

ANALISIS PERANCANGAN DAN PENGUJIAN E-PORTOFOLIO SISWA BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE WATERFALL DAN BLACK BOX TESTING

Hozairi¹⁾, Zaifuddin²⁾, Masdukil Makruf³⁾

^{1, 2,3)} Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Madura

e-mail: dr.hozairi@gmail.com¹⁾, didien150korang4@gmail.com²⁾, masdukil.makruf@uim.ac.id³⁾

ABSTRAK

Di era digital yang terus maju, pendidikan mengalami perubahan besar dengan mengintegrasikan teknologi informasi ke dalam proses pembelajaran. Salah satu bentuk integrasi tersebut adalah penggunaan E-portofolio berbasis web, yang memungkinkan siswa untuk menyimpan karya secara digital. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun aplikasi E-portofolio siswa berbasis website yang dapat membantu siswa SMK dalam membuat dan menyajikan portofolio mereka secara digital. Metode penelitian ini menggunakan metode Waterfall, hal ini dikarenakan salah satu metode pengembangan sistem yang paling tua dan paling terstruktur. Sementara pengujian sistemnya menggunakan metode Black Box Testing dipilih untuk menguji sistem secara menyeluruh tanpa perlu memperhatikan detail kode internal. Dari hasil pengujian, meskipun terdapat beberapa kegagalan terutama pada fitur cetak PDF dan verifikasi karya siswa, aplikasi ini menunjukkan kehandalan dengan rata-rata persentase keberhasilan sebesar 95.56%, kontribusi penelitian ini memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan motivasi belajar siswa, mempermudah evaluasi oleh guru, dan menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut di masa depan.

Kata Kunci: E-portofolio, Waterfall, Blackbox Testing

ABSTRACT

In the ever-advancing digital era, education is undergoing significant changes by integrating information technology into the learning process. One form of this integration is the use of web-based E-portfolios, which allow students to store their work digitally. This research aims to design and build a web-based E-portfolio application that can assist vocational high school students in creating and presenting their portfolios digitally. This research employs the Waterfall method, as it is one of the oldest and most structured system development methods. Meanwhile, the system testing uses the Black Box Testing method to thoroughly test the system without focusing on the internal code details. From the test results, despite some failures, especially in the PDF printing feature and student work verification, the application demonstrates reliability with an average success rate of 95.56%. This research's contribution significantly impacts increasing student motivation, facilitating teacher evaluation, and providing a foundation for further development in the future.

Keywords: E-portfolio, Black Box Testing, Waterfall Method.

I. PENDAHULUAN

DI era digital yang terus maju, pendidikan mengalami perubahan besar dengan mengintegrasikan teknologi informasi ke dalam proses pembelajaran. Salah satu bentuk integrasi tersebut adalah penggunaan E-portofolio berbasis web, yang memungkinkan siswa untuk menyimpan, mengelola, dan menampilkan hasil karya mereka secara digital. E-portofolio berfungsi bukan hanya sebagai alat dokumentasi, tetapi juga sebagai media untuk refleksi diri dan evaluasi berkelanjutan, yang dapat memperbaiki kualitas pembelajaran. Penerapan E-portofolio diharapkan mampu menggantikan metode tradisional yang kurang efisien dan memberikan

akses yang lebih mudah bagi siswa, guru, dan orang tua.[1]

Meskipun E-portofolio berbasis web memiliki banyak potensi, implementasinya masih menghadapi beberapa tantangan. Banyak sistem E-portofolio yang ada belum optimal dalam hal *user experience* dan keamanan data. Selain itu, kurangnya standarisasi dalam pengembangan E-portofolio menyebabkan variasi kualitas yang signifikan. Pengguna seringkali mengalami kesulitan dalam navigasi dan pengelolaan konten, serta kekhawatiran mengenai privasi dan perlindungan data siswa. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang sistematis dan terstruktur dalam perancangan dan pengujian E-portofolio untuk memastikan bahwa sistem

yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna secara efektif dan aman. [2].

