Pengujian Keamanan Situs *Web* Praktikum Fakultas Rekayasa Industri Pada Telkom University Dengan Pendekatan *Vulnerability dan Penetration Testing*

1st Dio Alif Ananda
Sistem Informasi
Telkom University
Bandung, Indonesia
liffdio@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Muhammad Fathinuddin
Sistem Informasi
Telkom University
Bandung, Indonesia
muhammadfathinuddin@telkomuniversity.ac.id

3rd Umar Yunan Kurnia Septo Hediyanto
Sistem Informasi
Telkom University
Bandung, Indonesia
umaryunan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak*—Web telah menjadi sarana penting dalam penyampaian informasi bagi organisasi, termasuk institusi pendidikan. Namun, kemudahan akses ini disertai dengan risiko kerentanan keamanan yang dapat dimanfaatkan oleh pihak tidak bertanggung jawab. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keamanan pada website praktikum Fakultas Rekayasa Industri Telkom University dengan pendekatan Vulnerability Assessment and Penetration Testing (VAPT). Metode ini terdiri dari tahap information gathering, vulnerability detection, penetration testing, dan remediation. Pengujian dilakukan menggunakan beberapa tools keamanan seperti NMAP, Nessus, OWASP ZAP, dan Nikto. Hasil pengujian menunjukkan sejumlah kerentanan pada sistem, seperti tidak adanya header keamanan, konfigurasi cookie yang tidak aman, dan potensi serangan clickjacking. Rekomendasi mitigasi kemudian diterapkan untuk menutup celah-celah tersebut, diikuti dengan pengujian ulang mengvaluasi efektifitas perbaikan. Penelitian ini menghasilkan rekomendasi peningkatan sistem keamanan yang dapat digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan keamanan website berbasis akademik dan institusional

***Kata kunci*— Keamanan, Web, VAPT, Vulnerability Assessment, Penetration Testing, Mitigasi**

I. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang ini, segala informasi harus memiliki akses yang lebih cepat untuk di infokan ke semua orang. Perusahaan maupun suatu organisasi menghadirkan layanan informasi secara online yang mana bisa lebih cepat di akses semua orang. Salah satu layanan informasi secara online yaitu adalah Web. Web merupakan suatu halaman yang mana didalam nya berisikan informasi penting suatu Perusahaan, perorangan maupun organisai. Dengan penggunaan web ini mempermudah perusaahan maupun organisasi untuk menjalankan bisnis mereka, meningkatkan citra dan kredibilitas, kemudahan dalam pembaruan informasi dan keunggulan kompetitif [1]. Dengan manfaat yang banyak didapatkan melalui penggunaan web, ada kekurangan yang muncul dalam pemakaian web ini. Sering terjadi pembobolan atau mencuri data oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Oleh sebab itu, akan muncul kerentanan terhadap web itu sendiri dan akan merugikan yang punya web tersebut .

Vulnerability merupakan kerentanan dalam sebuah sistem atau jaringan yang akan menyebabkan pihak yang tidak berwenang mendapatkan akses tanpa izin. Celah keamanan ini dapat timbul akibat pengelolaan keamanan yang kurang optimal dari pihak pengembang situs atau adanya bug yang belum terdeteksi dan diperbaiki. Apabila kerentanan pada situs tidak segera ditangani, maka risiko terkena serangan siber meningkat, yang dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan atau organisasi .

Dalam melakukan *testing* pada *web* untuk melihat keamanannya maka diperlukan metode *Vulnerability Assesment and Penetration testing* (VAPT). Dengan menggunakan VAPT sebagai teknologi pertahanan *siber*, maka dapat menghapus kerentanan pada sistem dan mengurangi kemungkinan serangan *siber* [2]. Setelah melakukan pengujian, akan diperoleh laporan mengenai tingkat kerentanan pada *web* tersebut, yang kemudian menjadi dasar untuk menentukan langkah mitigasi dalam menutup kerentanan yang teridentifikasi.

