

Rancang Bangun Platform *Capture The Flag* (CTF) Berbasis *Website* Untuk Pembelajaran Dasar Keamanan Siber Di Prodi Sistem Informasi UNUSU Dengan Metode *Waterfall*

Muhammad Ridho Siregar¹, Muhammad Khaibar Putra Adithia², Junaidi³

^{1,2,3}Sistem Informasi, Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Utara, Indonesia

Email: muhammadridhosiregar26@gmail.com1; ibaradithia94@gmail.com2; junaidy2906@gmail.com 3;

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi yang pesat di era digital menuntut pemahaman yang lebih mendalam mengenai keamanan siber, khususnya bagi mahasiswa di bidang sistem informasi. Untuk mendukung proses pembelajaran, diperlukan media interaktif yang tidak hanya menyediakan pengetahuan teoretis tetapi juga pengalaman praktis. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah pengembangan platform *Capture The Flag* (CTF) berbasis web sebagai alat pembelajaran untuk pelatihan dasar keamanan siber bagi mahasiswa Program Studi Sistem Informasi di UNUSU. Sistem ini dirancang dan dikembangkan menggunakan metode *Waterfall*, yang mencakup tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Platform yang dihasilkan menawarkan berbagai tantangan dasar keamanan siber, sistem penilaian otomatis, dasbor peringkat peserta, serta materi pendukung untuk membantu mahasiswa memahami konsep sebelum mencoba tantangan. Sistem ini dirancang dan dikembangkan menggunakan metode *Waterfall*, yang mencakup tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Platform yang dihasilkan menawarkan berbagai tantangan dasar keamanan siber, sistem penilaian otomatis, dasbor peringkat peserta, serta materi pendukung untuk membantu mahasiswa memahami konsep sebelum mencoba tantangan.

Keyword: *Waterfall*; *Capture The Flag*; Keamanan Siber; Sistem Informasi.

ABSTRACT

The rapid development of information technology in the digital era requires a deeper understanding of cybersecurity, particularly for students in the field of information systems. To support the learning process, an interactive medium is needed that not only provides theoretical knowledge but also practical experience. One approach that can be applied is the development of a web-based Capture The Flag (CTF) platform as a learning tool for basic cybersecurity training for students of the Information Systems Study Program at UNUSU. This system was designed and developed using the Waterfall method, which includes the stages of requirements analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. The resulting platform offers a variety of basic cybersecurity challenges, an automated scoring system, participant ranking dashboards, and supporting materials to help students understand the concepts before attempting the challenges. This system was designed and developed using the Waterfall method, which includes the stages of requirements analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. The resulting platform offers a variety of basic cybersecurity challenges, an automated scoring system, participant ranking dashboards, and supporting materials to help students understand the concepts before attempting the challenges.

Keyword: *Waterfall*; *Capture The Flag*; Cybersecurity; Information Systems

Corresponding Author:

Muhammad Ridho Siregar,
Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Utara,
Jl. Gaperta Ujung No.2, Tj. Gusta, Kec. Medan Helvetia, Kota Medan,
Sumatera Utara 20125, Indonesia.
Email: muhammadridhosiregar26@gmail.com



1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang pesat meningkatkan frekuensi serangan siber secara global maupun di Indonesia, sebagaimana terlihat dari laporan CISA tahun 2024 dan temuan BSSN tahun 2023 (Alfi, 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa ancaman keamanan siber semakin serius dan membutuhkan pemahaman mendalam, terutama bagi mahasiswa Sistem Informasi yang dipersiapkan sebagai tenaga ahli di bidang teknologi informasi (Akbar, 2022). Namun, pembelajaran keamanan siber di UNUSU masih didominasi pendekatan teoretis tanpa dukungan media praktis, sehingga mahasiswa kesulitan memahami konsep dan keterampilan teknis yang dibutuhkan.

Pendekatan *Capture The Flag* (CTF) menjadi metode pembelajaran praktis yang efektif karena memberikan tantangan berbasis skenario nyata, tetapi UNUSU belum memiliki platform khusus untuk tingkat dasar. Ketiadaan sarana ini membuat mahasiswa kurang siap menghadapi ancaman dunia kerja yang menuntut kemampuan analisis, pemecahan masalah, dan pemahaman celah keamanan (Kartasasmita et al., 2025).

Pengembangan platform CTF berbasis web dipandang sebagai solusi yang relevan karena mudah diakses dan dapat menyediakan tantangan dasar seperti SQL injection, XSS, dan analisis log. Penelitian ini menggunakan metode Waterfall yang terstruktur, sehingga proses pengembangan dapat dilakukan secara sistematis mulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian (Siburian & Latifah, 2023). Penelitian ini bertujuan merancang platform CTF berbasis web untuk mendukung pembelajaran dasar keamanan siber di UNUSU serta meningkatkan kompetensi dan kesiapan mahasiswa menghadapi tantangan keamanan siber di dunia profesional.

2. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan oleh peneliti menggunakan beberapa metode antara lain:

1) Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teori terkait konsep *Capture The Flag* (CTF) (Sugiyarto et al., 2025), keamanan siber dasar (Laksana et al., 2024), dan metode pengembangan perangkat lunak *Waterfall*. Sumber literatur yang digunakan meliputi buku, jurnal ilmiah, prosiding konferensi, dan artikel daring yang kredibel. Hasil studi literatur ini digunakan sebagai acuan dalam perancangan sistem serta penentuan fitur yang akan dikembangkan.