Penelitian terdahulu telah banyak membahas manfaat dan implementasi E-portofolio dalam pendidikan. Maslulah, pada tahun (2022) dengan judul “Electronic Portofolio Sebagai Instrumen Penilaian Pembelajaran Siswa di Era Digital” [3]. Penelitian lain oleh E-Portfolio juga pernah dilakukan oleh Nafira Ramadhan-nis, pada tahun (2023) dengan judul “Rancang Bangun Aplikasi E-Portfolio berbasis Mobile” Nafira Ramadhannis (2023) memfokuskan pada sistem yang diimplementasikan menjadi sistem yang berberis *mobile*. Untuk mengembangkan antarmuka sistem, menggunakan teknologi *Flutter* yang didukung oleh bahasa pemrograman Dart. [4] Namun, banyak dari penelitian ini masih terbatas pada aspek konseptual dan kurang memberikan panduan praktis tentang proses pengembangan dan pengujian yang komprehensif. Metode *Waterfall* telah lama digunakan dalam pengembangan perangkat lunak karena pendekatannya yang linear dan terstruktur, namun penggunaannya dalam pengembangan E-portofolio masih jarang dibahas. Demikian pula, metode *Black Box Testing* yang fokus pada pengujian fungsional sistem juga masih memerlukan eksplorasi lebih lanjut dalam konteks E-portofolio.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji aplikasi E-portofolio siswa berbasis web dengan menerapkan metode *Waterfall* dan *Black Box Testing*. Tujuan spesifik dari penelitian ini meliputi: mengembangkan sistem E-portofolio yang *user-friendly* dan aman, menyediakan panduan praktis dan terstruktur dalam proses pengembangan E-portofolio menggunakan metode *Waterfall*, mengimplementasikan dan mengevaluasi efektivitas metode *Black Box Testing* dalam menguji fungsionalitas dan keamanan sistem, serta mengidentifikasi dan mengatasi tantangan yang dihadapi dalam pengembangan E-portofolio. [5].

Urgensi penelitian ini didasari oleh kebutuhan mendesak untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi alat bantu belajar digital dalam pendidikan. Dengan meningkatnya penggunaan teknologi dalam pendidikan, E-portofolio berbasis web memiliki potensi besar untuk menggantikan metode tradisional yang kurang efisien. Penelitian ini tidak hanya akan memberikan kontribusi teoritis dalam bidang pengembangan sistem pendidikan berbasis teknologi, tetapi juga memberikan panduan praktis bagi pengembang perangkat lunak

pendidikan. Penelitian ini diharapkan dapat mendorong penggunaan E-portofolio yang lebih luas dan efektif di sekolah-sekolah, sehingga mendukung proses belajar mengajar yang lebih optimal dan terukur. [6].

II. METODELOGI PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah ilustrasi tahapan penelitian.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Berikut adalah penjelasan pada gambar 1 yaitu tahapan penelitian:

1. Identifikasi Masalah

Seringkali setelah lulus, siswa mengalami kesulitan dalam menyajikan dan membuktikan kemampuan serta keterampilan yang telah mereka kembangkan selama masa pendidikan di SMK. Salah satu alat yang dapat membantu siswa untuk mengekspos diri mereka secara lebih efektif adalah melalui penggunaan portofolio, banyak siswa yang lulus dari SMK masih belum memiliki portofolio yang memadai[7].

2. Penentuan Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi E-portofolio berbasis *web-site* yang dapat membantu siswa SMK dalam membuat dan menampilkan portofolio mereka dari awal masuk sekolah hingga lulus. Aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa mengenai kepentingan portofolio, memberikan petunjuk yang terperinci mengenai cara membuat portofolio yang efektif, dan menyediakan platform yang *user-friendly* untuk menampilkan hasil karya mereka.

3. Kajian Pustaka

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji tentang penerapan E-portofolio di berbagai konteks pendidikan. Namun, penelitian tersebut belum secara khusus fokus pada permasalahan siswa SMK yang setelah lulus masih belum mempunyai portofolio. Penelitian

sebelumnya mengenai E-Portofolio dilakukan oleh beberapa peneliti lain.

4. Mengumpulan Data dan Informasi

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan informasi untuk lebih memahami sistem yang sedang diteliti, yaitu observasi dan wawancara dan mengambil dari berita atau survey terbaru dan juga dari artikel-artikel atau penelitian orang sebelumnya, dan juga wawancara.

5. Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem mengubah desain perangkat lunak menjadi kode pemrograman menggunakan PHP, Bootstrap 5, HTML, CSS, dan Sqlite dengan *Visual Studio Code* sebagai editor.

