

PENERAPAN METODE *WATERFALL* PADA SISTEM INFORMASI E-RAPOR

Naufal Anshor Al Azfar ¹⁾, Sharazita Dyah Anggita ²⁾

^{1),2)} Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas AMIKOM Yogyakarta

email : naufalans@students.amikom.ac.id¹⁾, sharazita@amikom.ac.id²⁾

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima April, 2024

Revisi Mei, 2024

Terbit Mei, 2024

ABSTRAK

Penelitian ini membahas penerapan metode *Waterfall* pada Sistem Informasi E-Rapor Berbasis *Website* di Raudhatul Athfal Sahabat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem informasi e-rapor yang efisien dan handal dengan menggunakan pendekatan metode *Waterfall*. Metode ini digunakan untuk mengorganisir dan mengelola pengembangan sistem secara bertahap, mulai dari perencanaan, analisis, desain, implementasi, hingga pengujian dan pemeliharaan. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem e-rapor berjalan dengan baik dan sesuai dengan rancangan. Pengujian *White Box Testing* menghasilkan kesimpulan bahwa logika internal dan algoritma sistem beroperasi tanpa hambatan. Sementara itu, pengujian *Black Box Testing* menunjukkan bahwa fungsionalitas eksternal dan antarmuka pengguna beroperasi sesuai dengan spesifikasi tanpa adanya bug atau masalah yang signifikan. Secara keseluruhan, penerapan Metode *Waterfall* pada Sistem Informasi E-Rapor Berbasis *Website* di Raudhatul Athfal Sahabat merupakan solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan data akademik.

Kata Kunci :

Metode *Waterfall*; Sistem Informasi; E-Rapor

Penulis Korespondensi:

Sharazita Dyah Anggita
Program Studi Sistem Informasi,
Fakultas Ilmu Komputer, Universitas
AMIKOM Yogyakarta.

Email:

sharazita@amikom.ac.id

ABSTRACT

This research discusses the implementation of the *Waterfall* method on the E-Report Information System Based on the Website at Raudhatul Athfal Sahabat. The aim of this research is to design and implement an efficient and reliable e-report information system using the *Waterfall* method approach. This method is used to organize and manage system development gradually, starting from planning, analysis, design, implementation, to testing and maintenance. The system testing results show that the e-report system runs smoothly and in accordance with the design. *White Box Testing* results in the conclusion that the internal logic and system algorithms operate smoothly. Meanwhile, *Black Box Testing* indicates that external functionality and user interfaces operate according to specifications without any significant bugs or issues. Overall, the implementation of the *Waterfall* Method on the E-Report Information System Based on the Website at Raudhatul Athfal Sahabat is an effective solution to improve efficiency in academic data management.

Keywords :

Waterfall Method; Information System; E-Report

1. PENDAHULUAN

Pendidikan adalah salah satu aspek penting dalam pembentukan karakter dan masa depan anak-anak [1] [2]. Salah satu lembaga pendidikan yang memiliki peran sentral dalam menyediakan pendidikan awal bagi anak-anak adalah Raudhatul Athfal Sahabat. Raudhatul Athfal Sahabat adalah sekolah tingkat anak usia dini yang memiliki komitmen kuat dalam memberikan layanan pendidikan yang berkualitas kepada siswa-siswinya [3] [4]. Bagi sebuah sekolah, melacak dan mengelola informasi terkait siswa, guru, dan proses pembelajaran menjadi sangat penting [5].

Dalam era digital yang semakin berkembang, penggunaan teknologi informasi dalam dunia pendidikan menjadi suatu keharusan [6]. Salah satu aplikasi teknologi informasi yang sangat relevan adalah Sistem Informasi E-Rapor. E-Rapor merupakan solusi modern untuk mengelola informasi nilai siswa dan melaporkannya kepada orang tua atau wali siswa [7] [8]. Dengan menggunakan sistem ini, proses pengelolaan rapor menjadi lebih efisien, akurat, dan transparan [9].

Pengembangan dan implementasi Sistem Informasi E-Rapor di Raudhatul Athfal Sahabat memiliki tantangan tersendiri. Khususnya di Raudhatul Athfal Sahabat, kebutuhan akan sistem informasi ini lebih kompleks karena membutuhkan akses yang terbatas sesuai dengan peran dan tanggung jawab masing-masing pengguna. Guru hanya perlu mengakses informasi tentang siswa dan pengaturan, sementara guru wali memerlukan akses tambahan untuk mengelola nilai-nilai siswa. Admin, di sisi lain, harus memiliki akses penuh untuk mengelola semua aspek sistem, termasuk data kelas, guru, mata pelajaran, nilai, pengaturan sekolah, dan lain-lain.

