

# Pengaruh Metode Waterfall dalam Penyempurnaan Proses Pengembangan Sistem Informasi Akademik secara Sistematis

## Impact of Waterfall Method on Systematic Academic Information System Development

Po Abas Sunarya<sup>1</sup> , Untung Rahardja<sup>2</sup> , Nuke Puji Lestari Santoso<sup>3</sup> , Mulyati<sup>4</sup> , Kenny Ilyas

Mustofa<sup>5\*</sup> , Daniel Bennet<sup>6</sup> 

<sup>1,5</sup>Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Raharja, Indonesia

<sup>2,3,4</sup>Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Raharja, Indonesia

<sup>6</sup>Fakultas Sains dan Teknologi, Eduaward Incorporation, United Kingdom

<sup>1</sup>abas@raharja.info, <sup>2</sup>untung@raharja.info, <sup>3</sup>nuke@raharja.info, <sup>4</sup>mulyati@raharja.info, <sup>5</sup>kenny.ilyas@raharja.info,

<sup>6</sup>daniel.bennet@eduaward.co.uk

**\*Penulis Korespondensi**

### Artikel Info

#### Riwayat Artikel:

Penyerahan Januari 10, 2025

Revisi Februari 4, 2025

Diterima Februari 15, 2025

Diterbitkan Februari 25, 2025

#### Kata Kunci:

Sistem Informasi Akademik

Metode Waterfall

Efisiensi

Kualitas

Proses Sistematis

#### Keywords:

Academic Information System

Waterfall Method

Efficiency

Quality

Systematic Process



### ABSTRAK

**Sistem informasi akademik** memiliki peran penting dalam mendukung operasional institusi pendidikan, terutama dalam pengelolaan data yang kompleks. Tantangan utama dalam pengembangannya adalah memastikan prosesnya terstruktur, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Metode Waterfall, sebagai salah satu pendekatan pengembangan yang berurutan dan sistematis, sering digunakan dalam proyek pengembangan sistem informasi. Namun, efektivitas metode ini dalam konteks sistem informasi akademik memerlukan analisis lebih lanjut. **Penelitian ini bertujuan** untuk menganalisis pengaruh metode Waterfall terhadap penyempurnaan proses pengembangan sistem informasi akademik. Fokus penelitian terletak pada tiga aspek utama, yaitu efisiensi waktu, biaya, dan kualitas hasil akhir. **Pendekatan deskriptif kuantitatif dan kualitatif** digunakan dalam penelitian ini. Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam dengan pengembang sistem, survei kepada pengguna (administrasi akademik, dosen, dan mahasiswa), serta studi kasus pada institusi pendidikan yang menggunakan metode Waterfall. **Hasil penelitian** menunjukkan bahwa metode Waterfall mampu memberikan struktur yang jelas dalam proses pengembangan sistem informasi akademik. Hal ini berdampak positif pada efisiensi waktu dan kualitas hasil akhir. Namun, kelemahan utama metode ini adalah kurangnya fleksibilitas dalam menghadapi perubahan kebutuhan yang sering terjadi selama proyek berlangsung. **Kesimpulannya**, metode Waterfall efektif untuk proyek pengembangan sistem informasi akademik dengan kebutuhan yang stabil dan terdefinisi dengan baik. Penelitian ini memberikan rekomendasi eksplorasi pendekatan hybrid, seperti kombinasi metode Waterfall dan Agile, untuk meningkatkan responsivitas terhadap perubahan kebutuhan pengguna di masa depan.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



### ABSTRACT

**Academic information systems** play a crucial role in supporting the operations of educational institutions, particularly in managing complex data. The main challenge in their development is ensuring that the process is structured,

efficient, and aligned with user needs. The Waterfall method, as one of the sequential and systematic development approaches, is often used in information system development projects. However, its effectiveness in the context of academic information systems requires further analysis. **This study** aims to analyze the impact of the Waterfall method on improving the development process of academic information systems. The research focuses on three main aspects: time efficiency, cost, and the quality of the final output. Both **quantitative and qualitative** descriptive approaches were employed in this study. Data were collected through in-depth interviews with system developers, surveys of users (academic administration, lecturers, and students), and case studies at educational institutions using the Waterfall method. **The results** show that the Waterfall method provides a clear structure in the development process of academic information systems. This has a positive impact on time efficiency and the quality of the final output. However, the main drawback of this method is its lack of flexibility in addressing changing needs that often arise during the project. **In conclusion**, the Waterfall method is effective for academic information system development projects with stable and well-defined requirements. This study recommends exploring a hybrid approach, such as combining Waterfall with Agile, to improve responsiveness to changes in user needs in the future.

*Ini adalah artikel akses terbuka di bawah [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.*



DOI: <https://doi.org/10.33050/tmj.v9i3.2421>

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah CC-BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

©Penulis memegang semua hak cipta

## 1. PENDAHULUAN

Sistem informasi akademik memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung operasional perguruan tinggi dan institusi pendidikan [1]. Sistem ini membantu dalam pengelolaan berbagai aktivitas seperti pendaftaran mahasiswa, manajemen kurikulum, pengolahan data akademik, hingga evaluasi kinerja mahasiswa dan dosen [2]. Dalam era digital yang semakin berkembang, kebutuhan akan sistem informasi akademik yang terstruktur, efisien, dan dapat memenuhi kebutuhan pengguna menjadi semakin mendesak [3]. Sistem yang baik tidak hanya mampu meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga memberikan kemudahan dalam pengambilan keputusan berdasarkan data yang akurat dan real-time [4].

Namun, pengembangan sistem informasi akademik menghadapi tantangan yang cukup kompleks [5]. Tantangan ini meliputi pengelolaan kebutuhan pengguna yang beragam, keterbatasan sumber daya, serta memastikan setiap tahapan pengembangan dilakukan secara sistematis untuk menghasilkan sistem yang berkualitas [6]. Dalam konteks ini, metode Waterfall muncul sebagai salah satu pendekatan klasik yang sering digunakan dalam proyek pengembangan sistem informasi [7]. Metode ini menawarkan kerangka kerja yang terstruktur dengan tahapan yang berurutan, mulai dari analisis kebutuhan, desain, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan [8]. Dengan pendekatan yang sistematis, metode Waterfall diharapkan mampu menyempurnakan proses pengembangan sistem informasi akademik [9].