6. Pengujian Sistem

Menguji sistem untuk memastikan fungsionalitas dan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna, menggunakan metode *black-box* testing untuk memastikan fungsinya baik.

7. Hasil dan Kesimpulan

Menganalisis data dari pengujian, menyajikan temuan utama, dan merumuskan kesimpulan serta rekomendasi untuk perbaikan atau penelitian di masa depan.

B. Waktu dan Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan selama lima bulan, dari Februari hingga Juni 2024, di SMK Darul Ulum II Gersempal.

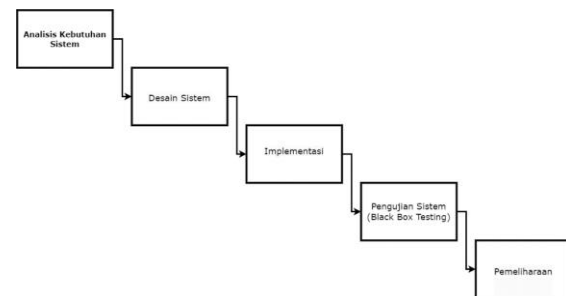
C. Populasi, sampel dan teknik pengambilan sampel

- Seluruh siswa dan guru di SMK Darul Ulum II Gersempal yang menggunakan E-portofolio (sekitar 500 siswa dan 21 guru).
- Ada 50 siswa dari berbagai kelas dan 5 guru mata pelajaran inti yang aktif menggunakan E-portofolio.
- Teknik Pengambilan Sampel:
 - Siswa
Aktif menggunakan teknologi dalam belajar, memiliki akses ke perangkat teknologi, dan menggunakan E-portofolio minimal satu semester.
 - Guru
Mengajar mata pelajaran inti, berpengalaman dalam penilaian dengan teknologi, dan bersedia berpartisipasi.

D. Metode Waterfall

Model Waterfall adalah salah satu metode pengembangan sistem yang sudah tua dan lama ada dan sangat terstruktur. Metode pengembangan perangkat lunak *Waterfall* dipilih sebagai pendekatan utama dalam merancang dan mengimplementasikan aplikasi E-portofolio siswa berbasis *website* dalam penelitian ini [8].

Tahapan-tahapan dalam model *Waterfall* meliputi:



Gambar 2 Metode *Waterfall*

Berikut adalah tahapan waterfall:

1. Analisa kebutuhan.

Mengumpulkan dan memahami kebutuhan pengguna dan sistem untuk memastikan bahwa aplikasi E-portofolio siswa memenuhi kebutuhan tersebut. Pada tahap ini, fokus utama adalah mengumpulkan kebutuhan dari perangkat lunak yang akan dikembangkan. Ini melibatkan identifikasi dan pemahaman menyeluruh terhadap kebutuhan pengguna dan sistem. Maaf atas kebingungannya sebelumnya. Dalam penelitian ini, tujuannya adalah untuk memverifikasi bahwa persyaratan dari aplikasi terpenuhi. E-portofolio siswa dipahami dengan jelas oleh tim pengembang yaitu E-Portofolio siswa.

2. Desain.

Tahap desain melibatkan Pembuatan rancangan program perangkat lunak meliputi desain UI/UX, arsitektur perangkat lunak, antarmuka pengguna, dan pedoman pengkodean. Model data logis digunakan untuk merancang basis data, sementara diagram *use case* dan diagram *activity* diagram digunakan untuk memodelkan kebutuhan perangkat lunak secara lebih mendetail.

3. Implementasi

Tahap Implementasi mengubah desain perangkat lunak menjadi kode pemrograman menggunakan PHP, Bootstrap 5, HTML, CSS, dan SQLite Viewer dengan Visual Studio Code sebagai editor. [9]. Tahap ini melibatkan penerjemahan desain perangkat lunak menjadi kode pemrograman yang sebenarnya. Bahasa pemrograman seperti PHP, dan Bootstrap 5, HTML, dan CSS yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengimplementasikan desain yang telah dibuat sebelumnya, serta

membuat database sistem Sqlite dan kode editor *Visual Studio Code*.