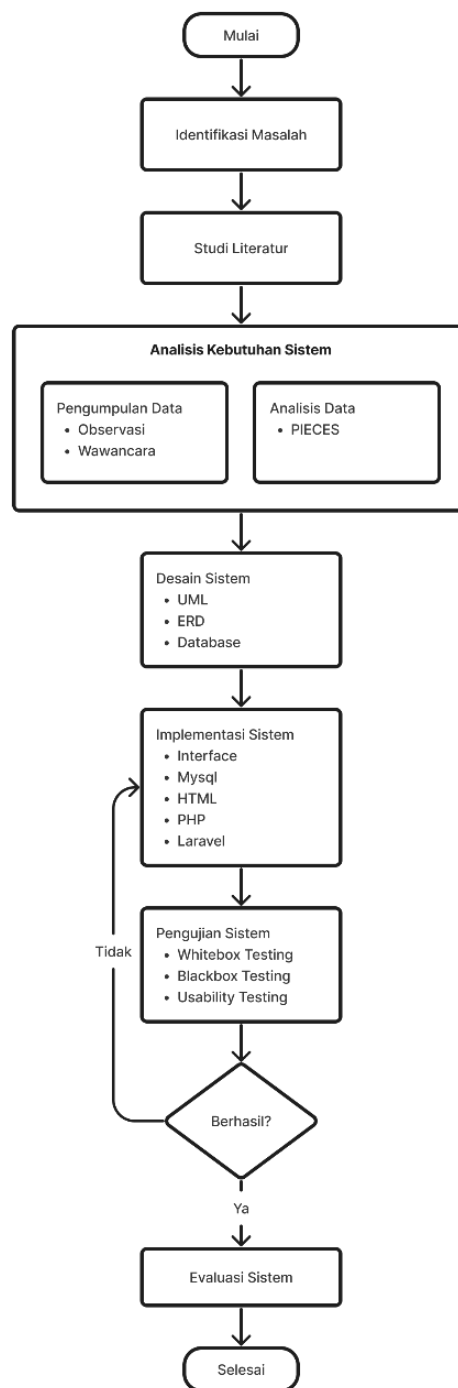
Untuk mengatasi kompleksitas ini, penerapan metodologi pengembangan yang tepat diperlukan. Terdapat berbagai metode yang dapat digunakan dalam pengembangan perangkat lunak, dan pemilihan metode yang sesuai sangat penting. Salah satu metode yang telah terbukti efektif dalam pengembangan perangkat lunak adalah metode *Waterfall* [10]. Metode *Waterfall* adalah pendekatan pengembangan perangkat lunak berjenjang yang terdiri dari tahap-tahap yang berurutan, mulai dari analisis kebutuhan hingga implementasi dan pemeliharaan [11]. Dengan menggunakan metode *Waterfall*, diharapkan pengembangan Sistem Informasi E-Rapor di Raudhatul Athfal Sahabat dapat dilakukan secara terstruktur, terkontrol, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Sebagai perbandingan, terdapat metode pengembangan perangkat lunak lainnya seperti metode *Agile*, yang menekankan fleksibilitas dan kolaborasi yang lebih tinggi antara tim pengembang dan pemangku kepentingan [12]. Metode *Agile* cocok untuk proyek-proyek yang mungkin memiliki perubahan kebutuhan yang sering atau membutuhkan adaptasi cepat terhadap perubahan pasar atau lingkungan [13] [14]. Namun, dalam konteks pengembangan Sistem Informasi E-Rapor, dengan karakteristik yang mungkin lebih stabil dan spesifik, metode *Waterfall* sering dianggap lebih cocok karena pendekatannya yang lebih terstruktur dan berurutan [15].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan menganalisis penerapan metode *Waterfall* dalam pengembangan Sistem Informasi E-Rapor berbasis website di Raudhatul Athfal Sahabat. Dengan melakukan penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang efektif dalam mengelola dan mengintegrasikan sistem informasi ini dengan kebutuhan sekolah yang sangat spesifik, serta menjaga keamanan dan integritas data yang sangat penting dalam konteks pendidikan anak-anak. Kesuksesan implementasi sistem ini dapat meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kualitas layanan pendidikan di Raudhatul Athfal Sahabat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alur penelitian ini menggunakan metode *waterfall* yang memiliki beberapa tahapan, yaitu identifikasi masalah, studi literatur, analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, dan evaluasi sistem. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian.

2.1 Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah menjadi langkah awal dalam proses penelitian. Fokus pada masalah konkret yang ingin dipecahkan dalam konteks penerapan Metode *Waterfall* pada Sistem Informasi E-Rapor di Raudhatul Athfal Sahabat.

2. Studi Literatur

Melibatkan *review* literatur untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang Metode *Waterfall*, Sistem Informasi E-Rapor, dan konteks pendidikan anak usia dini.

3. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan dengan pengumpulan data yang melibatkan observasi dan wawancara untuk mengumpulkan informasi tentang kebutuhan sistem dari berbagai pihak terkait. Selain observasi dan wawancara juga dilakukan analisis data dengan menggunakan teknik *Pieces* untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem secara rinci.

4. Pemodelan Sistem

Pemodelan sistem dilakukan dengan tiga cara sebagai berikut:

- UML (Unified Modeling Language)*, sistem informasi e-rapor akan menggunakan diagram *UML* untuk merancang struktur dan hubungan antar komponen sistem.
- ERD (Entity Relationship Diagram)*, merancang *ERD* untuk menciptakan model relasional basis data yang mencakup informasi raport, informasi siswa, dan informasi guru.
- Database*, menentukan struktur database untuk menyimpan data raport, data siswa, data guru dan lain-lain.

5. Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan membangun antarmuka pengguna yang intuitif dan responsif serta menyediakan akses mudah ke informasi raport dan statistik akademis. Implementasi basis data dilakukan dengan *MySQL* sebagai manajemen basis data untuk menyimpan dan mengelola data siswa, data guru, dan data raport. Implementasi website dilakukan dengan *HTML, PHP, Laravel*, menggunakan teknologi web seperti *HTML, PHP*, dan *framework Laravel* untuk mengembangkan aplikasi web e-rapor yang responsif dan mudah diakses.

6. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan 3 tahap. Pengujian *White Box Testing* dilakukan dengan berfokus pada struktur internal sistem untuk memastikan bahwa setiap komponen berfungsi sesuai harapan. Pengujian fungsionalitas sistem dilakukan menggunakan *Black Box Testing* tanpa memperhatikan implementasi internal. Di tahap akhir selanjutnya dilakukan *Usability Testing*, pengujian untuk mengevaluasi seberapa mudah sistem digunakan oleh pengguna.

7. Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem bertujuan untuk menilai keberhasilan implementasi Sistem Informasi E-Rapor berbasis website dengan menggunakan Metode *Waterfall*.

2.2 Analisis *PIECES*

Pada implementasi Metode *Waterfall* pada Sistem Informasi E-Rapor di Raudhatul Athfal Sahabat, terdapat beberapa aspek yang perlu dianalisis menggunakan *PIECES*. Hasil analisis *PIECES* dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis *PIECES*.

| No | Jenis Analisis | Sistem Lama | Sistem Baru |
|----|--------------------------------|--|---|
| 1 | <i>Performance</i> (Kinerja) | Proses pengelolaan data siswa dan pencatatan nilai dilakukan secara manual, meningkatkan risiko kesalahan dan memerlukan waktu yang dapat berkisar antara 30 menit hingga 1 jam | Proses pengelolaan data siswa dan pencatatan nilai menjadi lebih otomatis dan efisien, mengurangi risiko kesalahan manusia |
| 2 | <i>Information</i> (Informasi) | Keterbatasan akses dan keterlambatan dalam mendapatkan informasi terkait siswa dan nilai | Akses informasi ditingkatkan, dan informasi dapat diakses secara real-time oleh guru dan admin, meningkatkan transparansi dan akurasi informasi |
| 3 | <i>Economy</i> (Ekonomi) | Proses administrasi manual dapat menghabiskan waktu dan berpotensi mengakibatkan biaya tambahan sebesar Rp25.000 per siswa dalam jangka panjang | Meskipun penerapan awal memerlukan investasi lebih tinggi untuk perangkat keras (pc/laptop) dan hosting, keuntungan jangka panjang meliputi efisiensi waktu, pengurangan kesalahan manusia, dan peningkatan produktivitas |
| 4 | <i>Control</i> (Kontrol) | Akses terhadap data terbatas dan memerlukan waktu lama untuk mendapatkan informasi yang diinginkan | Pengguna sistem (guru, guru wali, admin) memiliki akses terbatas sesuai dengan peran masing-masing, meningkatkan kontrol dan keamanan data |
| 5 | <i>Efficiency</i> (Efisiensi) | Proses administrasi membutuhkan waktu yang panjang, rentan terhadap kesalahan manusia, dan memerlukan interaksi langsung dengan pihak sekolah, dengan rentang waktu yang berkisar antara 1 hingga 2 minggu | Proses administrasi menjadi lebih cepat, efisien, dan akurat dengan otomatisasi. Data dapat diakses dan diolah dengan cepat tanpa risiko kesalahan manusia |
| 6 | <i>Service</i> (Pelayanan) | Proses pelayanan memerlukan komunikasi langsung, memakan waktu dan menimbulkan keterlambatan | Pelayanan menjadi lebih responsif dengan informasi yang lebih cepat dan akurat, memberikan kemudahan bagi guru dalam mengakses dan mengelola data siswa dan nilai |

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

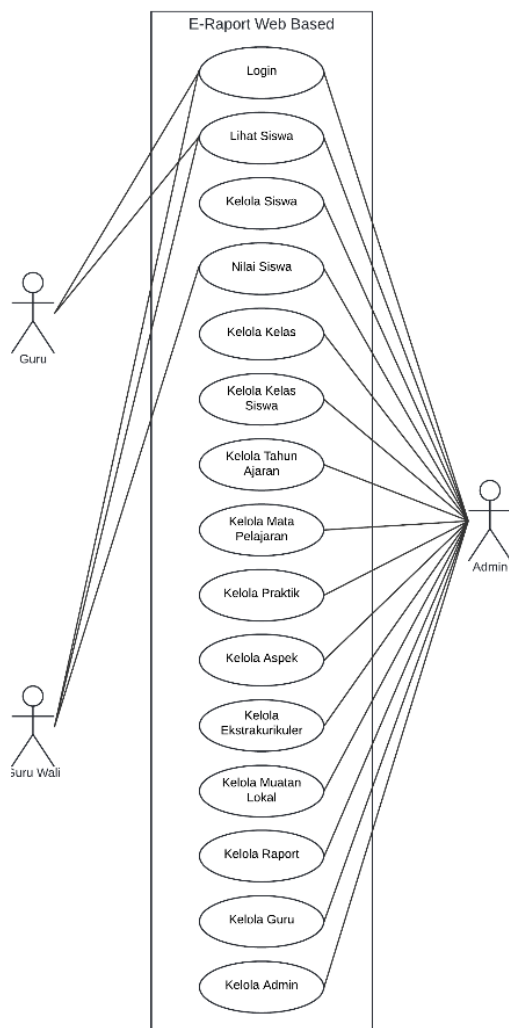
3.1. Perancangan *UML* (*Unified Modeling Language*)