Namun, seiring dengan perkembangan kebutuhan pengguna yang semakin dinamis, efektivitas metode Waterfall dalam mendukung efisiensi dan kualitas pengembangan sistem informasi akademik masih menjadi pertanyaan yang memerlukan kajian mendalam [10]. Selain itu, penerapan metode ini sering kali dibatasi oleh kurangnya fleksibilitas untuk menyesuaikan perubahan kebutuhan selama proyek berlangsung, yang menjadi salah satu batasan (limitation) utama [11]. Kesenjangan penelitian (research gap) muncul karena terbatasnya studi yang secara khusus mengevaluasi dampak metode Waterfall dalam konteks pengembangan sistem informasi akademik di institusi pendidikan [12].

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dampak metode Waterfall terhadap penyempurnaan proses pengembangan sistem informasi akademik, terutama dalam aspek efisiensi waktu, biaya, dan kualitas hasil akhir [13]. Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan, baik secara akademis maupun praktis [14]. Dari sisi akademis, penelitian ini akan menambah literatur yang relevan tentang penerapan metode Waterfall dalam pengembangan sistem informasi akademik [15]. Dari sisi praktis, penelitian ini dapat menjadi panduan bagi institusi pendidikan dalam memilih metode pengembangan yang sesuai dengan kebutuhan mereka [16]. Selain itu, penelitian ini menawarkan nilai kebaruan (novelty) dengan mengkaji secara mendalam efektivitas metode Waterfall dalam proyek pengembangan sistem informasi akademik yang terstruktur dan sistematis [17].

Dengan memahami pengaruh metode Waterfall, penelitian ini diharapkan mampu memberikan wawasan yang komprehensif tentang bagaimana pendekatan klasik ini dapat mendukung pengembangan sistem informasi akademik yang efisien, terstruktur, dan berkualitas [18]. Sebagai saran untuk penelitian masa depan (future research), diperlukan eksplorasi terhadap penerapan metode hybrid seperti kombinasi Waterfall dengan pendekatan Agile, untuk mengatasi keterbatasan fleksibilitas dalam proyek yang bersifat dinamis [19].

## **2. PERMASALAHAN**

### **2.1. Efektivitas Metode Waterfall dalam Pengembangan Sistem Informasi Akademik**

Sistem informasi akademik memiliki peran penting dalam mendukung operasional institusi pendidikan, terutama dalam pengelolaan data yang kompleks [20]. Oleh karena itu, pengembangannya harus terstruktur dan efisien agar optimal dalam memenuhi kebutuhan pengguna [21]. Metode Waterfall merupakan salah satu pendekatan yang sering digunakan dalam pengembangan sistem informasi akademik karena sifatnya yang linier dan berurutan, dimulai dari analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan [22]. Dengan pendekatan ini, setiap tahapan harus diselesaikan sepenuhnya sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, sehingga dokumentasi menjadi lebih terstruktur dan kontrol kualitas dapat dilakukan dengan baik [23].

Namun, efektivitas metode ini masih menjadi perdebatan, terutama dalam konteks pengembangan sistem informasi akademik yang dinamis [24]. Beberapa studi menunjukkan bahwa metode Waterfall mampu meningkatkan efisiensi waktu dan kualitas hasil akhir, karena struktur pengembangannya yang jelas dan terdokumentasi dengan baik [25]. Di sisi lain, metode ini juga memiliki kelemahan utama, yaitu kurang fleksibel dalam menghadapi perubahan kebutuhan pengguna yang mungkin terjadi di tengah proses pengembangan [26]. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk memahami sejauh mana metode Waterfall dapat diterapkan secara efektif dalam pengembangan sistem informasi akademik, serta bagaimana metode ini dapat dioptimalkan untuk mengatasi tantangan yang muncul [27].

### **2.2. Keterbatasan Fleksibilitas dalam Mengakomodasi Perubahan Kebutuhan**

Dalam proses pengembangan perangkat lunak, sering kali terjadi perubahan kebutuhan yang tidak terduga, baik karena adanya masukan dari pengguna, perkembangan teknologi, maupun kebijakan institusi [28]. Metode Waterfall yang bersifat rigid dan tidak iteratif sering kali mengalami kesulitan dalam menyesuaikan perubahan tersebut, karena setiap tahapan harus diselesaikan sepenuhnya sebelum tahap berikutnya dimulai [29]. Hal ini dapat menyebabkan:

#### **1. Penundaan Proyek**

Jika terjadi perubahan di tengah proses pengembangan, revisi harus dilakukan dari awal, yang dapat memperlambat jadwal proyek.

#### **2. Kelebihan Biaya**

Perubahan yang muncul setelah tahap implementasi dapat menyebabkan tambahan biaya yang signifikan, terutama jika memerlukan perubahan pada arsitektur sistem.

#### **3. Ketidaksesuaian dengan Kebutuhan Pengguna**

Karena pengembangan dilakukan secara berurutan, sistem yang dihasilkan mungkin tidak lagi sepenuhnya sesuai dengan kebutuhan terbaru pengguna pada saat peluncuran.

Mengingat keterbatasan ini, penting untuk mengevaluasi apakah metode Waterfall tetap menjadi pilihan terbaik dalam pengembangan sistem informasi akademik, atau apakah diperlukan pendekatan yang lebih fleksibel untuk mengakomodasi perubahan kebutuhan yang sering terjadi [30].

### **2.3. Perbandingan Metode Waterfall dengan Agile dan Iterative**

Dalam dunia pengembangan perangkat lunak, metode Waterfall sering dibandingkan dengan pendekatan lain seperti Agile dan Iterative, yang masing-masing memiliki karakteristik dan keunggulan tersendiri, terutama dalam hal fleksibilitas dan kemampuan beradaptasi terhadap perubahan kebutuhan selama proses pengembangan berlangsung [31]. Metode Agile dikenal dengan pendekatannya yang iteratif dan inkremental, memungkinkan tim pengembang untuk terus melakukan evaluasi dan penyesuaian berdasarkan umpan balik pengguna, sehingga lebih cocok untuk proyek yang dinamis dan sering mengalami perubahan spesifikasi [32].