4. Pengujian

Aplikasi E-Portofolio siswa berbasis website menggunakan metode *black-box testing* oleh siswa untuk memastikan semua fitur dan halaman berfungsi dengan baik dan menghasilkan data portofolio yang akurat. Aplikasi E-Portofolio siswa berbasis website menggunakan pengujian metode *black-box testing* yang melibatkan uji coba langsung oleh pengguna, yakni siswa. Dengan demikian, pengujian ini tidak hanya menegaskan keberfungsian internal aplikasi, tetapi juga menjamin bahwa aplikasi memberikan hasil yang relevan dan bermakna bagi pengguna akhir, sesuai dengan kebutuhan siswa [10].

5. Pemeliharaan

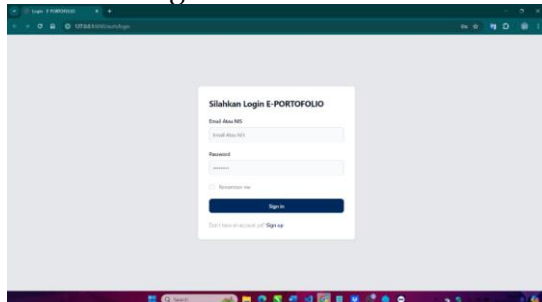
Setelah aplikasi selesai, tahap ini melibatkan pembaruan, perbaikan bug, peningkatan fitur, dan pengelolaan umum untuk memastikan aplikasi tetap berjalan lancar dan berkualitas dalam jangka panjang.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Sistem

Proses implementasi ini melibatkan penerapan desain antarmuka pengguna yang sudah disiapkan sebelumnya dan penggabungan semua komponen sistem untuk menciptakan aplikasi E-portofolio atau produk yang siap digunakan. Hasil dari aplikasi E-portofolio merupakan implementasi sistem yang terintegrasi berbasis website. Implementasi antarmuka pengguna ditampilkan melalui tangkapan layar dari laptop yang digunakan sebagai alat dan objek penelitian. Berikut adalah halaman hasil dari implementasi sistem:

1. Halaman Login

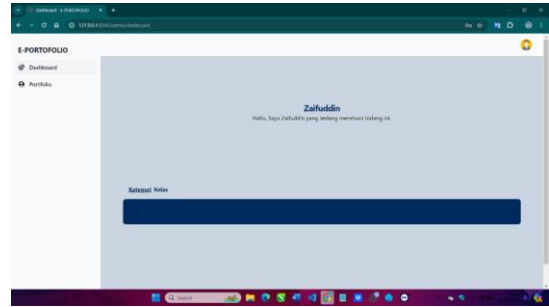


Gambar 3 Halaman Login

Pada Gambar 3 Halaman Login ke halaman portofolio siswa, ini adalah langkah awal yang diperlukan untuk mengakses dan mengelola konten

pribadi yang terdokumentasi secara digital.

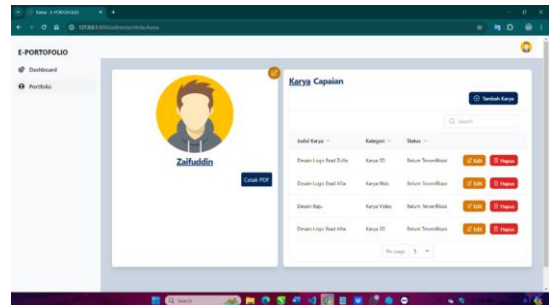
2. Dashboard



Gambar 4 Dashboard

Pada gambar 4 yaitu Halaman Dashboard siswa adalah titik awal yang memberikan gambaran keseluruhan terkait isi, pencapaian, dan perkembangan siswa.

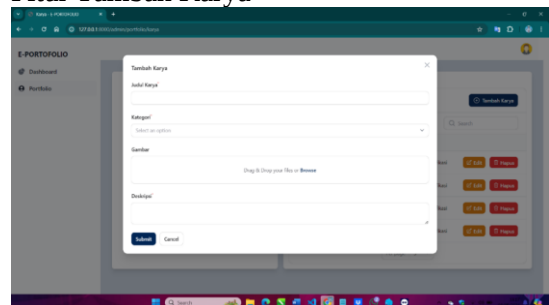
3. Halaman Portofolio



Gambar 5 Halaman Portofolio

Pada Gambar 5 Halaman portofolio siswa adalah ruang yang memberikan informasi rinci dan terperinci tentang proyek-proyek, tugas-tugas, dan pencapaian lainnya yang terdokumentasi pada halaman portofolio yang juga tersedia beberapa fitur didalamnya.