Sistem e-rapor dirancang dengan menggunakan *UML* yang memiliki beberapa konsep, yaitu *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, dan *Class Diagram*. Rancangan *UML* dari sistem e-rapor ditunjukkan sebagaimana pada Gambar 2 - 4.

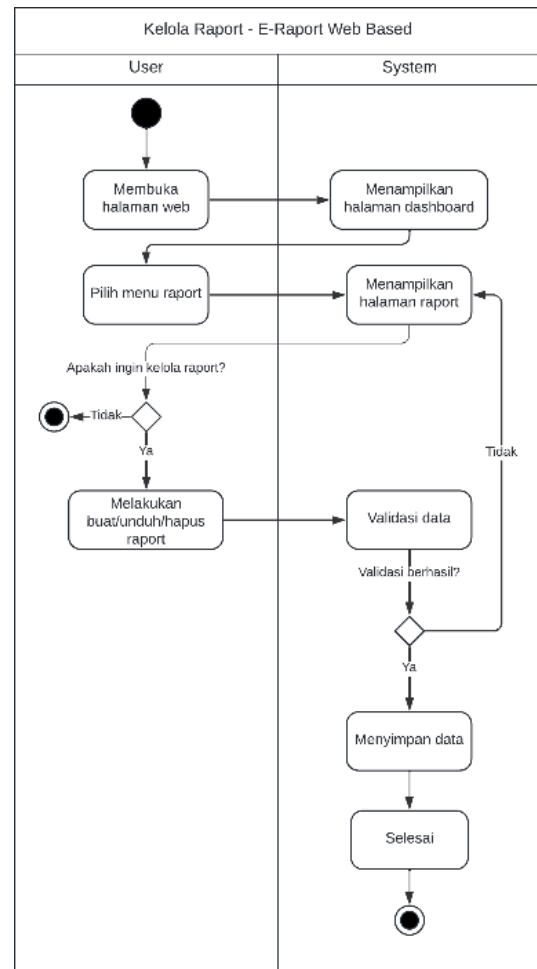
Gambar 2., menunjukkan *Use Case Diagram* yang telah dirancang memvisualisasikan interaksi antara aktor, yaitu Guru, Guru Wali, dan Admin, dengan berbagai fitur dan fungsionalitas sistem. Aktor Guru memiliki akses terbatas untuk login dan melihat informasi siswa, sementara Guru Wali dapat memberikan dan melihat nilai siswa selain fitur yang dimiliki oleh Guru. Admin memiliki hak akses penuh terhadap semua fitur sistem.

Gambar 3., merupakan diagram yang menggambarkan proses mengelola rapor dilakukan oleh admin. Diagram ini memaparkan beberapa langkah, seperti membuka halaman web, memilih menu rapor, dan melakukan kelola rapor.

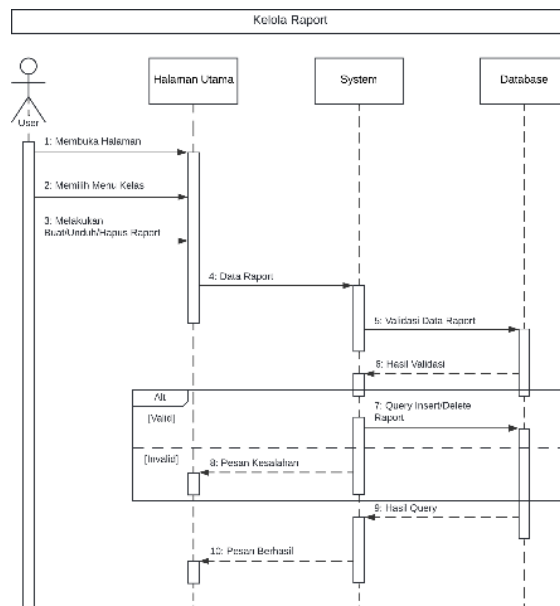
Gambar 4., merupakan diagram sequence yang menggambarkan urutan interaksi antar objek dalam proses pengelolaan rapor, sebagaimana digambarkan dalam diagram aktivitas kelola rapor.



Gambar 2. Use Case Diagram.