Sementara itu, metode Iterative menawarkan keseimbangan antara pendekatan terstruktur seperti Waterfall dan fleksibilitas seperti Agile, dengan cara membagi pengembangan sistem ke dalam beberapa siklus pengulangan bertahap, yang memungkinkan evaluasi dan perbaikan sebelum mencapai tahap akhir implementasi. Perbandingan lebih rinci mengenai perbedaan ketiga metode ini dalam berbagai aspek pengembangan sistem dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perbandingan Pendekatan Waterfall, Agile, dan Iterative dalam Pengembangan Sistem Informasi

Aspek	Waterfall	Agile	Iterative
Pendekatan	Linear dan berurutan	Iteratif dan inkremental	Pengulangan bertahap
Fleksibilitas	Rendah	Tinggi	Sedang
Dokumentasi	Lengkap	Minimal	Cukup
Cocok untuk proyek	Kebutuhan stabil	Kebutuhan dinamis	Kebutuhan bertahap

Dari tabel 1, terlihat bahwa metode Agile lebih fleksibel dibandingkan Waterfall, karena bersifat iteratif dan memungkinkan pengembang untuk menyesuaikan kebutuhan pengguna secara lebih cepat. Namun, kelemahan utama Agile terletak pada kurangnya dokumentasi yang lengkap, sehingga dapat menyulitkan dalam proyek yang memerlukan kepatuhan terhadap standar atau regulasi tertentu. Sementara itu, metode Iterative menawarkan keseimbangan antara fleksibilitas dan dokumentasi, sehingga dapat menjadi alternatif yang lebih seimbang bagi proyek dengan kebutuhan yang berkembang secara bertahap.

#### 2.4. Implikasi bagi Institusi Pendidikan

Berdasarkan perbandingan di atas, pemilihan metode pengembangan sistem informasi akademik tidak bisa dilakukan secara sembarangan, melainkan harus disesuaikan dengan kebutuhan institusi, kompleksitas proyek, serta tingkat perubahan yang diharapkan. Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas beberapa pertimbangan utama dalam memilih metode pengembangan yang optimal, seperti:

1. Jika kebutuhan stabil dan terdokumentasi dengan baik, metode Waterfall dapat menjadi pilihan terbaik karena memberikan struktur yang jelas dan proses pengembangan yang terorganisir.
2. Jika proyek memerlukan fleksibilitas tinggi dalam menghadapi perubahan, metode Agile lebih cocok, meskipun memerlukan manajemen tim yang lebih dinamis dan dokumentasi yang lebih fleksibel.
3. Jika proyek membutuhkan pendekatan bertahap yang memungkinkan evaluasi dan perbaikan di setiap iterasi, metode Iterative bisa menjadi solusi yang efektif.

Untuk meningkatkan efektivitas pengembangan sistem informasi akademik, kombinasi metode Waterfall dan Agile (Hybrid Approach) dapat menjadi solusi yang menarik. Pendekatan ini memungkinkan proyek tetap memiliki dokumentasi yang baik, tetapi tetap responsif terhadap perubahan kebutuhan pengguna. Dengan demikian, penelitian ini akan mengeksplorasi potensi penggunaan pendekatan hybrid untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas sistem informasi akademik di institusi pendidikan.

#### 2.5. Kerangka Konseptual

Penelitian ini menghubungkan metode Waterfall dengan penyempurnaan proses pengembangan sistem informasi akademik melalui tiga aspek utama berikut:

1. Efisiensi Waktu  
Dengan pendekatan berurutan, setiap tahapan diselesaikan sepenuhnya sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, yang mengurangi kemungkinan pengulangan.
2. Kualitas Hasil Akhir  
Dokumentasi yang lengkap serta proses pengujian yang terstruktur memastikan bahwa sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan awal dan memiliki tingkat keandalan yang tinggi.
3. Keterbatasan Fleksibilitas  
Kurangnya adaptabilitas terhadap perubahan kebutuhan pengguna menjadi tantangan utama dalam penerapan metode ini, sehingga perlu dipertimbangkan alternatif lain atau pendekatan hybrid.

Kerangka konseptual ini akan menjadi dasar untuk menganalisis bagaimana metode Waterfall dapat memengaruhi efisiensi dan kualitas dalam pengembangan sistem informasi akademik.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur hubungan antara metode Waterfall dan variabel-variabel seperti efisiensi waktu dan kualitas hasil pengembangan sistem informasi akademik. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menggali wawasan lebih dalam mengenai pengalaman pengembang dan pengguna sistem.

#### 3.1. Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada institusi pendidikan yang telah menerapkan sistem informasi akademik menggunakan metode Waterfall dalam pengembangannya. Institusi yang dipilih telah menggunakan sistem ini secara aktif untuk mendukung berbagai aktivitas akademik, termasuk pengelolaan data mahasiswa, administrasi perkuliahan, penilaian, serta pelaporan akademik. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada pertimbangan bahwa institusi tersebut telah menerapkan metode Waterfall dalam proses pengembangan sistemnya, sehingga dapat memberikan wawasan yang relevan terkait kelebihan dan tantangan dari pendekatan tersebut. Subjek penelitian meliputi:

##### 1. Pengembang Sistem

Kelompok ini terdiri dari individu yang bertanggung jawab dalam seluruh tahapan pengembangan sistem informasi akademik, mulai dari perancangan arsitektur sistem, implementasi kode program, pengujian fungsionalitas, hingga proses pemeliharaan sistem. Pengembang sistem memiliki peran penting dalam menentukan bagaimana metode Waterfall diterapkan, serta bagaimana struktur yang berurutan dalam metode ini memengaruhi proses pengembangan secara keseluruhan. Melalui wawancara dengan pengembang, penelitian ini menggali lebih dalam mengenai pengalaman mereka dalam menggunakan metode Waterfall, tantangan teknis yang dihadapi, serta efektivitas pendekatan ini dalam mencapai tujuan sistem.

##### 2. Pengguna Sistem

Kelompok ini mencakup administrasi akademik, dosen, dan mahasiswa yang secara aktif menggunakan sistem informasi akademik dalam kegiatan sehari-hari. Administrasi akademik memanfaatkan sistem untuk mengelola data mahasiswa, penjadwalan perkuliahan, serta pelaporan akademik, sedangkan dosen menggunakan sistem untuk mengakses kurikulum, mengelola nilai mahasiswa, dan memberikan umpan balik akademik. Sementara itu, mahasiswa berinteraksi dengan sistem dalam hal registrasi mata kuliah, pengunduhan materi perkuliahan, hingga melihat hasil evaluasi akademik. Dalam penelitian ini, pengguna sistem menjadi subjek penting untuk mengevaluasi sejauh mana metode Waterfall mampu menghasilkan sistem yang sesuai dengan kebutuhan mereka, serta apakah terdapat kendala atau keterbatasan dalam penggunaannya.