Metode VAPT ini akan diujikan pada *web* praktikum Fakultas Rekayasa Industri untuk mengetahui bagaimana keamanan dari data yang disimpan dalam *web* tersebut, untuk menemukan dimana letak kerentanan *web* praktikum Fakultas Rekayasa Industri itu sendiri. Setelah menemukan masalahnya, mitigasi dapat dilakukan untuk menutup celah keamanan yang ada dan menguji ketahanan keamanan *web*site terhadap serangan terkait kerentanan yang telah ditemukan.

Web telah menjadi alat penting bagi perusahaan dan organisasi untuk menyampaikan informasi dengan cepat, meski rentan terhadap ancaman seperti pembobolan data akibat celah keamanan. Data dari BSSN menunjukkan tingginya kasus peretasan di Indonesia, menekankan perlunya langkah pencegahan [3]. VAPT menjadi solusi efektif untuk mengidentifikasi dan menutup celah keamanan, sehingga risiko serangan dapat diminimalkan. Pengujian ini akan diterapkan pada *web* praktikum Fakultas Rekayasa Industri untuk menganalisis kerentanan, memberikan rekomendasi mitigasi, dan meningkatkan ketahanan sistem terhadap ancaman siber.

II. KAJIAN TEORI

II.1 Keamanan Informasi

Keamanan informasi adalah suatu mekanisme yang tepat digunakan untuk memastikan perlindungan data [4]. Perlindungan terhadap data dari ancaman seperti pencurian, manipulasi, atau perusakan sangat penting untuk menjaga integritas, kerahasiaan, dan ketersediaan informasi. Didalam keamanan Informasi juga dikenal sebagai *CIA* yaitu *Confidentiality* (kerahasiaan), *Integrity* (integritas), dan *Availability* (ketersediaan), Unsur-unsur dari tiga serangkai

tersebut dianggap tiga komponen yang paling penting dari system keamanan [4].

II.2 Web

Web adalah kumpulan halaman yang di dalamnya memuat suatu informasi dan dapat diakses melalui jaringan *internet* oleh siapa saja, kapan saja, dan di mana saja [1]. Banyak sekali manfaat yang dihasilkan dari *web* itu sendiri yaitu sebagai platform bisnis, sarana promosi dan untuk menambah wawasan

II.3 Vulnerability

Proses sistematis untuk mengidentifikasi, mengukur, dan memprioritaskan kelemahan yang ada dalam sistem, jaringan, atau aplikasi. Tujuan utama dari *assessment* ini adalah untuk menemukan potensi ancaman keamanan sebelum mereka dapat dimanfaatkan oleh aktor jahat. Proses ini biasanya menghasilkan laporan lengkap yang memuat semua kerentanan yang ditemukan, lengkap dengan tingkat keparahan dan rekomendasi mitigasi [5].

II.4 Penetration

Simulasi serangan yang dilakukan oleh seorang *ethical hacker* untuk mengevaluasi keamanan sistem atau aplikasi secara mendalam. *Penetration testing* tidak hanya bertujuan untuk menemukan celah keamanan, tetapi juga untuk mengeksploitasi kelemahan tersebut, dengan tujuan memahami seberapa besar risiko yang bisa ditimbulkan dari serangan yang sebenarnya. Proses ini lebih praktis dan mendalam daripada *Vulnerability assessment*, karena bertujuan untuk memvalidasi seberapa efektif pertahanan yang ada [5].

II.5 Vulnerability assessment and Penetration testing (VAPT)

Vulnerability assessment dan Penetration testing (VAPT) adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menguji kerentanannya dalam sistem informasi dengan tujuan meningkatkan keamanan dengan mengeksploitasi celah-celah yang ada dan memberikan rekomendasi mitigasi [2].

II.5 NMAP

NMAP (*Network Mapper*) adalah alat sumber terbuka yang digunakan oleh administrator jaringan dan profesional keamanan *IT* untuk memindai jaringan korporat. Fungsinya meliputi identifikasi host aktif, layanan yang berjalan, dan sistem operasi yang digunakan dalam jaringan. Keunggulan *NMAP* terletak pada kemampuannya untuk membuat paket *IP* dari awal dan mengirimkannya menggunakan metode unik untuk melakukan berbagai jenis pemindaian [6].