2) Observasi

Observasi dilakukan di Program Studi Sistem Informasi Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Utara (UNUSU) untuk melihat secara langsung proses pembelajaran keamanan siber yang sedang berjalan. Melalui observasi ini, peneliti dapat mengidentifikasi kebutuhan pengguna (mahasiswa dan dosen) terhadap platform pembelajaran berbasis CTF.

3) Wawancara

Wawancara dilakukan dengan dosen pengampu mata kuliah yang berkaitan dengan keamanan siber serta beberapa mahasiswa. Tujuan wawancara adalah untuk mendapatkan informasi mendalam mengenai materi yang perlu dimasukkan, tingkat kesulitan soal, serta preferensi desain antarmuka agar sistem yang dibangun dapat digunakan secara efektif dalam pembelajaran.

B. Metode Pengembangan Sistem

Dalam penelitian ini, prosedur yang digunakan mengacu pada metode pengembangan perangkat lunak *Waterfall*, yang dipilih karena memiliki tahapan yang terstruktur dan berurutan sehingga memudahkan dalam proses perancangan hingga pengujian sistem (Prasetyo & Putra, 2021).



Fig 1 Diagram Waterfall

Data yang dikumpulkan oleh peneliti menggunakan beberapa tahapan antara lain:

1) *Requirement Analysis*

Tahap *Requirement Analysis* merupakan langkah awal di mana peneliti bekerja sama dengan pihak terkait, seperti dosen dan mahasiswa Prodi Sistem Informasi UNUSU, untuk memahami dan merumuskan tujuan utama dari pengembangan platform *Capture The Flag* (CTF) berbasis *website*. Pada tahap ini, dilakukan identifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem, serta permasalahan yang selama ini muncul dalam proses pembelajaran dasar keamanan siber. Selain itu, tahap ini juga menentukan spesifikasi teknis dan sumber daya yang diperlukan agar platform yang dibangun dapat berfungsi secara optimal dan mendukung proses pembelajaran secara interaktif dan efektif.

a. Mengidentifikasi Masalah

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi terhadap permasalahan yang ada dalam proses pembelajaran keamanan siber, khususnya dalam penerapan materi *Capture The Flag* (CTF). Saat ini, belum tersedia platform berbasis *website* yang memadai untuk memfasilitasi mahasiswa dalam berlatih dan mengasah kemampuan dasar keamanan siber secara interaktif. Selain itu, proses pembelajaran yang ada masih bersifat konvensional sehingga kurang efektif dalam memberikan pengalaman langsung pada mahasiswa.

Table 1 Identifikasi Masalah

No.	Masalah	Penyebab Masalah
1	Belum adanya platform <i>Capture The Flag</i> berbasis <i>website</i> untuk pembelajaran keamanan siber di Prodi SI.	Kurangnya sarana yang mendukung pembelajaran interaktif dan praktik langsung dalam keamanan siber.
2	Pembelajaran keamanan siber masih menggunakan metode konvensional yang kurang interaktif dan menarik.	Metode pengajaran yang dominan teori tanpa media pembelajaran yang memadai dan menarik.

b. Kebutuhan Sistem

Berdasarkan hasil identifikasi masalah sebelumnya, dapat ditentukan kebutuhan-kebutuhan yang harus dipenuhi oleh sistem untuk membantu pengguna mengatasi kendala yang ada serta mempermudah proses pembelajaran. Kebutuhan ini mencakup fitur dan fungsi yang harus ada agar platform (CTF) berbasis *website* dapat berjalan efektif. Selanjutnya, kebutuhan pengguna dan spesifikasi teknis tersebut akan dirangkum dalam Tabel 2 Kebutuhan Sistem.

Table 2 Kebutuhan Sistem

Bagian	Uraian Tugas	Identifikasi Kebutuhan
Admin	• Mengelola akun pengguna (mahasiswa dan dosen)	- Membuat sistem manajemen pengguna yang memudahkan admin dalam mengelola pendaftaran dan data pengguna. - Memiliki fitur pengelolaan tantangan untuk update soal dan materi pembelajaran secara mudah dan terstruktur.
	• Menambah, mengubah, dan menghapus tantangan CTF	- Sistem mampu menampilkan laporan dan statistik aktivitas pengguna secara real-time untuk evaluasi pembelajaran.
	• Memantau aktivitas pengguna	
Mahasiswa	• Mengerjakan tantangan CTF	- Platform menyediakan akses mudah untuk mengakses dan menyelesaikan tantangan keamanan siber.
	• Melihat progress dan hasil penilaian	- Menyediakan dashboard yang menampilkan progres, nilai, dan riwayat latihan mahasiswa secara transparan.

c. Kebutuhan Data / Basis Data

Agar platform berfungsi dengan baik, sistem harus menyimpan data yang lengkap dan terstruktur. Data yang diperlukan antara lain:

- Data pengguna: ID pengguna, nama, NIM atau NIP, email, kata sandi yang terenkripsi, dan peran (mahasiswa atau dosen).
- Data tantangan (*challenges*): ID tantangan, judul, deskripsi, kategori (misal web, kriptografi, forensik), tingkat kesulitan, skor, *flag*, dan *ciphertext* untuk tantangan kriptografi.
- Data jawaban (*submissions*): ID *submission*, ID pengguna, ID tantangan, jawaban yang dikirim, status jawaban (benar/salah), dan *timestamp*.