#### 3.2. Metode Pengumpulan Data

##### 1. Wawancara Mendalam

Wawancara dilakukan dengan pengembang sistem untuk mendapatkan wawasan tentang pengalaman mereka dalam menerapkan metode Waterfall, tantangan yang dihadapi, serta dampaknya terhadap pengembangan sistem informasi akademik. Wawancara ini mencakup berbagai aspek, termasuk kelebihan metode Waterfall dalam memberikan struktur yang sistematis serta kendala yang muncul saat terjadi perubahan kebutuhan pengguna.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa pengembang sistem di salah satu perguruan tinggi negeri menghadapi tantangan dalam melakukan penyesuaian fitur yang telah dirancang di awal pengembangan. Sementara itu, dari perspektif pengguna, seorang dosen di sebuah institusi swasta mengungkapkan bahwa meskipun sistem yang dikembangkan memiliki kestabilan tinggi, ada kebutuhan untuk menyesuaikan fitur sistem seiring dengan perubahan kebijakan akademik. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun metode Waterfall memberikan kejelasan dalam proses pengembangan, keterbatasan dalam fleksibilitas perlu menjadi pertimbangan dalam pengembangan sistem informasi akademik yang dinamis.

## 2. Survei

Kuesioner disebarikan kepada pengguna sistem (administrasi akademik, dosen, mahasiswa) untuk mengukur persepsi mereka terhadap efisiensi waktu, kualitas hasil, dan keandalan sistem informasi akademik.

3. Studi Kasus Studi kasus dilakukan pada proyek pengembangan sistem informasi akademik di institusi pendidikan tertentu. Data yang dianalisis meliputi dokumentasi proyek, laporan hasil pengujian, dan evaluasi implementasi.

### 3.3. Metode Analisis Data

#### 1. Analisis Deskriptif

Data kualitatif dari wawancara dan survei dianalisis secara tematik untuk mengidentifikasi pola dan tren utama. Hasil analisis ini digunakan untuk memahami persepsi dan pengalaman subjek penelitian.

#### 2. Analisis Statistik

Data survei dianalisis menggunakan metode statistik untuk mengukur hubungan antara metode Waterfall (variabel bebas) dengan efisiensi waktu dan kualitas hasil (variabel terikat). Uji korelasi dan regresi digunakan untuk menentukan pengaruh signifikan.

Tabel 2. Karakteristik Responden

Karakteristik Responden	Jumlah (n)	Persentase (%)
Pengembang Sistem	35	25.9
Administrasi Akademik	50	37.0
Dosen	30	22.2
Mahasiswa	20	14.8
Total	135	100.0

Pada tabel 2, menunjukkan distribusi responden berdasarkan kategori yang terlibat dalam penelitian. Terdapat empat kategori responden, yaitu Pengembang Sistem, Administrasi Akademik, Dosen, dan Mahasiswa. Jumlah total responden yang terlibat dalam penelitian ini adalah 135, dengan persentase terbesar berasal dari Administrasi Akademik (37%), diikuti oleh Pengembang Sistem (25.9%), Dosen (22.2%), dan Mahasiswa (14.8%).

### 3.4. Tahapan Penelitian

Tabel berikut menjelaskan tahapan penelitian secara detail:

Tabel 3. Tahapan Penelitian dan Hasil yang Diharapkan

Tahapan Penelitian	Kegiatan Utama	Hasil yang Diharapkan
Identifikasi Subjek Penelitian	Memilih perusahaan yang menggunakan metode Waterfall	Daftar perusahaan dan individu subjek penelitian
Pengumpulan Data Wawancara	Melakukan wawancara mendalam dengan pengembang	Data wawancara tentang pengalaman dan persepsi
Penyebaran Survei	Menyebarkan kuesioner kepada pengguna dan pengembang	Hasil survei tentang efisiensi dan kualitas Waterfall
Analisis Data Kualitatif	Mengelompokkan dan menganalisis temuan wawancara	Temuan tematik dari data wawancara
Analisis Data Kuantitatif	Menganalisis data survei dengan teknik statistik	Hubungan dan pengaruh antar variabel dalam survei
Pelaporan Hasil Penelitian	Menyusun laporan akhir penelitian	Dokumentasi lengkap hasil penelitian



Tabel 3, menggambarkan tahapan penelitian, kegiatan utama yang dilakukan, serta hasil yang diharapkan dari setiap tahapan. Dimulai dengan identifikasi subjek penelitian, diikuti dengan pengumpulan data melalui wawancara dan survei, serta analisis data kualitatif dan kuantitatif. Pada akhirnya, hasil penelitian disusun dalam laporan yang mencakup temuan tematik dari wawancara, analisis hubungan antar variabel, dan dokumentasi lengkap hasil penelitian. Setiap tahapan bertujuan untuk mendapatkan wawasan yang mendalam mengenai penerapan metode Waterfall dalam pengembangan sistem informasi.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Konsep Dasar Metode Waterfall

Metode Waterfall adalah pendekatan pengembangan perangkat lunak yang menggunakan model linier dan berurutan, terdiri dari lima tahap utama: analisis kebutuhan, desain, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Keunggulan metode ini terletak pada struktur yang sistematis, dokumentasi yang jelas, dan kontrol kualitas yang ketat di setiap tahap. Namun, metode ini sering dianggap kurang fleksibel dalam menghadapi perubahan kebutuhan yang dinamis.

##### 4.2. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang untuk mengukur pengaruh metode Waterfall terhadap efisiensi dan kualitas pengembangan sistem informasi. Studi dilakukan pada organisasi yang telah menerapkan metode Waterfall dalam proyek pengembangan sistem informasi. Data dikumpulkan melalui:

- Wawancara mendalam dengan pengembang sistem.
- Penyebaran kuesioner kepada pengguna dan pengembang.
- Studi kasus pada proyek pengembangan sistem informasi.