II.6 Nessus

Nessus didefinisikan sebagai alat penilaian kerentanan sumber terbuka terkemuka yang digunakan untuk mengidentifikasi kelemahan keamanan dalam sistem dan jaringan komputer. *Nessus* memungkinkan pengguna untuk melakukan pemindaian terhadap berbagai perangkat dan layanan, mendeteksi kerentanan seperti kesalahan konfigurasi, patch keamanan yang hilang, dan kelemahan lainnya yang dapat dieksploitasi oleh penyerang [7].

II.7 OWASP ZAP

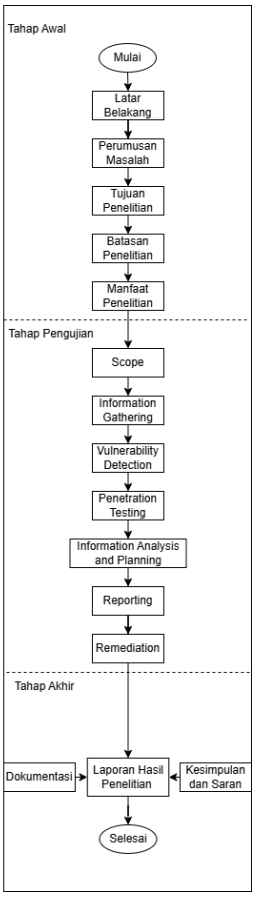
Zed Attack Proxy (ZAP*)* adalah aplikasi untuk melakukan *pentest* untuk menemukan *vulnerabilities* dalam suatu *web applications* dengan cara mudah, ZAP menyediakan *scanner* automatis sebaik bila kita menggunakan *tools* untuk menemukan *vulnerabilities* secara manual. Ketika digunakan sebagai *server proxy*, ini memungkinkan pengguna untuk memanipulasi semua lalu lintas yang melewatinya, termasuk lalu lintas menggunakan https, itu juga dapat berjalan dalam mode daemon yang kemudian dikontrol melalui *REST API*. *ZAP* telah ditambahkan ke dalam Radar Teknologi *ThoughtWorks* pada 30 Mei 2015 di cincin Percobaan. *ZAP* awalnya bercabang dari Paros, proxy pentesting lainnya. Simon Bennetts, pemimpin proyek, menyatakan pada tahun 2014 bahwa hanya 20% dari kode sumber *ZAP* masih dari Paros [8].

II.8 Nikto

Nikto adalah sebuah webserver dan sekaligus alat untuk penilaian aplikasi web untuk menemukan kerentanan yang ada pada website tersebut, yang mana dapat mengidentifikasi ancaman sebelum adanya risiko peretasan dari serangan siber yang tidak bertanggung jawab [9].

III. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan yang terstruktur dan sistematis untuk menjelaskan tahapan-tahapan dalam menyelesaikan penelitian. Tahapan tersebut mencakup langkah-langkah yang mendeskripsikan proses pelaksanaan VAPT, yang terdiri dari tiga tahap utama, yaitu tahap awal, tahap pengujian, dan tahap akhir seperti pada Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1 Sistematika penelitian

1. Tahap Awal

Pada tahap awal ini dimulai dengan proses mendefinisikan latar belakang penelitian untuk memberikan konteks dan alasan dilakukannya penelitian. Selanjutnya, dilakukan perumusan masalah yang ingin diselesaikan, diikuti oleh penentuan tujuan penelitian. Setelah itu, batasan penelitian ditentukan untuk memperjelas ruang lingkup studi yang

dilakukan. Tahap ini diakhiri dengan mengidentifikasi manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian yang dilakukan.