- Data skor dan *leaderboard*: ID skor, ID pengguna, total skor, dan peringkat mahasiswa.
- Data konfigurasi sistem: pengaturan platform, seperti waktu penyelesaian tantangan, jumlah soal aktif, serta algoritma enkripsi yang digunakan.

d. Kebutuhan Bisnis

Kebutuhan bisnis dalam penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi proses dan kebutuhan yang terkait dengan pengembangan platform *Capture The Flag* (CTF) berbasis *website* sebagai media pembelajaran dasar keamanan siber di Prodi Sistem Informasi UNUSU. Pengembangan platform ini bertujuan untuk menciptakan sarana pembelajaran yang efektif, interaktif, dan mudah diakses oleh mahasiswa, sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan mereka dalam bidang keamanan siber. Dengan demikian, platform ini diharapkan dapat mendukung proses belajar mengajar secara optimal dan memberikan nilai tambah bagi pengguna, yaitu mahasiswa dan dosen di Prodi Sistem Informasi UNUSU. Berikut rancangan proses bisnis untuk *Platform Capture The Flag* (CTF) berbasis *website* pada Program Studi Sistem Informasi UNUSU.

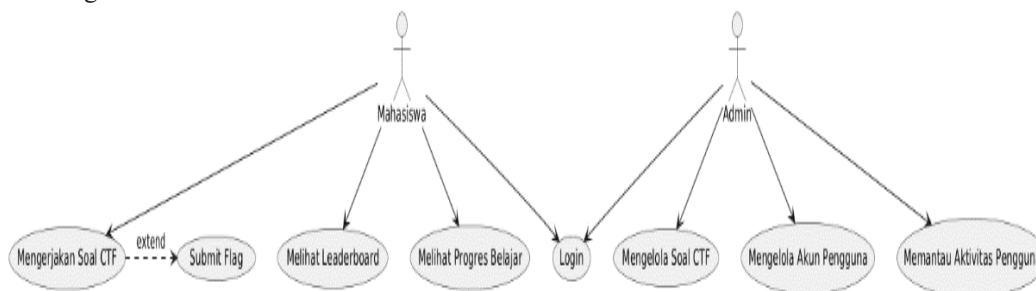


Fig 2 Usecase Kebutuhan Bisnis

Dengan memenuhi kebutuhan bisnis dan menyimpan data secara terstruktur di basis data *MySQL*, platform CTF dapat berjalan efektif, memberikan pengalaman belajar yang interaktif, serta memudahkan pengajar dalam memantau dan mengevaluasi kemampuan mahasiswa. Struktur data yang jelas juga mempermudah pengembangan dan pemeliharaan sistem di masa mendatang.

2) System Design

Pada tahap ini, dilakukan proses perancangan sistem platform *Capture The Flag* (CTF) berbasis *website* yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pengguna dalam pembelajaran dasar keamanan siber. Proses desain ini juga meliputi evaluasi dan perbaikan apabila ditemukan ketidaksesuaian antara hasil rancangan dengan kebutuhan yang diharapkan oleh pengguna maupun analis. Dengan demikian, tahap ini memastikan desain sistem dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

a. Perancangan *Object Oriented*

Dalam perancangan sistem yang diusulkan, digunakan pendekatan *Object Oriented* dengan memanfaatkan UML (*Unified Modeling Language*). Proses perancangan ini meliputi pembuatan beberapa diagram penting, seperti *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, dan *Class Diagram*. Selain itu, dilakukan pula perancangan ERD (*Entity Relationship Diagram*) untuk mendefinisikan struktur *database*, serta perancangan antarmuka pengguna (*User Interface*) yang akan digunakan pada platform *Capture The Flag* (CTF) berbasis *website*.

b. Perancangan *Usecase Diagram*

Usecase Diagram merupakan gambaran interaksi antara aktor dan sistem yang dirancang. Pada platform *Capture The Flag* (CTF) berbasis *website* ini, terdapat dua aktor utama, yaitu Admin dan Mahasiswa.

Admin bertugas untuk mengelola konten tantangan CTF, mengelola akun pengguna, serta memantau dan menganalisis hasil kompetisi. Admin juga bertanggung jawab untuk memperbarui soal dan skor serta mengelola tampilan antarmuka sistem.

Mahasiswa berperan dalam mengakses platform untuk mengikuti tantangan keamanan siber, mengirimkan jawaban (*flag*), melihat peringkat, dan memanfaatkan fitur pembelajaran yang tersedia di dalam sistem.

Interaksi antara kedua aktor dengan sistem ini dirancang untuk mendukung proses pembelajaran dasar keamanan siber secara efektif dan terstruktur. Berikut adalah rancangan *Usecase Diagram* platform CTF ini yang ditampilkan pada Gambar 3.