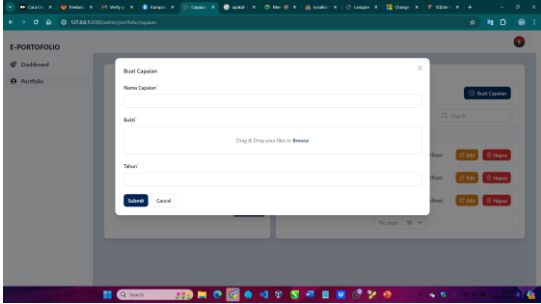
4. Fitur Tambah Karya



Gambar 6 Fitur Tambah Karya

Pada Gambar 6 Halaman Portofolio Fitur menambah karya di portofolio memungkinkan pengguna untuk terus memperbarui dan mempersonalisasi portofolio mereka seiring waktu.

5. Fitur Tambah Pencapaian



Gambar 7 Fitur Tambah Pencapaian

Pada Gambar 7 Halaman Portofolio Fitur membuat Pencapaian di portofolio memungkinkan pengguna untuk terus membuat atau memperbarui dan mempersonalisasi portofolio mereka seiring waktu.

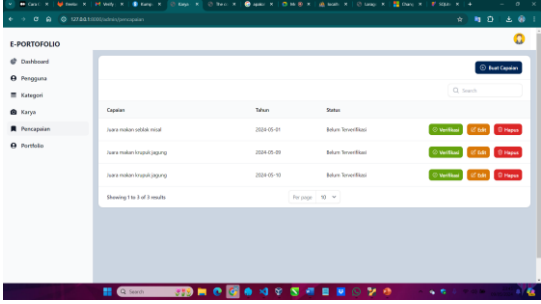
6. Fitur Cetak PDF



Gambar 8 Fitur cetak Pdf

Pada Gambar 8 Fitur cetak PDF dan ini adalah hasil dari cetak pdf pada aplikasi E-portofolio yang memberikan keuntungan signifikan bagi siswa dengan menyediakan fitur cetak untuk menghasilkan portofolio dari hasil karya atau pencapaian mereka.

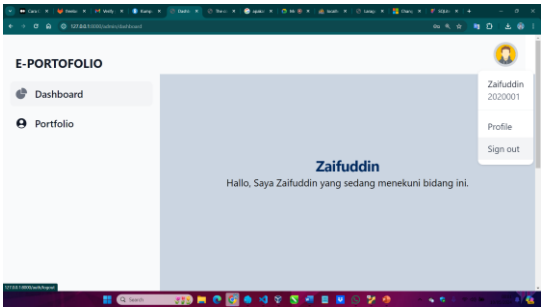
7. Halaman Admin Fitur Verifikasi



Gambar 9 Halaman Admin Fitur Verifikasi

Pada gambar 9 yaitu halaman admin fitur Verifikasi di portofolio memungkinkan admin untuk memverifikasi, mengedit atau menghapus karya-karya siswa.

8. Fitur Logout



Gambar 10 Fitur Logout

Pada gambar 10 ada fitur logout didalam portofolio siswa adalah tempat di mana pengguna, dalam hal ini siswa, dapat dengan aman keluar dari sesi akses mereka ke platform portofolio dan masuk lagi ketampilan login.

B. Pengujian Black Box Testing

Setelah aplikasi selesai dikembangkan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian fungsional sistem menggunakan metode Blackbox Testing. Blackbox Testing adalah pengujian fungsional yang dilakukan tanpa memperhatikan desain dan kode program untuk mengevaluasi apakah fungsi, masukan, dan keluaran aplikasi berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. [11]. Adapun hasil pengujian menggunakan metode *Blackbox Testing* seperti pada tabel 1.

C. Tabel Hasil Pengujian Halaman Siswa

Berikut merupakan tabel hasil pengujian Halaman Siswa pada aplikasi E-Portofolio berbasis *website*.