2. Tahap Pengujian

Pada tahap pengujian ini, proses pengujian dilakukan secara sistematis. Dimulai dengan menentukan ruang lingkup (*scope*) pengujian, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan informasi (*information gathering*) yang relevan. Setelah informasi terkumpul, dilakukan pendeteksian kerentanan (*vulnerability detection*) pada objek yang diteliti. Informasi tersebut kemudian dianalisis dan direncanakan untuk langkah-langkah yang akan dilakukan berikutnya (*information analysis and planning*). Proses berikutnya adalah pengujian penetrasi (*penetration testing*), dimana simulasi serangan dilakukan untuk mengevaluasi keamanan sistem. Hasil pengujian tersebut didokumentasikan dalam laporan (*reporting*), dan langkah perbaikan (*remediation*) diambil untuk menangani kerentanan yang ditemukan

3. Tahap Akhir

Tahap akhir ini difokuskan pada dokumentasi hasil penelitian dan penyusunan laporan lengkap tentang proses dan temuan penelitian. Berdasarkan laporan tersebut, peneliti memberikan kesimpulan dan saran sebagai rekomendasi untuk peningkatan di masa mendatang. Penelitian dianggap selesai setelah seluruh proses ini tuntas.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, sekaligus membahasnya secara menyeluruh. Penjelasan bisa dilengkapi dengan gambar dan tabel, atau elemen lain yang membantu pembaca lebih mudah memhami isi penelitian ini. Jika pembahasannya cukup panjang, penulis bisa membaginya ke dalam sub-subjudul agar lebih terstruktur, seperti contoh berikut:

IV.1 *Scope*

Scope merupakan suatu tahapan yang mana digunakan sebelum melakukan vulnerability assessment [10]. Pada tahapan ini juga melakukan rancangan pengujian untuk mendapatkan informasi kerentanan yang ada pada web praktikum Fakultas Rekayasa Industri dengan menggunakan tools OWASP ZAP, Nessus dan Nikto pada port 443 yaitu HTTPS.

IV.2 Perancangan Sistem

Dalam proses pengujian terhadap web praktikum milik Fakultas Rekayasa Industri, dibutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak yang memadai untuk mendukung kelancaran kegiatan pengujian. Oleh karena itu, berikut ini disajikan spesifikasi hardware dan software yang digunakan selama pelaksanaan pengujian tersebut pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Perangkat Hardware

Nama Perangkat	Spesifikasi	
Asus ROG Strix G513IH	Processor	AMD Ryzen 7 4800H 4.2 GHz
	RAM	16 GB RAM 3200 DDR4
	Storage	SSD 512 GB

Tabel 2 Perangkat Software

Nama software	Versi	Fungsionalitas
Windows	10 *Home*	*Main OS* pada perangkat *Hardware*
VMware	16.1.2	Membuat perangkat virtualisasi
Rocky Linux	8.10	*Main OS* pada perangkat virtual
Nessus	10.8.4	*Vulnerability scan*
OWASP ZAP	2.16.1	*Vulnerability scan* dan *Penetration Testing*
NMAP	7.92	*Information gathering*
Nikto	2.5.0	*Vulnerability scan*

IV.3 Information Gathering

Tahapan ini menjelaskan proses pengumpulan informasi yang akan digunakan dalam kegiatan pengujian. Informasi dari web praktikum Fakultas Rekayasa Industri Telkom University akan dikumpulkan dengan bantuan tools untuk mempermudah dalam memperoleh data seperti nama domain, alamat IP, dan port yang digunakan. Alat bantu yang dimanfaatkan dalam proses ini adalah NMAP, hasil dari information gatherting bisa dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3 Hasil Information Gathering

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Nama Domain	Fripraktikum.my.id
2	Alamat IP	95.216.36.164
3	Port yang digunakan	21,53,80,110,143,443,465, 587,993,995,3306

IV.4 Vulnerability Detection dan Analysis

Vulnerability detection adalah proses untuk menemukan celah keamanan pada sistem [11]. Pada penelitian ini menggunakan tools OWASP ZAP, Nessus dan Nikto.

a) Pengujian menggunakan Nessus

Nessus adalah suatu alat yang digunakan untuk uji tes kerentanan pada suatu *web*. Pada *domain* fripraktikum.my.id setelah melakukan uji kerentanan terdapat tiga belas kerentanan yang terdapat pada *web* ini, yang mana terdiri dari *medium*, *low* dan *information.*