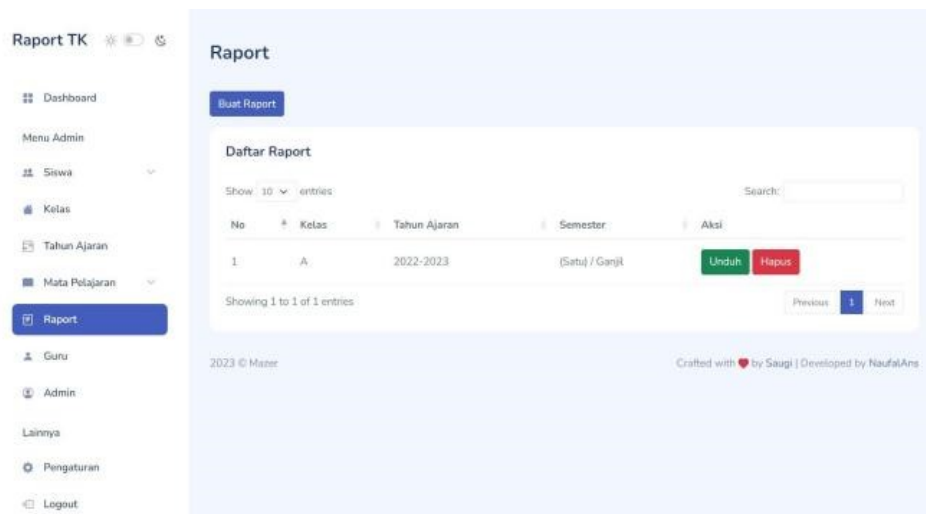
Gambar 3. Activity Diagram Kelola Raport.



Gambar 4. Sequence Diagram Kelola Raport.

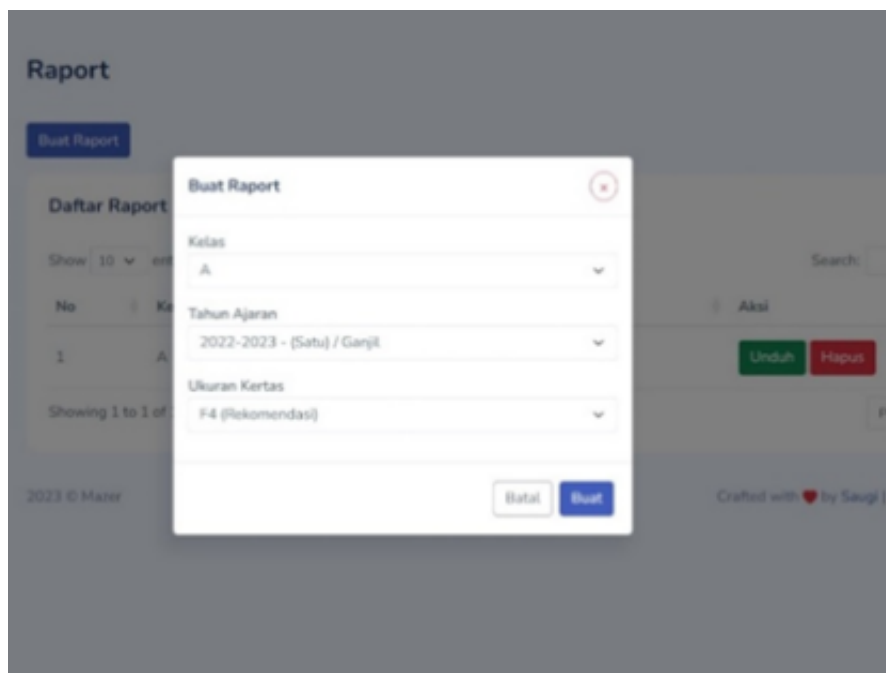
3.2. Implementasi Sistem

Berikut tampilan e-rapor untuk pengguna hasil dari implementasi *wireframe*:



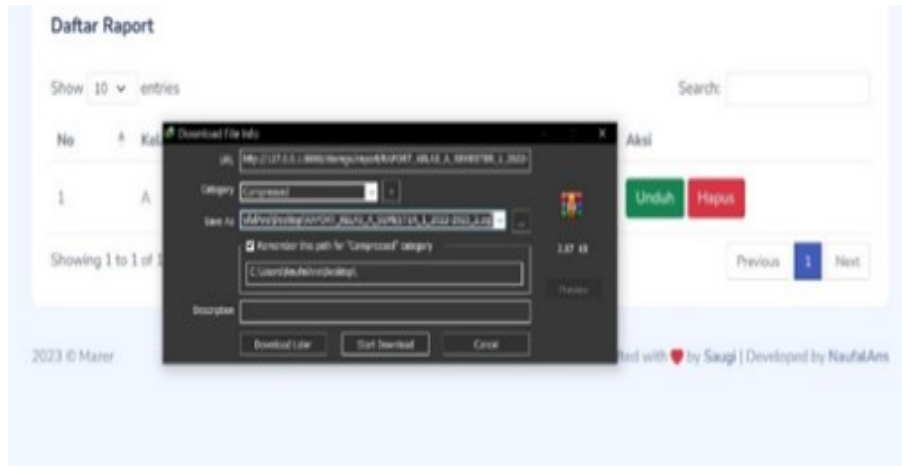
Gambar 5. Tampilan Raport.

Gambar 5., merupakan tampilan raport untuk *role* admin yang menampilkan tombol buat raport dan tabel daftar raport yang terdapat 2 tombol, yaitu tombol unduh dan tombol hapus.