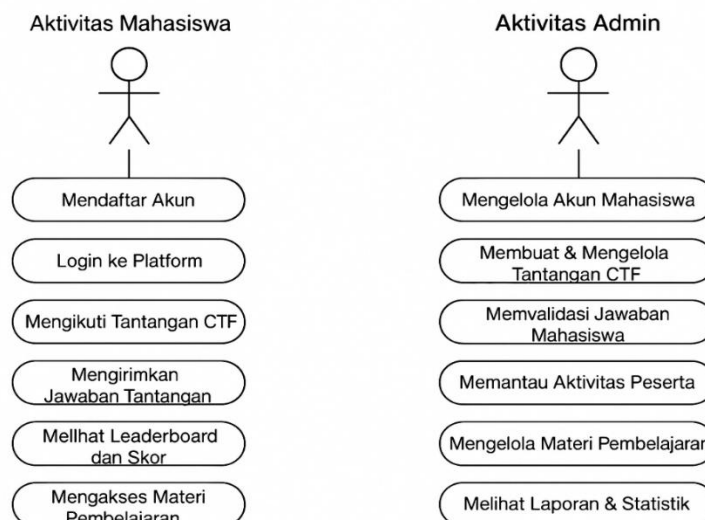


Fig 3 Usecase Diagram

3) Implementation

Pada tahap ini, sistem platform *Capture The Flag* (CTF) berbasis *website* yang telah dirancang dan dikembangkan akan diuji untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem berjalan sesuai dengan fungsinya. Proses pengujian dilakukan sebelum sistem diterapkan secara penuh, dengan tujuan mendeteksi dan memperbaiki kesalahan atau bug yang mungkin ditemukan selama pengembangan. Tahap implementasi ini sangat penting untuk menjamin kualitas dan keandalan sistem yang dikembangkan.

4) Integration & Testing

Tahap integrasi dan pengujian dilakukan setelah seluruh komponen platform *Capture The Flag* (CTF) berbasis web berhasil diimplementasikan. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Blackbox Testing* untuk memastikan bahwa setiap fungsi utama berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna tanpa meninjau struktur internal kode (Ichsanudin & Yusuf, 2022). Pengujian mencakup fitur registrasi, *login*, tampilan tantangan, sistem validasi *flag*, *leaderboard*, serta fitur admin seperti manajemen pengguna dan manajemen tantangan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi dapat berjalan dengan baik sesuai skenario uji yang telah ditetapkan. Validasi input bekerja dengan benar, sistem mampu memproses *flag* dengan akurat, *leaderboard* memperbarui data secara dinamis, dan seluruh fitur admin berfungsi sesuai spesifikasi. Dengan demikian, tahap pengujian menunjukkan bahwa platform siap digunakan dalam proses pembelajaran dasar keamanan siber.

Table 3 Skenario Pengujian

No	Skenario Pengujian	Input	Output yang Diharapkan	Status
1	Registrasi data lengkap	<i>Username, email, password valid</i>	Akun berhasil dibuat & menuju <i>login</i>	Berhasil
2	Registrasi <i>username</i> kosong	(kosong)	" <i>Username</i> wajib diisi"	Berhasil
3	Registrasi email tidak valid	Email tanpa @	"Format email tidak valid"	Berhasil
4	Registrasi <i>password</i> < 6 karakter	abc	" <i>Password</i> terlalu pendek"	Berhasil
5	<i>Login</i> kredensial benar	<i>Username & password valid</i>	<i>Login</i> berhasil	Berhasil
6	<i>Login password</i> salah	<i>Username</i> benar, <i>password</i> salah	" <i>Password</i> salah"	Berhasil
7	<i>Login field</i> kosong	(kosong)	" <i>Field</i> tidak boleh kosong"	Berhasil
8	Tampilkan daftar tantangan	-	Semua tantangan tampil	Berhasil
9	Klik salah satu tantangan	Klik Level 1	Detail tantangan muncul	Berhasil
10	<i>Submit flag</i> benar	<i>Flag</i> benar	" <i>Flag</i> benar" + skor bertambah	Berhasil
11	<i>Submit flag</i> salah	<i>Flag</i> salah	" <i>Flag</i> salah"	Berhasil
12	<i>Submit flag</i> kosong	-	" <i>Flag</i> tidak boleh kosong"	Berhasil
13	<i>Load leaderboard</i>	-	<i>Ranking user</i> tampil	Berhasil
14	<i>Update leaderboard</i>	Tambah poin	Peringkat berubah sesuai skor	Berhasil

5) Deployment

Proses deployment dilakukan menggunakan lingkungan *local server*, yaitu *AppServ* yang mencakup PHP dan MySQL sebagai basis pengembangan (Parlika et al., 2020). Implementasi sistem dilaksanakan melalui *Visual Studio Code*, sementara pengelolaan *database* dilakukan melalui *phpMyAdmin*.

Platform dijalankan menggunakan browser melalui alamat *localhost* sehingga memungkinkan peneliti menguji seluruh alur sistem mulai dari autentikasi pengguna, akses tantangan, hingga pengelolaan data. Skema *deployment* ini dipilih karena sesuai dengan kebutuhan penelitian yang berfokus pada pengujian fungsionalitas dan kinerja dasar sebelum dikembangkan ke tahap hosting server produksi.

6) Maintenance

Tahap pemeliharaan tidak dibahas secara mendalam dalam penelitian karena fokus utama berada pada proses perancangan, implementasi, dan pengujian platform. Namun, berdasarkan hasil evaluasi, masih terdapat ruang pengembangan yang dapat dilakukan pada fase pemeliharaan, seperti peningkatan responsivitas antarmuka, penambahan kategori tantangan, penyediaan hint, dan penyempurnaan fitur untuk mendukung pembelajaran yang lebih adaptif (Widuri, 2024).