##### 4.3. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan tujuan penelitian, hipotesis yang diuji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- $H_0$ : Tidak ada pengaruh signifikan dari metode Waterfall terhadap efisiensi dan kualitas pengembangan sistem informasi. Dengan kata lain, metode ini tidak memberikan dampak yang berarti dalam meningkatkan efektivitas waktu, biaya, maupun hasil akhir sistem yang dikembangkan.
- $H_1$ : Metode Waterfall memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensi dan kualitas pengembangan sistem informasi. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan metode Waterfall dapat meningkatkan efektivitas dalam aspek waktu, biaya, serta kualitas hasil akhir dari sistem yang dikembangkan.

##### 4.4. Data Pengamatan

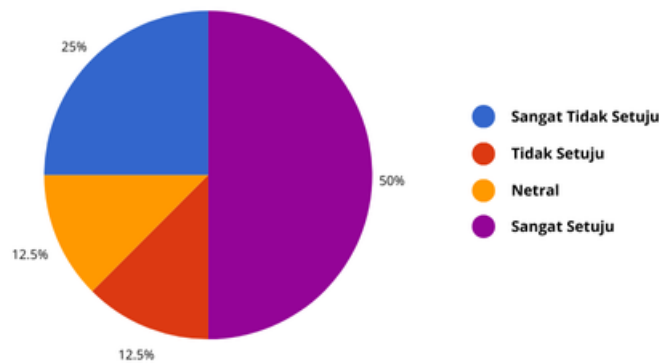
Sebagai bagian dari analisis penelitian ini, berikut ringkasan data pengamatan dari survei dan wawancara:

Tabel 4. Hasil Survei

Aspek yang Dinilai	Rata-rata Skor (Skala 1-5)	Persentase Responden Positif
Efisiensi waktu	4.2	85%
Efisiensi biaya	3.8	76%
Kualitas hasil akhir	4.5	90%
Fleksibilitas terhadap perubahan	2.7	54%

Pada tabel 4 ini, menunjukkan hasil survei yang mengevaluasi empat aspek dari pengembangan sistem informasi akademik menggunakan metode Waterfall. Rata-rata skor untuk masing-masing aspek menunjukkan persepsi responden terhadap efektivitas metode Waterfall. Efisiensi waktu mendapatkan skor 4.2 dengan 85% responden memberikan rating positif, menandakan bahwa mayoritas merasa waktu pengembangan cukup

efisien. Efisiensi biaya mendapatkan skor 3.8 dengan 76% responden positif, menunjukkan bahwa biaya relatif terkontrol. Kualitas hasil akhir memperoleh skor tertinggi, 4.5 dengan 90% responden positif, yang menunjukkan kualitas sistem yang dikembangkan memuaskan. Namun, fleksibilitas terhadap perubahan mendapatkan skor rendah, 2.7 dengan 54% responden positif, mengindikasikan keterbatasan dalam menyesuaikan perubahan selama proses pengembangan.



Gambar 1. Distribusi Tanggapan Responden

Berdasarkan gambar 1, diagram diatas menunjukkan distribusi tanggapan responden terhadap aspek yang dinilai.

- Sangat Tidak Setuju (25%) → Seperempat dari responden memberikan tanggapan negatif yang sangat kuat terhadap aspek tertentu dalam survei.
- Tidak Setuju (12.5%) → Sebagian kecil responden juga menyatakan ketidaksetujuan, meskipun tidak sekeras kategori sebelumnya.
- Netral (12.5%) → Sejumlah responden memilih untuk tidak berpihak, menunjukkan bahwa mereka tidak memiliki opini kuat terhadap hasil survei.
- Setuju (50%) → Mayoritas responden memberikan tanggapan positif, menunjukkan bahwa sebagian besar puas dengan aspek yang dievaluasi dalam survei.

Dari hasil ini, terlihat bahwa meskipun ada beberapa ketidakpuasan, responden yang setuju masih mendominasi, yang berarti mayoritas memiliki pandangan positif terhadap aspek yang dinilai.

#### 1. Hasil Wawancara

Pengembang sistem mencatat bahwa metode Waterfall memberikan struktur yang jelas, namun menghadapi tantangan ketika kebutuhan proyek berubah selama proses berjalan. Pengguna merasa bahwa sistem informasi yang dihasilkan dengan metode ini memiliki kualitas yang baik, tetapi waktu penyelesaian proyek cenderung lebih lama dibandingkan metode iteratif seperti Agile.

### 4.5. Analisis Data

#### 1. Analisis Kualitatif

Hasil wawancara menunjukkan bahwa:

- Pengembang sistem merasa terbantu oleh dokumentasi yang terstruktur dalam metode Waterfall, yang mengurangi risiko kesalahan pada tahap implementasi.
- Namun, kurangnya fleksibilitas dalam metode ini menjadi hambatan utama, terutama dalam proyek dengan kebutuhan yang dinamis.

#### 2. Analisis Kuantitatif



Hasil survei dianalisis menggunakan uji korelasi dan regresi. Korelasi antara penggunaan metode Waterfall dan efisiensi waktu adalah 0.78 (signifikan pada tingkat 0.01), menunjukkan hubungan positif yang kuat. Regresi linear menunjukkan bahwa metode Waterfall berkontribusi sebesar 62% terhadap variasi efisiensi waktu dalam proyek.

#### 4.6. Tabel Pendukung

Tabel 5. Hubungan Variabel Efisiensi dan Kualitas

Variabel Bebas	Variabel Terikat	Koefisien Regresi	Signifikansi
Metode Waterfall	Efisiensi Waktu	0.62	0.01
Metode Waterfall	Kualitas Hasil Akhir	0.74	0.005

Tabel 5 menyajikan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dalam penelitian ini, khususnya dalam konteks efisiensi dan kualitas hasil akhir dari metode Waterfall. Dari hasil analisis regresi, diperoleh bahwa metode Waterfall memiliki koefisien regresi sebesar 0.62 terhadap efisiensi waktu dengan tingkat signifikansi 0.01, yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang cukup kuat antara metode yang digunakan dan efisiensi dalam penyelesaian proyek.

