Simbol	Nama	Keterangan
1		<i>Class</i>	Memvisualisasikan komponen-komponen dasar sebuah kelas.
2		<i>Association</i>	Hubungan statis antar kelas merepresentasikan keterkaitan antara dua atau lebih kelas, di mana satu kelas memiliki atribut yang merupakan instansiasi dari kelas lain.
3		<i>Agregation</i>	Kaitan antara dua kelas di mana satu kelas menjadi ciri dari kelas lainnya
4		<i>Composition</i>	Hubungan komposisi mendefinisikan bahwa objek bagian tidak dapat eksis tanpa objek keseluruhan

5		<i>Generalization</i>	Hubungan pewarisan di mana kelas anak mewarisi semua karakteristik dari kelas induknya.
6		<i>Directed Association</i>	Asosiasi yang menunjukkan ketergantungan satu kelas pada kelas lain.

4. Class Diagram

Class Diagram merepresentasikan struktur sistem serta hubungan antar kelas yang terdapat di dalamnya. Diagram ini disusun berdasarkan hasil analisis dari *Use Case Diagram* dan *Sequence Diagram* yang menggambarkan kebutuhan fungsional serta alur interaksi sistem. Setiap kelas memiliki atribut dan metode yang merepresentasikan data serta fungsi yang dijalankan dalam sistem.

Atribut dan metode pada Class Diagram memiliki tingkat akses (*access modifier*) sebagai berikut:

- **Private**, hanya dapat diakses oleh kelas itu sendiri.
- **Protected**, dapat diakses oleh kelas tersebut serta kelas turunan (*inheritance*).
- **Public**, dapat diakses oleh seluruh kelas dalam sistem.

Penggunaan *access modifier* bertujuan untuk menjaga prinsip enkapsulasi dan keamanan data dalam perancangan sistem berorientasi objek, sehingga akses terhadap data dan fungsi dapat dikontrol secara terstruktur (Lestari et al., 2018).