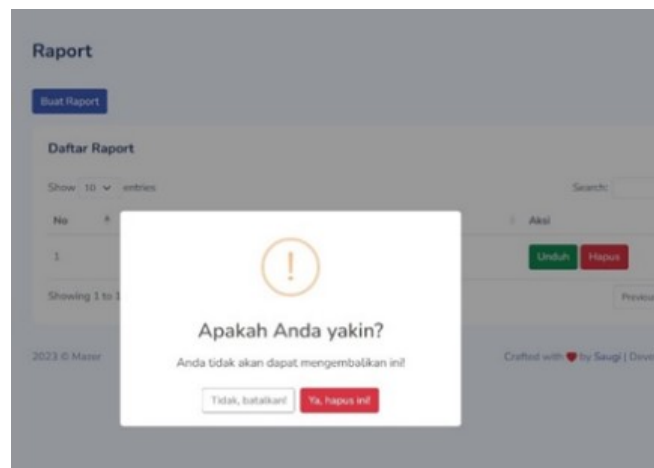
Gambar 6. Tampilan Buat Raport.

Gambar 6., merupakan tampilan buat raport untuk *role* admin menggunakan komponen modal sebagai form untuk memilih data raport yang akan dibuat. Pada *form* tersebut terdapat beberapa *field*, seperti *field* kelas, *field* tahun ajaran, dan *field* ukuran kertas.



Gambar 7 Tampilan Unduh Raport

Gambar 7., merupakan tampilan unduh raport untuk *role* admin berfungsi untuk mengunduh *file* raport yang sudah dibuat ke lokal komputer.

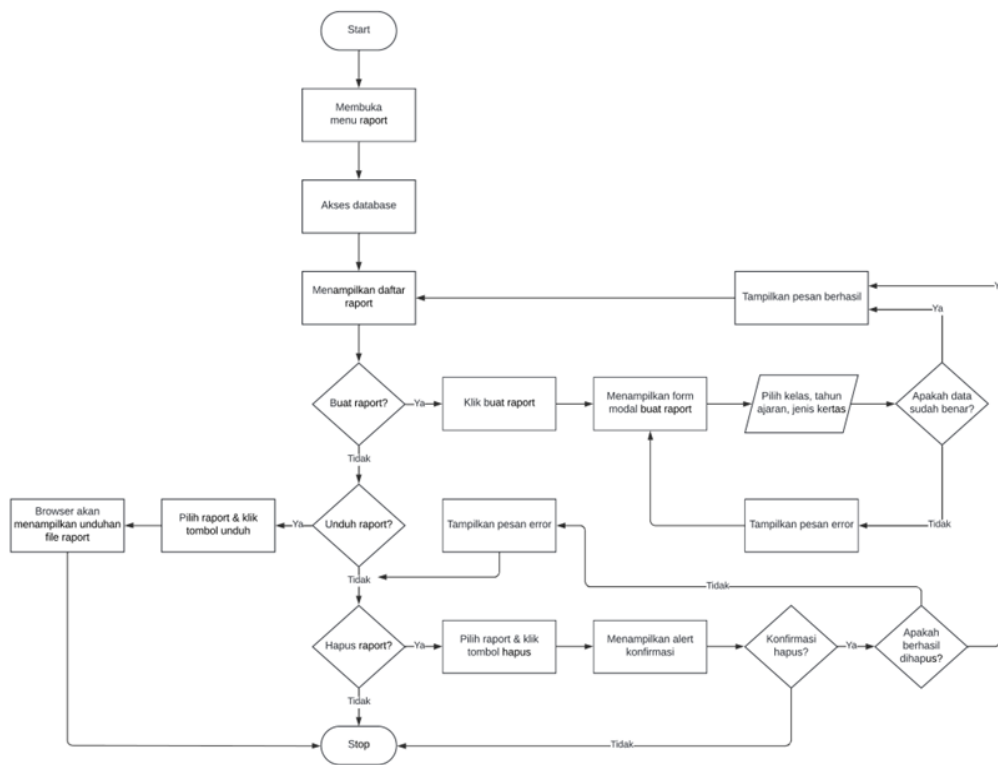


Gambar 8. Tampilan Hapus Raport.

Gambar 8., merupakan tampilan hapus raport untuk *role* admin menggunakan komponen modal untuk menampilkan konfirmasi penghapusan, terdapat pesan konfirmasi, tombol batal dan tombol konfirmasi hapus.