Selain itu, metode Waterfall juga memiliki koefisien regresi 0.74 terhadap kualitas hasil akhir, dengan tingkat signifikansi 0.005. Nilai ini menunjukkan bahwa metode Waterfall berkontribusi lebih besar terhadap kualitas akhir proyek dibandingkan dengan efisiensi waktu. Dengan tingkat signifikansi yang rendah pada kedua hubungan ini, dapat disimpulkan bahwa pengaruh metode Waterfall terhadap efisiensi waktu dan kualitas hasil akhir cukup signifikan dalam penelitian ini.

#### 4.7. Pembahasan Temuan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Waterfall memberikan kontribusi signifikan terhadap efisiensi waktu dan kualitas hasil akhir dalam pengembangan sistem informasi. Namun, fleksibilitas terhadap perubahan masih menjadi kelemahan utama. Temuan ini konsisten dengan literatur sebelumnya yang menekankan bahwa metode Waterfall cocok untuk proyek dengan kebutuhan yang terdefinisi dengan baik. Implikasi dari temuan ini adalah perlunya pertimbangan lebih lanjut terhadap kombinasi metode, seperti Agile-Waterfall (hybrid), untuk meningkatkan fleksibilitas tanpa mengorbankan struktur.

Dampak nyata dari keterbatasan fleksibilitas dalam metode Waterfall terlihat jelas pada studi kasus yang dianalisis, di mana perubahan kebutuhan pengguna yang terjadi setelah tahap desain menyebabkan penundaan dalam implementasi sistem. Hal ini terjadi karena proses pengembangan yang terstruktur dan berurutan tidak memungkinkan perubahan signifikan pada tahapan sebelumnya tanpa mempengaruhi jadwal dan anggaran yang sudah ditetapkan.

Sebagai contoh, dalam proyek pengembangan sistem informasi akademik di Institusi X, perubahan mendadak dalam kebijakan akademik yang mengharuskan penambahan fitur baru dalam sistem menuntut revisi pada tahap desain. Namun, karena Waterfall mengandalkan tahapan yang sudah fix, tim pengembang harus kembali ke tahap desain, yang menyebabkan penundaan signifikan dan pengeluaran tambahan, serta risiko kualitas hasil yang terpengaruh.

Pengalaman ini menggambarkan bagaimana ketidakmampuan untuk menyesuaikan kebutuhan yang berubah selama proses pengembangan menjadi tantangan besar. Meskipun metode ini menawarkan struktur yang jelas, fleksibilitas yang rendah dalam menanggapi perubahan menjadi kekurangan utama yang harus dipertimbangkan, terutama dalam pengembangan sistem informasi akademik yang memerlukan adaptasi terhadap perubahan kebijakan dan kebutuhan pengguna yang dinamis. Meskipun metode Waterfall menawarkan struktur yang jelas, para pengembang sistem merasakan bahwa kurangnya fleksibilitas dapat menyebabkan keterlambatan dan biaya tambahan. Ketika terjadi perubahan mendadak dari tim manajemen, mereka harus kembali ke tahap desain, yang memakan waktu lebih lama dan mengganggu jadwal yang telah ditetapkan. Hal ini menegaskan bahwa fleksibilitas dalam metodologi pengembangan perangkat lunak sangatlah penting.

Dari sisi pengguna, dosen merasa bahwa sistem yang dikembangkan dengan metode Waterfall memberikan kemudahan dalam penggunaan dan pengelolaan data akademik. Namun, setelah beberapa semester, beberapa fitur tidak lagi sesuai dengan kebutuhan karena perubahan kebijakan akademik. Jika ada lebih banyak ruang untuk penyesuaian, sistem akan lebih adaptif terhadap perubahan yang terjadi. Ini menunjukkan bahwa

fleksibilitas dalam pengembangan sistem informasi perlu diperhatikan agar dapat menyesuaikan dengan kebutuhan pengguna yang terus berkembang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh metode Waterfall terhadap penyempurnaan proses pengembangan sistem informasi, dengan fokus pada efisiensi waktu, biaya, dan kualitas hasil akhir.

## 5. IMPLIKASI PENELITIAN

Meskipun penelitian ini menunjukkan bahwa metode Waterfall memberikan kontribusi positif terhadap efisiensi waktu dan kualitas hasil akhir, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah kurangnya fleksibilitas dalam menanggapi perubahan kebutuhan selama proyek berlangsung. Oleh karena itu, penting untuk melakukan refleksi kritis terhadap temuan ini, dengan mempertimbangkan kondisi di mana metode Waterfall benar-benar efektif dan kapan metode lain, seperti Agile, bisa lebih sesuai.

Secara kritis, temuan ini mengarah pada kesimpulan bahwa meskipun Waterfall lebih cocok untuk proyek dengan kebutuhan yang terdefinisi dengan jelas, implementasinya dalam proyek yang lebih dinamis dapat menimbulkan tantangan. Ini menggarisbawahi pentingnya memahami konteks dan kompleksitas proyek sebelum memilih metode pengembangan yang tepat. Oleh karena itu, penelitian ini menyarankan untuk tidak hanya mengandalkan satu pendekatan, tetapi untuk mempertimbangkan metode hybrid yang menggabungkan struktur Waterfall dengan fleksibilitas Agile.

Selain itu, temuan ini menunjukkan bahwa meskipun pengembang sistem merasakan manfaat dari dokumentasi yang terstruktur dalam metode Waterfall, mereka juga menyadari bahwa perubahan kebijakan dan kebutuhan yang muncul secara tiba-tiba dapat mengganggu alur pengembangan. Hal ini memberikan gambaran bahwa meskipun metode Waterfall memberikan kontrol yang ketat dalam hal pengelolaan proyek, adaptasi terhadap perubahan menjadi krusial dalam konteks dunia teknologi yang selalu berubah. Refleksi lainnya adalah mengenai kualitas hasil akhir, yang meskipun baik dalam penelitian ini, sangat dipengaruhi oleh kesesuaian antara kebutuhan pengguna dan desain awal sistem. Dalam beberapa kasus, meskipun sistem yang dihasilkan berkualitas, kebutuhan pengguna yang berubah di tengah jalan bisa menyebabkan ketidaksesuaian, yang membatasi manfaat jangka panjang dari sistem tersebut.