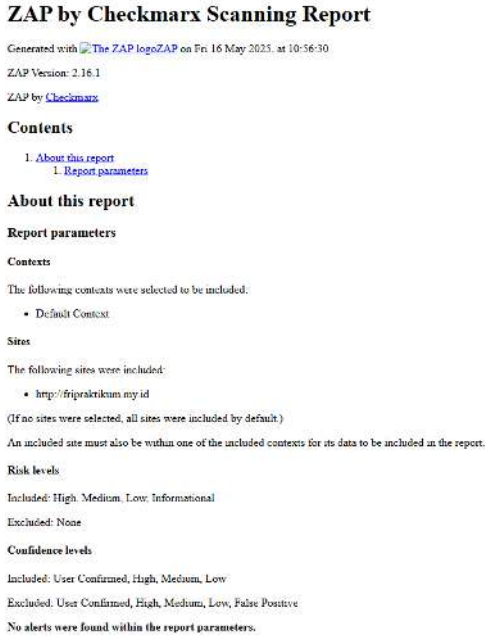
Tabel 4 Hasil Scanning Nessus

Severity	Jenis Kerentanan

Medium	*Web Application Potentially Vulnerable to Clickjacking*
Medium	*HSTS Missing From HTTPS Server* (RFC 6797)
Low	*Web Server Allows Password Auto-Completion*
Low	*Web Server Transmits Cleartext Credentials*
Informational	*Web Application Cookies Not Marked HttpOnly*
Informational	*Web Application Cookies Not Marked Secure*
Informational	*Missing or Permissive X-Frame-Options HTTP Response Header*
Informational	*Web Application Sitemap*
Informational	*Nessus SYN scanner*
Informational	*Web Server No 404 Error Code Check*
Informational	*Web Server Uses Basic Authentication over HTTPS*
Informational	*Web mirroring*
Informational	*HTTP Server Type and Version*

b) Pengujian menggunakan OWASP ZAP

OWASP ZAP adalah salah satu alat yang cukup populer untuk melakukan proses pemindaian (*scanning*). Dalam tahap ini, OWASP ZAP digunakan untuk melakukan *scanning* secara otomatis. Langkah-langkah penggunaannya dimulai dengan membuat pemindaian otomatis dan memasukkan *domain* target pada pengujian ini, *domain* yang digunakan adalah fripraktikum.my.id. Setelah itu, pengguna dapat memilih menu *attack* dan menunggu hasil pemindaiannya. Di bawah ini akan dijelaskan hasil dari *vulnerability scanning* menggunakan *OWASP ZAP.*



ZAP by Checkmarx Scanning Report

Generated with The ZAP logoZAP on Fri 16 May 2025, at 10:56:30

ZAP Version: 2.16.1

ZAP by Checkmarx

Contents

1. About this report
    1. Report parameters

About this report

Report parameters

Contexts

The following contexts were selected to be included:

- Default Context

Sites

The following sites were included:

- http://fripraktikum.my.id

(If no sites were selected, all sites were included by default.)

An included site must also be within one of the included contexts for its data to be included in the report.

Risk levels

Included: High, Medium, Low, Informational

Excluded: None

Confidence levels

Included: User Confirmed, High, Medium, Low

Excluded: User Confirmed, High, Medium, Low, False Positive

No alerts were found within the report parameters.

Gambar 2 Hasil Scanning OWASP ZAP

c) Pengujian menggunakan Nikto

Nikto adalah suatu program *open source* yang bisa melakukan berbagai tes terhadap *web* untuk melihat kerentanan yang ada pada *web* tersebut. Pada *domain* fripraktikum.my.id setelah melakukan uji tes kerentanan terdapat dua belas kerentanan yang ditemukan, diantaranya terdiri dari *high*, *medium*, *low* dan *information.* Di bawah ini akan dijelaskan hasil dari *vulnerability scanning* menggunakan *Nikto.*

Risk Level	Jenis Kerentanan
High	*Cookie XSRF-TOKEN tanpa HttpOnly*
High	*Cookie guest user tanpa HttpOnly*
High	*Missing Strict-Transport-Security*
Medium	*Missing X-Content-Type-Options*
High	*Missing-Content-Security-Policy*
Low	*Missing Permissions-Policy*
Medium	*Missing Referrer-Policy*
Medium	*BREACH Attack Potential*
Low	*Wildcard Certificate*
Info	*WordPress Detection*
Info	*HTTP/3 Support*
Info	*WordPress API Endpoint*

IV.5 *Attack and penetration Testing*

Berdasarkan hasil dari pengujian kerentanan yang telah dilakukan menggunakan tools OWASP ZAP, Nessus dan Nikto didapatkan kerentanan dari *web* target. Selanjutnya kerentanan dari semua hasil scanning menggunakan *tools* tersebut digabungkan dan akan dilanjutkan ke tahap mitigasi. Berikut list kerentanan yang akan dilakukan ke tahap mitigasi [12].