Ruang perbaikan ini menunjukkan potensi keberlanjutan penelitian untuk pengembangan platform CTF yang lebih komprehensif di masa mendatang, baik sebagai sarana pembelajaran mandiri maupun integrasi ke dalam kurikulum keamanan siber.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tampilan Hasil

1) Tampilan Halaman Register

Pada saat program pertama kali dijalankan, pengguna akan diarahkan ke halaman registrasi sebagai tampilan awal. Halaman ini berfungsi sebagai formulir yang harus diisi oleh pengguna untuk membuat akun baru, dengan memasukkan nama pengguna serta kata sandi yang nantinya digunakan untuk proses *login*.

Fig 4 Tampilan Halaman Register

2) Tampilan Halaman Login

Pada saat program dijalankan, halaman *login* akan muncul sebagai tampilan awal dan berfungsi sebagai formulir autentikasi yang harus diisi oleh pengguna. Pada halaman ini, pengguna diminta memasukkan nama pengguna serta kata sandi sebagai syarat untuk dapat mengakses sistem.

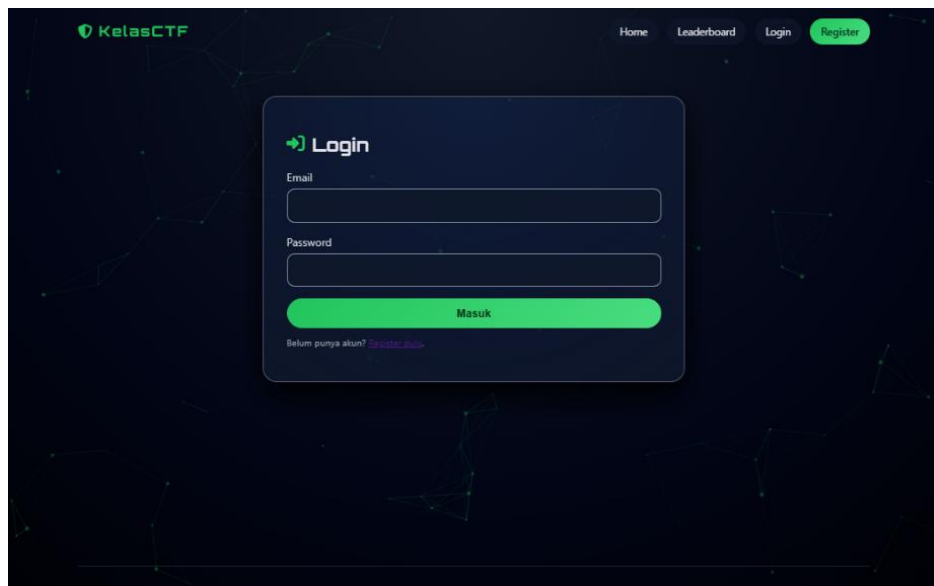


Fig 5 Tampilan Halaman Login

3) Tampilan Halaman *Dashboard* Pengguna

Setelah pengguna berhasil melakukan *login*, sistem akan menampilkan halaman *dashboard* sebagai tampilan utama. Halaman ini berfungsi sebagai pusat informasi yang menampilkan daftar tantangan *Capture the Flag* (CTF), tingkat kesulitannya, serta progres penyelesaian pengguna. *Dashboard* dirancang agar mudah dipahami dan memudahkan pengguna dalam mengakses fitur pembelajaran yang tersedia.

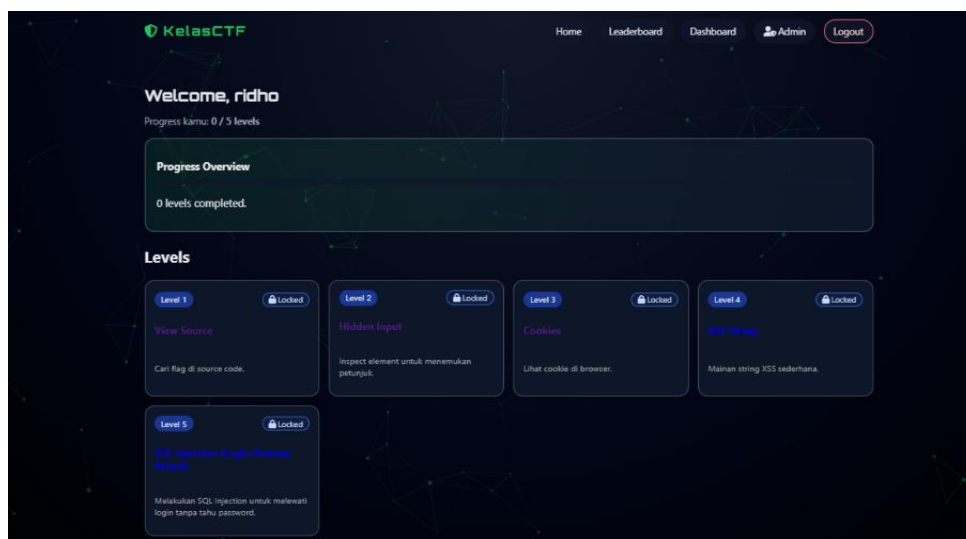


Fig 6 Tampilan Halaman *Dashboard* Pengguna

4) Tampilan Halaman Detail Tantangan

Pada bagian ini, sistem menampilkan halaman berbagai Level yang berfungsi sebagai tampilan awal pembelajaran pada modul *Capture the Flag* (CTF). Halaman ini menyediakan informasi serta akses yang diperlukan oleh pengguna untuk melanjutkan ke tahap berikutnya. Sebelum dapat mengirimkan flag, pengguna diwajibkan mengunduh materi pada Level terlebih dahulu.