Penelitian ini memberikan wawasan kepada pengembang sistem informasi tentang kelebihan dan kekurangan metode Waterfall, serta konteks proyek yang paling sesuai untuk mengimplementasikannya. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi panduan praktis bagi pengembang dalam memilih metode pengembangan yang tepat sesuai dengan kebutuhan proyek. Meskipun penelitian ini memberikan wawasan yang berharga mengenai penerapan metode Waterfall dalam pengembangan sistem informasi akademik, hasil yang diperoleh terbatas pada satu institusi pendidikan, yaitu Institusi X. Oleh karena itu, generalisasi dari temuan ini untuk sektor lain atau institusi dengan karakteristik yang berbeda harus dilakukan dengan hati-hati. Penelitian lebih lanjut yang melibatkan berbagai institusi pendidikan atau bahkan sektor lain seperti perusahaan swasta atau organisasi publik dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas metode Waterfall di berbagai konteks. Ke depan, penelitian ini menyarankan untuk memperluas cakupan analisis dengan melibatkan lebih banyak institusi pendidikan dengan latar belakang dan kebutuhan yang beragam, atau bahkan menerapkannya pada sektor teknologi atau industri lain yang mengandalkan pengembangan sistem informasi. Hal ini akan memberikan perspektif yang lebih luas dan mendalam mengenai penerapan metode Waterfall serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitasnya dalam berbagai sektor.

## 6. KESIMPULAN

Metode Waterfall terbukti efektif dalam memberikan struktur yang jelas dan terorganisir pada proses pengembangan sistem informasi. Dengan pendekatan yang berurutan, setiap tahapan dapat dilaksanakan secara mendalam sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, sehingga meminimalkan risiko kesalahan. Hal ini menjadikan Waterfall sangat cocok untuk proyek yang memiliki spesifikasi kebutuhan yang stabil dan terdefinisi dengan jelas sejak awal.

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode Waterfall memiliki hubungan yang signifikan dengan efisiensi waktu dan biaya. Proyek yang menggunakan metode ini cenderung lebih terkontrol dalam hal jadwal dan anggaran, terutama untuk kebutuhan yang sudah terdefinisi dengan baik. Selain itu, sistem informasi yang dikembangkan dengan metode Waterfall memiliki kualitas akhir yang baik, berkat fokus pada dokumentasi dan pengujian yang menyeluruh di setiap tahap. Hal ini memastikan bahwa kebutuhan pengguna dapat terpenuhi dengan optimal.

---

Namun, meskipun memiliki banyak keunggulan, metode Waterfall menghadapi keterbatasan dalam fleksibilitasnya. Proyek dengan kebutuhan yang berubah-ubah sering kali mengalami kesulitan dalam menyesuaikan tahapan yang telah ditetapkan sebelumnya, yang mengakibatkan penundaan dan memerlukan waktu tambahan untuk revisi. Berdasarkan temuan ini, metode Waterfall direkomendasikan untuk proyek dengan kebutuhan yang stabil. Sementara untuk proyek yang bersifat dinamis, pendekatan hybrid yang menggabungkan metode Waterfall dengan Agile dapat menjadi alternatif yang lebih efektif.

## 7. SARAN


Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi penerapan metode hybrid, seperti Agile-Waterfall, untuk meningkatkan fleksibilitas sekaligus mempertahankan struktur yang sistematis. Selain itu, studi yang lebih mendalam tentang penerapan metode Waterfall pada proyek dengan skala besar atau lingkungan yang lebih dinamis juga perlu dilakukan.


## 8. DEKLARASI


### 8.1. Tentang Penulis


Po Abas Sunarya (PA)  <https://orcid.org/0000-0002-3869-2837>

Untung Rahardja (UR)  <https://orcid.org/0000-0002-2166-2412>

Nuke Puji Lestari Santoso (NP)  <https://orcid.org/0000-0002-4414-2102>

Mulyati (MM)  <https://orcid.org/0000-0002-5485-9051>

Kenny Ilyas Mustofa (KI)  <https://orcid.org/0009-0005-9592-869X>

Daniel Bennet (DB)  <https://orcid.org/0000-0003-4858-8694>

### 8.2. Kontribusi Penulis

Konseptualisasi: PA; Metodologi: UR ; Perangkat Lunak: NP; Validasi: MM dan KI; Analisis Formal: DB dan PA; Investigasi: UR ; Sumber Daya: NP; Kurasi Data: MM; Penulisan Draf Asli Persiapan: KI dan DB ; Penulisan Tinjauan dan Penyuntingan: PA dan UR ; Visualisasi: NP; Semua penulis, MM dan KI, telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan.

### 8.3. Pernyataan Ketersediaan Data

Data yang disajikan dalam studi ini tersedia atas permintaan dari penulis terkait.

### 8.4. Pendanaan

Penulis tidak menerima dukungan finansial untuk penelitian, kepenulisan, dan/atau penerbitan artikel ini.

### 8.5. Deklarasi Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki konflik kepentingan, konflik kepentingan finansial yang diketahui, atau hubungan pribadi yang dapat memengaruhi pekerjaan yang dilaporkan dalam makalah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. A. Laplante and M. Kassab, *What every engineer should know about software engineering*. CRC Press, 2022.
- [2] O. Cico, L. Jaccheri, A. Nguyen-Duc, and H. Zhang, "Exploring the intersection between software industry and software engineering education-a systematic mapping of software engineering trends," *Journal of Systems and Software*, vol. 172, p. 110736, 2021.
- [3] G. Godwin, B. Any, A. Delhi, P. Sunarya, and G. Nicola, "Pengaruh technology readiness dan satisfaction terhadap penerimaan penggunaan safe entry station," *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 3, pp. 148–167.
- [4] A. Shaout and T. Kyer, "Vsk-a tripartite development model based on the v-model, the scrum, and the kanban methodologies," in *2024 25th International Arab Conference on Information Technology (ACIT)*. IEEE, 2024, pp. 1–6.