Tabel 5 Penggabungan Kerentanan

Severity	Jenis Kerentanan
Medium	*Web Application Potentially Vulnerable to Clickjacking*
Low	*Web Server Allows Password Auto-Completion*
Low	*Web Server Transmits Cleartext Credentials*
High	*Cookie XSRF-TOKEN tanpa HttpOnly*
High	*Cookie guest user tanpa HttpOnly*
High	*Missing Strict-Transport-Security*
High	*Missing-Content-Security-Policy*
Medium	*Missing X-Content-Type-Options*
Medium	*Missing Referrer-Policy*
Medium	*BREACH Attack Potential*
Low	*Missing Permissions-Policy*
Low	*Wildcard Certificate*

Berikut adalah penjelasan secara rinci dari masing-masing kerentanan yang akan diuji dalam tahap penetration testing:

a) *Web Application Potentially Vulnerable to Clickjacking*
Website tidak punya proteksi *clickjacking.*

b) *Web Server Allows Password Auto-Completion*
Form password di *website* tidak mematikan fitur *autocomplete* di *browser* (atribut *autocomplete="off"* tidak ada).

c) *Web Server Transmits Cleartext Credentials*
Website mengirim data *login* (*username & password*) dalam bentuk *teks* biasa (*cleartext*) tanpa enkripsi (HTTP).

d) *Cookie XSRF-TOKEN tanpa HttpOnly*
Cookie XSRF-TOKEN dapat diakses via *JavaScript* (*document.cookie*). Jika terjadi *XSS attack*, *attacker* bisa

mencuri token ini dan melakukan *CSRF attack* dengan *bypassing protection*.

e) *Cookie guest_user tanpa HttpOnly*
Cookie guest_user rentan pencurian via XSS. *Attacker* bisa *impersonate guest user* atau mengakses *session information* yang tidak seharusnya.

f) *Missing Strict-Transport-Security*
Website tidak memaksa koneksi HTTPS. *Browser* bisa di-*downgrade* ke HTTP, memungkinkan *MITM attack* untuk *intercept traffic* atau *inject malicious content.*

g) *Missing-Content-Security-Policy*
Tidak ada pembatasan sumber konten yang bisa dimuat. *Attacker* bisa *inject malicious script*, *iframe*, atau *resource* dari domain lain untuk *XSS attack.*

h) *Missing X-Content-Type-Options*
Browser bisa melakukan *MIME type sniffing*, mengeksekusi *file* sebagai *JavaScript* meski bukan. Ini memungkinkan XSS via *file upload* atau *content injection*.

i) *Missing Referrer-Policy*
URL dengan parameter sensitif (*session ID*, token) bisa bocor ke situs *external via referrer header* saat *user click link eksternal*

j) *BREACH Attack Potential*
Kompresi *deflate* + *HTTPS* bisa dieksploitasi untuk *BREACH attack*. *Attacker* bisa *extract secret data* (CSRF token, *session*) dengan menganalisa *compressed response size*.

k) *Missing Permissions-Policy*
Tidak ada kontrol fitur *browser* seperti *camera*, *microphone*, *geolocation*. *Malicious script* bisa mengakses fitur sensitif tanpa *user consent* yang eksplisit

l) *Wildcard Certificate*
Satu *private key* mengamankan semua *subdomain*. Jika *key compromised*, seluruh *subdomain* terpengaruh. *Risk* lebih tinggi untuk *certificate management.*

Sebelum masuk ke tahap mitigasi, akan dilakukan penetration tesring yang mana akan memastikan kerentanan yang ada setelah hasil scanning itu bener ada. Hasil dari penetration testing dapat dilihat Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Penetration Testing