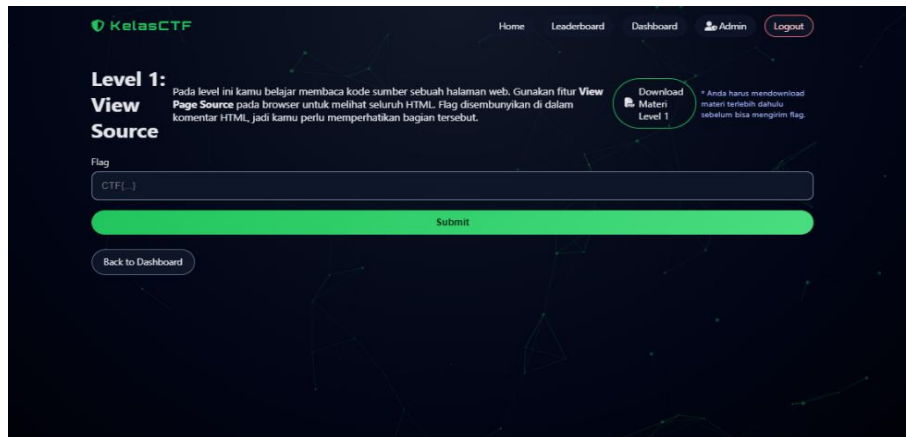


Fig 7 Tampilan Halaman Detail Tantangan

5) Tampilan Halaman *Leaderboard*

Pada bagian ini, sistem menampilkan halaman leaderboard yang berfungsi untuk memperlihatkan peringkat pengguna berdasarkan pencapaian dalam menyelesaikan tantangan *Capture The Flag* (CTF). Halaman ini disusun untuk memberikan gambaran mengenai posisi masing-masing pengguna dalam sistem.

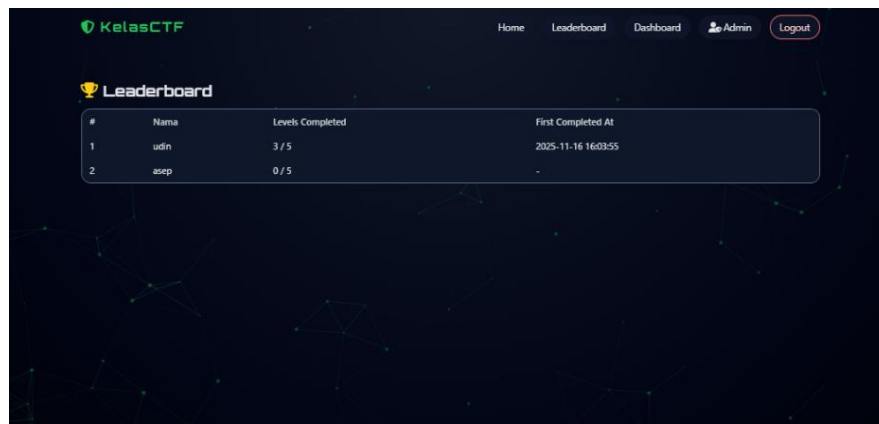


Fig 8 Tampilan Halaman Leaderboard

6) Tampilan Halaman Admin *Dashboard*

Pada bagian ini, sistem menampilkan halaman *dashboard* admin yang berfungsi untuk memudahkan pengelolaan dan pemantauan aktivitas pada platform *Capture the Flag* (CTF). Melalui halaman ini, admin dapat melihat ringkasan berupa jumlah pengguna terdaftar, jumlah akun admin aktif, serta total progres yang telah dicapai.

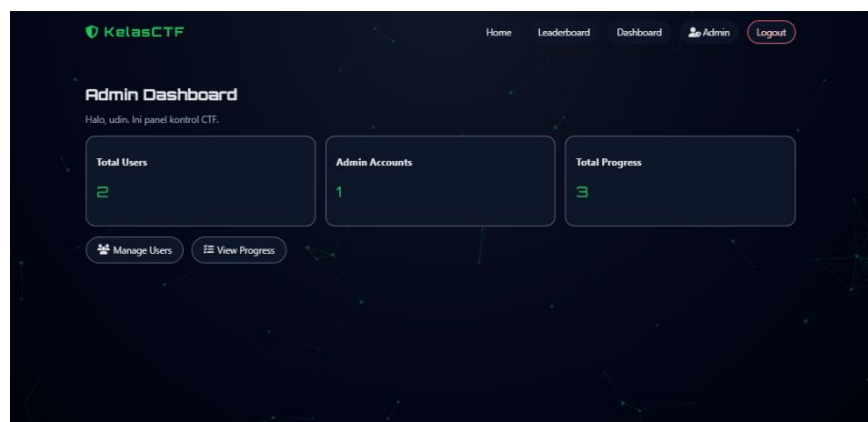


Fig 9 Tampilan Halaman Admin Dashboard

7) Tampilan Halaman *Manage Users* (Admin)

Pada bagian ini, sistem menampilkan halaman *Manage Users* yang berfungsi untuk memudahkan admin dalam melakukan pengelolaan data pengguna pada platform *Capture the Flag* (CTF). Melalui halaman ini, admin dapat melihat daftar pengguna beserta informasi seperti ID, nama, email, peran, dan tanggal pembuatan akun, serta melakukan tindakan pengelolaan melalui menu aksi yang tersedia.