- [5] R. Kasauli, E. Knauss, J. Horkoff, G. Liebel, and F. G. de Oliveira Neto, "Requirements engineering challenges and practices in large-scale agile system development," *Journal of Systems and Software*, vol. 172, p. 110851, 2021.
  - [6] S. Wijono, U. Rahardja, H. D. Purnomo, N. Lutfiani, and N. A. Yusuf, "Leveraging machine learning models to enhance startup collaboration and drive technopreneurship," *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 6, no. 3, pp. 432–442, 2024.
  - [7] H. P. Maryani, F. L. Gaol, and A. N. Hidayanto, "Comparison of the system development life cycle and prototype model for software engineering," *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.*, vol. 12, no. 4, pp. 155–162, 2022.
  - [8] A. Akhtar, B. Bakhtawar, and S. Akhtar, "Extreme programming vs scrum: A comparison of agile models," *International Journal of Technology Innovation and Management (IJTIM)*, vol. 2, no. 2, pp. 80–96, 2022.
  - [9] R. W. Astuti and A. Rohman, "Sistem pendukung keputusan dalam menentukan karyawan terbaik dengan menggunakan metode simple additive weighting (saw): Decision support system for determining the best employees using the simple additive weighting (saw) method," *Technomedia Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 17–28, 2024.
  - [10] A. Almogahed, M. Omar, and N. H. Zakaria, "Refactoring codes to improve software security requirements," *Procedia Computer Science*, vol. 204, pp. 108–115, 2022.
  - [11] P. Gipe and E. Möllerström, "An overview of the history of wind turbine development: Part ii—the 1970s onward," *Wind Engineering*, vol. 47, no. 1, pp. 220–248, 2023.
  - [12] A. H. D. Saputra, S. N. W. Putra, and D. Bennet, "Consumer behavior and brand loyalty: A study on digital marketing practices," *Startuppreneur Business Digital (SABDA Journal)*, vol. 3, no. 2, pp. 160–170, 2024.
  - [13] M. Hagal, A.-F. Al-Awami, and S. Elakeili, "A framework for improving software development process hybridization of extreme programming, feature-driven development and waterfall," in *2024 IEEE 4th International Maghreb Meeting of the Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (MI-STA)*. IEEE, 2024, pp. 13–19.
  - [14] F. Saoiabi, N. Kharmoum, C. Elasri, M. E. Boukhari, S. Ziti, and W. Rhalem, "Agile software engineering in medical environments: Challenges and opportunities," in *International Conference on Advanced Intelligent Systems for Sustainable Development*. Springer, 2023, pp. 79–87.
  - [15] I. N. Ramadhan, G. Saraswati, and K. ini berlisensi di bawah Creative, "Penerapan database redis sebagai optimalisasi pemrosesan kueri data pengguna aplikasi siresma berbasis laravel: Implementation of the redis database as optimization of user," *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 3, pp. 394–406, 2024.
  - [16] R. Hidayat, A. Satriansyah, and M. S. Nurhayati, "Penggunaan metode waterfall untuk rancangan bangun aplikasi penyewaan lapangan olahraga," *BIOS: Jurnal Teknologi Informasi dan Rekayasa Komputer*, vol. 3, no. 1, pp. 9–16, 2022.
  - [17] H. Hasan, "Pengembangan sistem informasi dokumentasi terpusat pada stmik tidore mandiri," *Jurasik (Jurnal Sistem Informasi Dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 23–30, 2022.
  - [18] S. A. Anjani, N. Lutfiani, P. A. Sunarya, S. Millah, N. Lutfiani, P. Sunarya, S. Millah, and S. Aulia Anjani, "Penerapan gamifikasi blockchain dalam pendidikan ilearning."
  - [19] L. G. Sari, "Sistem informasi puskesmas kecamatan abab kabupaten penulak abab lematang ilir (pali) menggunakan metode waterfall," Ph.D. dissertation, Institut Teknologi dan Bisnis Palcomtech, 2023.
  - [20] V. Delia, "Sistem informasi akademik berbasis web pada taman kanak-kanak kemala bhayangkari tanjung karang pusat," 2024.
  - [21] I. A. Mutiara, A. Syamsuddin, M. Maharida, F. Napasti, and L. Hasnawati, "Instilling nationalism and sociopreneurship in young indonesian immigrants," *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 7, no. 1, pp. 37–47, 2025.
  - [22] P. S. M. Sihombing, F. Pradana, and W. Purnomo, "Pengembangan sistem informasi akademik berbasis web di smp negeri 3 sidikalang," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 3, pp. 1173–1182, 2023.
  - [23] W. M. A. C. Bakar and S. Surat, "Stres akademik dan strategi daya tindak dalam kalangan pelajar: Satu kajian sistematik," *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, vol. 7, no. 3, pp. e001 330–e001 330, 2022.
  - [24] U. Rahardja, M. Miftah, M. Rakhmansyah, and J. Zanubiya, "Revolutionizing financial services with big
-

- data and fintech: A scalable approach to innovation,” *ADI Journal on Recent Innovation*, vol. 6, no. 2, pp. 118–129, 2025.
- [25] T. Natarajan and S. Pichai, “Transition from waterfall to agile methodology-an action research study,” *IEEE Access*, 2024.
- [26] H. B. Amoo and D. A. Omideyi, “A web based mobile archival system using waterfall model approach,” *UNIZIK Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 3, no. 4, pp. 1081–1101, 2024.
- [27] A. Alwiyah and N. Lyraa, “The role of innovation in the success of modern startupreneurs,” *Startupreneur Business Digital (SABDA Journal)*, vol. 3, no. 2, pp. 98–106, 2024.
- [28] E. C. Iderima, “The impact of software engineering on the systematic design and development of instructional systems,” 2023.
- [29] N. Aulia, “Designing a web-based new employee recruitment information system with the waterfall method at nassa school,” *Civil Officium: Journal of Empirical Studies on Social Science*, vol. 4, no. 2, pp. 8–21, 2024.
- [30] U. Chotijah, “Sistem audit teknologi informasi berdasarkan cobit untuk menilai level of maturity berbasis web,” *Technomedia Journal*, vol. 8, no. 3, pp. 26–49, 2024.
- [31] H. Nisyak, N. Fitriyah, A. B. Setiawan, D. J. Ariyadi *et al.*, “Development of information system for mapping courses and lecturer competencies: Pengembangan sistem informasi pemetaan mata kuliah dan kompetensi dosen,” *Jurnal Mengabdi dari Hati*, vol. 4, no. 1, pp. 9–20, 2025.
- [32] R. R. D. Putra, “Ui/ux pengembangan sistem informasi manajemen jamaah masjid menggunakan metode hcd (human centered design),” Ph.D. dissertation, Universitas Islam Indonesia, 2025.