Tabel 1 – Hasil Pengujian Halaman Siswa

		Halaman Siswa			
No	Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Login Siswa	Login dengan data yang benar	Menampilkan halaman dashboard Siswa	Sesuai harapan	Valid
		Login dengan data yang salah	Muncul notifikasi alert password/NIS salah	Sesuai harapan	Valid
2	Halaman Portofolio	Masuk ke halaman Portofolio	Menampilkan Halaman Portofolio	Sesuai Harapan	Valid
3	Fitur Tambah Karya	Masuk ke Form Tambah Karya	Submit Data Karya yang di Input	Sesuai Harapan	Valid
4	Fitur Tambah Pencapaian	Masuk Form Tambah Pencapaian	Submit Data Pencapaian yang di Input	Sesuai Harapan	Valid
5	Fitur Cetak PDF	Cetak PDF	Mencetak Karya atau Pencapaian yang sudah di Verifikasi	Sesuai Harapan	Valid

Tabel 1 merupakan tabel pengujian halaman siswa pada aplikasi E-portofolio siswa. Tabel ini mencakup berbagai skenario pengujian untuk memastikan bahwa

semua fitur pada halaman siswa berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Berdasarkan hasil pengujian yang tercantum dalam tabel, dapat disimpulkan bahwa setiap fitur pada halaman siswa telah diuji dan terbukti berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Tabel ini menunjukkan bahwa halaman siswa dapat berjalan dengan lancar dan memenuhi kebutuhan pengguna, yaitu siswa yang menggunakan aplikasi E-portofolio ini.

D. Tabel Hasil Pengujian Halaman Admin

Berikut merupakan tabel hasil pengujian Halaman Siswa pada aplikasi E-Portofolio berbasis *website*

Tabel 2 – Hasil Pengujian Halaman Admin

Halaman Admin					
No	Pengujian	Test Case	Hasil yang di harapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Login Admin	Login dengan data yang benar	Menampilkan halaman dashboard Admin	Sesuai Harapan	Valid
		Login dengan data yang salah	Muncul notifikasi allert password/NIS salah	Sesuai Harapan	Valid
2	Fitur Tambah Pengguna	Tambah Pengguna	Menampilkan Data Pengguna yang sudah ditambahkan	Sesuai harapan	Valid
3	Fitur Kategori	Tambah Kategori Karya	Menampilkan Data Kategori Karya	Sesuai Harapan	Valid
4	Fitur Karya	Verifikasi	Verifikasi Karya yang sudah ditambah oleh siswa	Sesuai Harapan	Valid
5	Pencapaian	Verifikasi	Verifikasi Pencapaian yang dibuat	Sesuai Harapan	Valid
6	Fitur Logout	Logout	Keluar dari halaman menuju halaman Login	Sesuai Harapan	Valid

Tabel 2 merupakan tabel pengujian halaman admin pada aplikasi E-portofolio siswa. Tabel ini mencakup berbagai skenario pengujian untuk memastikan bahwa semua fitur pada halaman admin berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Berdasarkan hasil pengujian yang tercantum dalam tabel, dapat disimpulkan bahwa setiap fitur pada halaman admin telah diuji dan terbukti berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Tabel ini menunjukkan bahwa halaman admin dapat berjalan dengan lancar dan memenuhi kebutuhan pengguna, yaitu admin yang mengelola aplikasi E-portofolio ini.

Pada Tabel 3 Merupakan tabel rekapitulasi hasil dari Pengujian *blackbox testing* terhadap aplikasi E-portofolio melibatkan 9 modul, dengan masing-

masing modul diuji sebanyak 50 kali, menghasilkan total 450 percobaan. Dari keseluruhan percobaan, ditemukan 20 kegagalan yang terjadi pada dua modul: 10 kegagalan pada fitur cetak PDF yang disebabkan oleh gambar yang tidak rapi, dan 10 kegagalan pada fitur verifikasi karya siswa.

Tabel 3 - Rekapitulasi Hasil Pengujian *Blackbox Testing*.

No	Halaman	Hasil Pengujian	Presentase Keberhasilan
1	Login Siswa	Sukses	100%
2	Halaman Portofolio	Sukses	100%
3	Fitur Tambah Karya	Sukses	100%
4	Fitur Tambah Pencapaian	Sukses	100%
5.	Fitur Cetak PDF	Sukses	80%
6.	Login Admin	Sukses	100%
7.	Fitur Tambah Kategori	Sukses	100%
8.	Fitur Verifikasi Karya	Sukses	80%
9.	Fitur Verifikasi Pencapaian	Sukses	100%
Total rata rata			95.56 %