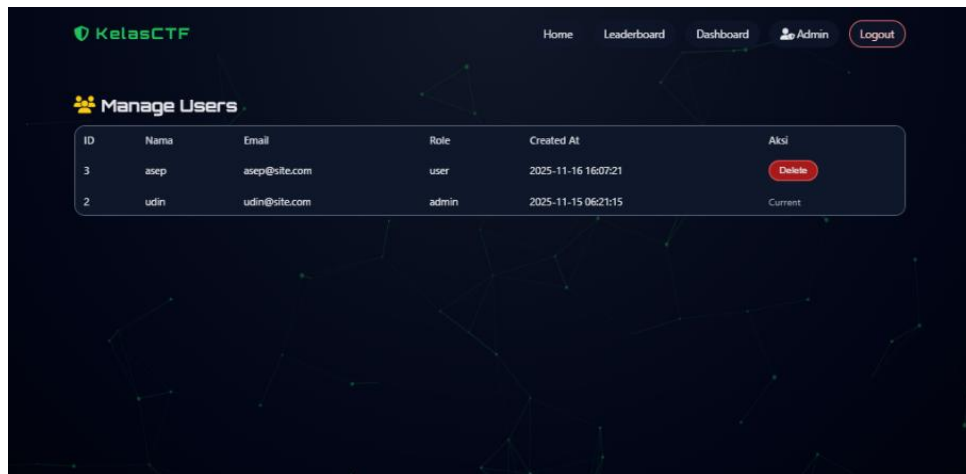


Fig 10 Tampilan Halaman *Manage User* (Admin)

8) Tampilan Halaman *View Progress* (Admin)

Pada bagian ini, sistem menampilkan halaman *View Progress* yang berfungsi untuk memperlihatkan perkembangan pengguna dalam menyelesaikan tantangan pada platform *Capture the Flag* (CTF). Melalui halaman ini, admin dapat memantau pencapaian setiap pengguna berdasarkan level yang telah diselesaikan.

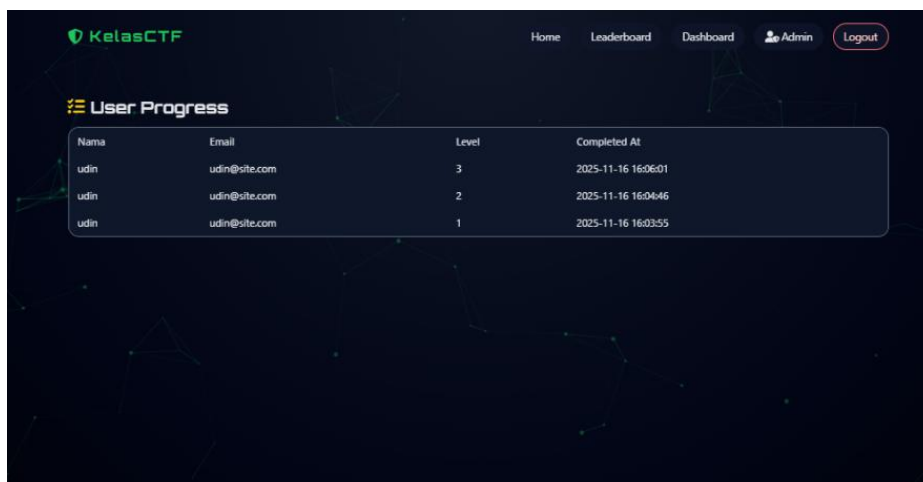


Fig 11 *View Progress* (Admin)

B. Pembahasan

Pembuatan platform *Capture The Flag* (CTF) berbasis web ini menghasilkan sebuah sistem yang dapat digunakan sebagai media latihan dasar keamanan siber bagi mahasiswa. Seluruh fitur utama yang direncanakan, mulai dari *registrasi*, *login*, daftar tantangan, pengiriman *flag*, hingga penilaian otomatis dan *leaderboard* dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan. Proses pengembangan yang mengikuti model *Waterfall* juga berjalan dengan baik karena setiap tahap dapat diselesaikan secara terstruktur dan jelas.

Hasil pengujian menggunakan pendekatan *Blackbox* menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama bekerja sebagaimana mestinya. Setiap skenario uji memberikan keluaran yang sesuai, baik pada saat pengguna memasukkan data yang benar maupun ketika terjadi kesalahan *input*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu menangani berbagai kondisi penggunaan secara stabil. Dari sisi pengalaman pengguna, mahasiswa dapat memahami alur penggunaan platform dengan mudah karena tampilan yang sederhana dan langsung mengarah pada fungsi inti.

Meskipun secara umum sistem berjalan dengan baik, terdapat beberapa hal yang menjadi catatan evaluasi. Fitur yang disediakan masih fokus pada level dasar sehingga variasi tantangan perlu ditambah agar materi yang

dipelajari bisa lebih luas. Selain itu, tampilan sistem belum sepenuhnya optimal ketika diakses melalui perangkat seluler, sehingga diperlukan penyesuaian agar lebih responsif. Beberapa fitur tambahan seperti hint untuk membantu peserta, timer pengerjaan, dan pelacakan progres juga belum tersedia, padahal fitur tersebut dapat meningkatkan kualitas pembelajaran.