Jenis kerentanan	Hasil Penetration Testing
Web Application Potentially Vulnerable to Clickjacking	Dari hasil pemindaian menggunakan *tools online* yaitu *securityheaders*, terbukti bahwa header *X-Frame-Options* memang tidak disetel. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa *website* fripraktikum.my.id memiliki potensi kerentanan terhadap *clickjacking*.
Web Server Allows	Pada halaman *login yang dapat dibuka melalui devtools*, ditemukan *input*
Password Auto-Completion	*password* yang tidak menggunakan atribut *autocomplete="off"*. Tanpa atribut ini, browser bisa menyimpan password yang dimasukkan dan secara otomatis menampilkannya kembali saat pengguna mengakses *form* yang sama di lain waktu.
Web Server Transmits Cleartext Credentials	Hasil dari *header respons* saat mengakses halaman *login* (*/loginSSO*) di situs fripraktikum.my.id. Terlihat bahwa koneksi menggunakan protokol HTTPS dan *cookie* sudah disetel dengan atribut keamanan seperti *Secure* dan HttpOnly. Hal ini memperkuat temuan bahwa kredensial tidak dikirim dalam bentuk *teks* biasa, sehingga kerentanan *Web Server Transmits Cleartext Credentials* tidak dapat divalidasi,
Cookie XSRF-TOKEN tanpa HttpOnly	Pada devtools, Ditemukannya kemampuan untuk menjalankan *JavaScript* di sisi klien dapat dilihat pada gambar digabungkan dengan fakta bahwa *cookie XSRF-TOKEN* dapat diakses oleh *JavaScript* karena tidak memiliki atribut HttpOnly, membuka potensi serangan yang lebih besar seperti pencurian token dan penyalahgunaan token tersebut untuk melakukan serangan CSRF.
Cookie guest_user tanpa HttpOnly	Pada pengujian menggunakan devtools, menunjukkan bahwa *cookie* dengan nama *XSRF-TOKEN* dapat ditampilkan secara langsung di konsol. Hal ini mengindikasikan bahwa *cookie* tersebut tidak dilindungi oleh atribut HttpOnly, sehingga memungkinkan untuk diakses melalui skrip di sisi klien.
Missing Strict-Transport-Security	Berdasarkan hasil pemeriksaan , bahwa *header Strict Transport Security* tidak ditemukan pada response header server. Ini menunjukan bahwa website ini tidak mengaktifkan *HTTP Strict Transport Security*, yang merupakan bagian dari mekanisme perlindungan terhadap kerentanan berbasis *transport layer*. Jadi membuka celah bagi penyerang untuk menurunkan tingkat keamanan koneksi
Missing-Content-Security-Policy	Berdasarkan hasil pengujian menggunakan devtools terhadap situs fripraktikum.my.id, ditemukan bahwa *header* keamanan *Content-Security-Policy* (CSP) tidak diterapkan. Header ini berfungsi untuk mencegah browser memuat dan mengeksekusi konten dari sumber yang tidak dipercaya. Tanpa adanya CSP, *browser* tetap mengizinkan eksekusi *JavaScript* dari sumber atau input yang tidak divalidasi, sehingga dapat membuka celah untuk