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang sudah dilakukan menjadikan metode *waterfall* yang digunakan sebagai kerangka kerja terbukti sangat efektif karena mampu menyelesaikan pengembangan dalam waktu yang cukup singkat yaitu 5 bulan dengan membagi Fitur atau Modul menjadi bagian bagian kecil. Berdasarkan aplikasi yang dihasilkan peneliti melakukan pengujian fungsionalitas dengan menggunakan metode *blackbox testing*. Hasil pengujian menggunakan metode *blackbox testing* mendapatkan skor rata – rata 95.56%, hal ini dapat disimpulkan bahwa fungsionalitas aplikasi sudah berjalan sesuai yang diharapkan, sistem berfungsi dengan baik namun hanya terdapat sedikit masalah yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan kualitas dan kehandalan sistem.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian

ini. Terima kasih kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Fathor Rohman dan Ibu Hamama, atas dukungan finansial, doa, dan motivasi. Terima kasih juga kepada Bapak Dr. Hozairi, S.ST., MT dan Bapak Masdukil Makruf, S.Kom., MT atas bimbingannya. Tak lupa, terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini. Dukungan kalian sangat berarti bagi kesuksesan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Nisaa'Nasution, S. S. Ramadani Hasibuan, J. Sembiring, L. H. Samura, N. Panjaitan, and J. Vanessa Uli Sembiring, "Penerapan E-Assigment Sebagai Upaya Guru Dalam Memberikan Penilaian Hasil Belajar Berbasis Digital," *J. Educ. Res. Hum.*, vol. 1, pp. 79–86, 2023.
- [2] M. Maskan and A. Fauzi, "Development of Marketing Management Learning Model Based on E-Portofolio," pp. 80–85.
- [3] M. Masluhah and K. R. Afifah, "Electronic Portofolio Sebagai Instrumen Penilaian Pembelajaran Siswa di Era Digital," *J. Basicedu*, vol. 6, no. 2, pp. 1883–1896, 2022, doi: 10.31004/basicedu.v6i2.2236.
- [4] I. Zuhriyah *et al.*, "Analisis Kreativitas Siswa pada Pembuatan Mind Mapping dengan Menggunakan Penilaian Portofolio Materi Sistem Ekskresi," *J. Nat. Sci. Educ. Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 92–104, 2019.
- [5] T. Hartati and I. D. Sintawati, "Implementasi Metode Waterfall Pada Perancangan Aplikasi SIPSIBA Studi Kasus SMK Muhammadiyah 10 Jakarta," *Remik*, vol. 5, no. 1, pp. 104–110, 2020, doi: 10.33395/remik.v5i1.10711.
- [6] A. Alfisyakhrin, I. Nawangsih, and I. Romli, "Sistem Pembayaran SPP pada SMK Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall," *Media Online*, vol. 4, no. 2, pp. 1100–1110, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i2.1315.
- [7] A. Andiriyanto, A. D. Anugerah, and Z. Zarnuji, "Desain Sistem Informasi E-Portofolio Siswa Di Sekolah Sd Lukman Hakim Kabupaten Sumenep," *Community Dev. J. J. Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 3, pp. 2098–2102, 2022, doi: 10.31004/cdj.v3i3.10261.
- [8] A. Merdekawati and L. K. Rahayu, "Sistem Pengolahan Nilai Siswa Secara Online," *J. Tek. Inform. Kaputama*, vol. 6, no. 2, pp. 495–504, 2022.
- [9] W. Apriliah, N. Subekti, and T. Haryati, "Penerapan Model Waterfall Dalam Perancangan Aplikasi Sistem Informasi Simpan Pinjam Pada Koperasi Pt. Chiyoda Integre Indonesia Karawang," *J. Interkom J. Publ. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 14, no. 2, pp. 34–42, 2021, doi: 10.35969/interkom.v14i2.69.
- [10] B. A. Priyaungga, D. B. Aji, M. Syahroni, N. T. S. Aji, and A. Saifudin, "Pengujian Black Box pada Aplikasi Perpustakaan Menggunakan Teknik Equivalence Partitions," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Apl.*, vol. 3, no. 3, p. 150, 2020, doi: 10.32493/jtsi.v3i3.5343.
- [11] A. M. Firdaus and D. A. Prabowo, "Aplikasi Pencari Tempat Magang Berbasis Android Menggunakan Metode Agile Scrum," *J. Inform. Upgris*, 2022.