Secara keseluruhan, platform ini telah memenuhi tujuan utama penelitian, yaitu menghadirkan media pembelajaran yang lebih interaktif dan mendekatkan mahasiswa pada praktik keamanan siber secara langsung. Walaupun masih memiliki kekurangan, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dan menjadi dasar untuk pembuatan platform CTF yang lebih lengkap di masa mendatang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi platform *Capture The Flag* (CTF) berbasis website untuk pembelajaran dasar keamanan siber di Program Studi Sistem Informasi UNUSU, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil menghasilkan sebuah platform CTF berbasis web yang berfungsi sebagai media pembelajaran praktis keamanan siber. Platform tersebut dirancang untuk membantu mahasiswa memahami konsep dasar keamanan siber melalui tantangan interaktif seperti web security, kriptografi, dan analisis sederhana. Metode Waterfall terbukti efektif dalam proses pengembangan sistem, karena setiap tahapannya mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga pengujian dapat dilakukan secara terstruktur sehingga memudahkan pengendalian mutu dan memastikan sistem dibangun sesuai spesifikasi awal.

Pengujian menggunakan metode Blackbox menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama platform berjalan dengan baik, termasuk fitur registrasi, login, pengiriman flag, validasi jawaban, leaderboard, serta fitur admin seperti manajemen pengguna dan tantangan, tanpa ditemukan error signifikan. Selain itu, platform ini mampu meningkatkan pengalaman pembelajaran mahasiswa melalui latihan langsung, perolehan skor, pemantauan peringkat, dan pelacakan progres yang mendorong motivasi serta pemahaman terhadap materi keamanan siber. Secara keseluruhan, sistem yang dibangun telah memenuhi kebutuhan dasar pembelajaran keamanan siber di Program Studi Sistem Informasi UNUSU, meskipun masih terdapat peluang pengembangan seperti penambahan hint, timer tantangan, peningkatan tampilan untuk perangkat mobile, serta perluasan kategori tantangan.

REFERENSI

- Akbar, Y. (2022). Industri Pertahanan Indonesia Dikaitkan Situasi Dan Kondisi Peperangan Asimetris. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 3(6), 91–96.
- Alfi, M. (2023). *Jurnal Kajian Stratejik Ketahanan Nasional Analisis Risiko Keamanan Siber dalam Transformasi Digital Pelayanan Publik di Indonesia Analisis Risiko Keamanan Siber Dalam Transformasi Digital Pelayanan Publik di Indonesia*. 6(2). <https://doi.org/10.7454/jkskn.v6i2.10082>
- Ichsanudin, M. N., & Yusuf, M. (2022). Pengujian Fungsional Perangkat Lunak Sistem Informasi Perpustakaan Dengan Metode Black Box Testing Bagi Pemula. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 1(2), 1–8. <https://doi.org/10.55123>
- Kartasmita, D. G., Gustarina, F., & Timur, C. (2025). *Capture the Flag (CTF) Implementation in The Informatics Engineering Study Program Indonesia Defense University*. 38(4).
- Laksana, T. G., Mulyani, S., Komputer, I., Informatika, J., & Bhayangkara, U. (2024). Pengetahuan Dasar Identifikasi Dini Deteksi Serangan Kejahatan Siber Untuk Mencegah Pembobolan Data Perusahaan. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3(1), 109–122. <https://doi.org/https://doi.org/10.56127/jukim.v3i01.1143>
- Parlika, R., Khariono, H., Kusuma, H. A., & Abrori, M. R. (2020). Implementasi Akses Mysql dan Web Server Lokal Melalui Jaringan Internet Menggunakan Ngrok. *Jurnal Informatika Dan Komputer*, 3(December). <https://doi.org/10.33387/jiko>
- Prasetyo, E., & Putra, A. (2021). Implementasi Waterfall Model Dalam Pengembangan Sistem Informasi Eksekutif Penduduk. *Journal of Information Systems and Informatics*, 3(1), 213–224.
- Sibirian, R. O., & Latifah, F. (2023). Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Berbasis WEB Pada PT.Garuda Innti Sentosa Untuk Meningkatkan Penjualan. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*., 7(4), 972–983. <https://doi.org/10.52362/jisamar.v7i4.1252>
- Sugiyarto, M. F., Yasa, R. N., Setiawan, H., Siber, B., Studi, P., Kriptografi, R., Siber, P., Studi, P., Kriptografi, R., Siber, P., Studi, P., Kriptografi, R., Siber, P., & Siber, B. (2025). Spaticrypt : Platform Edukasi Kriptografi Berbasis Web dengan Konsep Gamifikasi Capture-the-Flag dan Integrasi Chatbot Kecerdasan Buatan sebagai Asisten Virtual. *Jurnal Ilmiah Keamanan Siber Dan Kriptologi*, 19(1), 39–47.
- Widuri, S. (2024). Analisis Interaksi Pengguna dalam Desain User Interface dan User Experience yang Lebih Baik Menggunakan Metode Heuristik. *Teknik Mesin, Industri, Elektro, Dan Informatika*, 3(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.55606/jtmei.v3i4.4433>