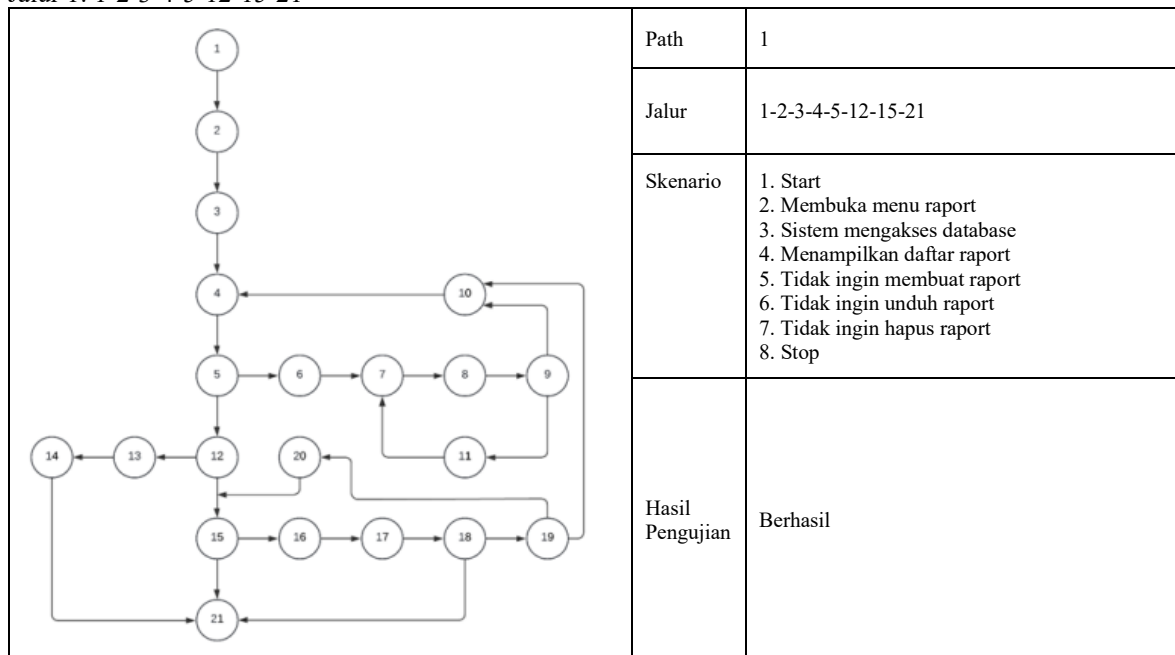
3.3. Pengujian Sistem

Berikut pengujian pada fitur kelola raport menggunakan *White Box Testing*. Gambar 9., merupakan *Flowchart* Kelola raport, Sedangkan, Gambar 10., merupakan *Flowgraph* Kelola Raport dan *Test Case* Kelola Raport.



Gambar 9. Flowchart Kelola Raport.

Jalur 1: 1-2-3-4-5-12-15-21

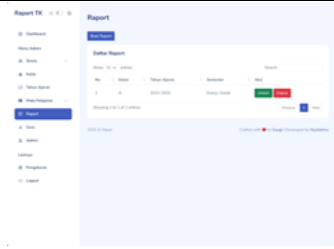
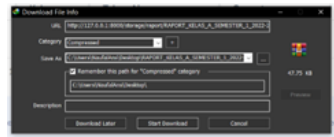



Gambar 10. Flowgraph Kelola Raport.

Evaluasi Pengujian *White Box* dilakukan untuk memverifikasi keakuratan dan keandalan logika serta algoritma yang digunakan dalam sistem e-rapor. Pengujian ini melibatkan struktur internal sistem, logika pemrosesan data, dan fungsi algoritma yang digunakan. Hasil dari pengujian *White Box* menunjukkan bahwa tidak ditemukan masalah pada alur logika sistem dan fungsi algoritma berjalan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Dengan demikian, kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa sistem e-rapor menunjukkan kualitas yang baik dalam struktur internalnya, sesuai dengan alur logika yang telah dirancang.

Tabel 2., berikut merupakan pengujian pada fitur kelola raport menggunakan *Black Box Testing*:

Tabel 2. *Black Box Testing*

| No | Keterangan | Pengujian | Hasil Pengujian | Screenshot Hasil Pengujian |
|----|------------|--|-----------------|--|
| 1 | Raport | Menu utama raport dapat menampilkan daftar tabel raport | Sesuai |  |
| | | Saat klik tombol unduh dapat menyimpan file raport ke lokal komputer | Sesuai |  |
| | | Saat klik tombol hapus dapat menampilkan alert konfirmasi hapus raport | Sesuai |  |

Evaluasi Pengujian *Black Box* dilakukan dengan tujuan untuk menguji fungsionalitas sistem e-rapor tanpa memperhatikan struktur internal atau logika. Proses ini melibatkan fungsionalitas eksternal sistem, antarmuka pengguna, serta *input* dan *output*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa dari keseluruhan scenario pengujian, sistem e-rapor mampu menghasilkan output sesuai dengan fungsionalitas yang telah dirancang dengan prosentase 100%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem e-rapor berhasil melewati pengujian fungsionalitas eksternal tanpa ditemukan *bug* atau masalah fungsionalitas signifikan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan Metode *Waterfall* pada Sistem Informasi E-Rapor Berbasis *Website* di Raudhatul Athfal Sahabat berhasil memenuhi tujuan yang ditetapkan. Sistem ini mampu mengatasi kendala-kendala yang dihadapi oleh sistem lama, seperti pencatatan nilai dilakukan secara manual dan akses informasi yang terbatas. Sistem E-Rapor yang dikembangkan memiliki fitur-fitur yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, yaitu guru, guru wali dan admin. Sistem ini juga memiliki keamanan yang baik dengan kontrol akses yang terbatas sesuai dengan peran masing-masing pengguna.

Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem E-Rapor berjalan dengan baik dan sesuai dengan rancangan. Pengujian *White Box Testing* berfokus pada modul *login*, kelola siswa, nilai siswa, dan kelola raport, menghasilkan kesimpulan bahwa logika internal dan algoritma sistem beroperasi tanpa hambatan. Sementara itu, pengujian *Black Box Testing* menunjukkan bahwa fungsionalitas eksternal dan antarmuka pengguna beroperasi sesuai dengan spesifikasi tanpa adanya bug atau masalah yang signifikan. Secara keseluruhan, penerapan Metode *Waterfall* pada Sistem Informasi E-Rapor Berbasis *Website* di Raudhatul Athfal Sahabat merupakan solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan data akademik. Dengan sistem ini, proses pengelolaan data siswa dan nilai dapat dilakukan dengan lebih otomatis, cepat, mudah, dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Salam, Ikhwanuddin, and Sri Jamilah, "Pendidikan Karakter Anak Usia Dini," *Pelangi: Jurnal Pemikiran dan Penelitian Islam Anak Usia Dini*, vol. 4, no. 1, Mar. 2022, doi: 10.52266/pelangi.v4i1.766.
- [2] E. Daryati, P. Y. Kurniawan, and N. Budiana, "Penerapan Pendidikan Karakter Pada Anak Usia 4-5 Tahun Melalui Kesantunan Berbahasa di Raudhatul Athfal (RA) Man'baul Huda Siasem," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 2022, no. 19, pp. 95–103, 2022, doi: 10.5281/zenodo.7162657.

- [3] S. Sufiani, A. Try Andreas Putra, and R. Raehang, "Internalisasi Nilai Pendidikan Agama Islam dalam Pembelajaran di Raudhatul Athfal," *Murhum : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, vol. 3, no. 2, pp. 62–75, Nov. 2022, doi: 10.37985/murhum.v3i2.129.
- [4] Rahmah, Darliana Sormin, Sri Wahyuni, and Rahmah Yasrah, "Sejarah Berdirinya Pendidikan Raudhatul Athfal (RA) Al Qur'an Ulfah Di Padangsidempuan," *Jurnal Nunchi (Islamic parenting) : Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini*, vol. 1, no. 1, pp. 23–30, 2023.
- [5] Siska Inggriani, "Pentingnya Penerapan Sistem Informasi Manajemen Dalam Pengolahan Data Siswa Di Sekolah," 2019. Accessed: Nov. 23, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.31227/osf.io/fwbtg>
- [6] Ahmad Afandi, "Menyongsong Era Digital Kesiapan Guru dalam Teknologi Informasi dalam Pendidikan Anak Usia Dini," *Journal of Practice Learning and Educational Development*, vol. 2, no. 4, pp. 140–144, Dec. 2022, doi: 10.58737/jpled.v2i4.68.
- [7] D. C. Wijaya, E. Erdisna, and S. D. Rizki, "Penerapan Audit Sistem Informasi E-Raport pada SMAN 8 Padang menggunakan Metode Framework Cobit 4.1," *Jurnal KomtekInfo*, pp. 18–28, Mar. 2022, doi: 10.35134/komtekinfo.v9i1.259.
- [8] Gita Nur Aprilia and M Noviansyah Dasaprawira, "Perancangan UI/UX Aplikasi E-Rapor Pada TPQ Berbasis Android Dengan Menggunakan Metode User Centered Design (UCD)," *Informatic and Computational Intelligent Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 48–58, 2023.
- [9] M. Faizal Huda, J. Siska, F. Keguruan, I. Pendidikanuniversitas, D. Bengkulu, and) Corresponding, "Pemanfaatan Sistem Pengelolaan Rapor Berbasis Aplikasi K13 Profesional Di Smkn 6 Kota Bengkulu MTs Negeri 02 Bengkulu Tengah 2)," *JDER Journal of Dehasen Education Review*, vol. 1, no. 1, pp. 72–81, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.unived.ac.id>
- [10] [T. Ardiansah and Hidayatullah Dani, "Penerapan Metode Waterfall Pada Aplikasi Reservasi Lapangan Futsal Berbasis Web," *Journal of Information Technology, Software Engineering, and Computer Science (ITSECS)*, vol. 1, no. 1, pp. 6–13, 2023.
- [11] F. W. Wijaya and B. Prawira, "Penerapan Metode Waterfall Pada Sistem Informasi Kas Kecil," 2022.
- [12] S. Widayati et al., "Penerapan Metode Agile Process dengan Model Extreme Programming Dalam Pembuatan Game RPG 'The Realm of Unknown' Menggunakan MV RPG Maker," 2022.
- [13] K. O. Simatupang and A. F. Pakpahan, "Metode Agile Dalam Perancangan Sistem Informasi Reservasi Fasilitas Universitas Advent Indonesia," *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 3, no. 4, pp. 608–617, Jul. 2022, doi: 10.47065/josh.v3i4.1816.
- [14] F. Nurzaman, "Pengembangan Sistem Otomatisasi Tagihan Menggunakan Metode Agile Software Development," 2020.
- [15] M. Bagoes Satria and H. Ardiansyah, "Analisis dan Perancangan Sistem Raport Digital Metode Waterfall," *Journal on Education*, vol. 05, no. 02, pp. 5143–5151, 2023.