	serangan seperti *Cross-Site Scripting* (XSS).
Missing X-Content-Type-Options	Berdasarkan hasil pemeriksaan menggunakan perintah "curl -I ", ditemukan bahwasanya server tidak mengirimkan *header X Content Type Options*. Hal ini menunjukan adanya kerentanan yang berpotensi serangan *MIME sniffing* yang dapat menyebabkan eksekusi skrip berbahaya.
Missing Referrer-Policy	Eksploitasi diawali dengan pembuatan URL unik melalui *Webhook.site*, kemudian situs fripraktikum.my.id dibuka di *browser* dan perintah *JavaScript window.location.href* = "https://webhook.site/44c14d11-ecb1-4784-8549-05f209b1066a"; dijalankan melalui fitur *Developer Tools*. Hasilnya, *Webhook.site* berhasil menerima permintaan dari browser yang memuat *header Referer* dengan nilai https://fripraktikum.my.id/. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaturan kebijakan *Referrer-Policy* pada situs tersebut. Ketiadaan pengaturan ini berpotensi dimanfaatkan oleh pihak tidak bertanggung jawab untuk melakukan pelacakan atau penyadapan informasi internal.
BREACH Attack Potential	Kode HTML ini diambil melalui *Developer Tools* pada browser dan menunjukkan bahwa situs fripraktikum.my.id menyisipkan token CSRF langsung ke dalam isi respons HTML. Penyisipan token semacam ini merupakan indikator umum dari potensi kerentanan *BREACH*, karena nilai token yang bersifat statis dapat dikompresi bersama konten lainnya.Jika server menggunakan kompresi HTTP seperti gzip, maka penyerang yang dapat mengontrol sebagian input dalam permintaan dan mengamati ukuran respons terkompresi berpotensi menebak nilai token.
Missing Permissions-Policy	Situs *web* fripraktikum.my.id diketahui tidak mengimplementasikan *header Permissions-Policy*, yang bertujuan untuk membatasi akses terhadap fitur-fitur sensitif yang disediakan oleh browser seperti kamera, mikrofon, dan geolokasi. Untuk menguji kerentanan ini, dilakukan simulasi eksploitasi melalui *DevTools Console* pada halaman login situs. Dengan mengeksekusi skrip *JavaScript navigator.mediaDevices.getUserMedia*, terlihat bahwa browser langsung memunculkan permintaan izin akses terhadap kamera dan mikrofon kepada pengguna.
Wildcard Certificate	Berdasarkan hasil pencarian pada situs *crt.sh*, diketahui bahwa domain fripraktikum.my.id menggunakan *wildcard certificate* yang aktif, yaitu *.fripraktikum.my.id. Sertifikat ini memungkinkan semua *subdomain* dari *domain* tersebut menggunakan satu sertifikat yang sama, sehingga penyerang berpotensi menyalahgunakan sertifikat wildcard untuk menyamar sebagai *subdomain* lain yang lebih sensitif, seperti admin.fripraktikum.my.id atau mail.fripraktikum.my.id. Hal ini bisa dimanfaatkan untuk serangan seperti *Man-in-the-Middle* atau penipuan digital.

IV.6 *Remediation*

Pada tahap ini dilakukan perancangan strategi mitigasi terhadap kerentanan yang telah teridentifikasi pada tahap sebelumnya. Setelah itu, implementasi mitigasi diterapkan pada sistem, disertai dengan pengujian ulang guna memastikan bahwa kerentanan tersebut telah berhasil dimitigasi, akan dilakukan analisis lanjutan untuk mengidentifikasi penyebab serta kemungkinan solusi yang dapat diterapkan [10].

a) Perancangan Mitigasi

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap jenis kerentanan pada *web* praktikum Fakultas Rekayasa Industri, diperlukan rekomendasi perbaikan yang bertujuan untuk meminimalkan kerentanan yang ditemukan. Rekomendasi ini berfungsi untuk meningkatkan keamanan dari *website* ini untuk mencegah risiko serangan yang dapat menimbulkan kerugian. Dibawah ini, dapat dilihat perancangan mitigasi melalui tabel 7.

Tabel 7 Rekomendasi Mitigasi Kerentanan

Jenis Kerentanan	Rekomendasi
Web Application Potentially Vulnerable to Clickjacking	Konfigurasi header keamanan melalui file *middleware* merupakan langkah preventif yang esensial dalam mitigasi kerentanan *clickjacking* pada aplikasi *web*. Tujuan utama dari konfigurasi ini adalah untuk mencegah halaman *web* dimuat di dalam elemen <*iframe*> oleh *domain eksternal* yang tidak memiliki otorisasi, yang dapat dimanfaatkan oleh pihak tidak bertanggung jawab untuk melakukan serangan manipulasi antarmuka pengguna (*User Interface Redressing*). Implementasi konfigurasi dilakukan dengan menambahkan instruksi *Header always set*

	X-Frame-Options "DENY" dan *Header always set Content-Security-Policy "frame-ancestors 'none';".*
Web Server Allows Password Auto-Completion	Menambahkan atribut *autocomplete ="off"* pada tag *<form>* dan *autocomplete="new-password"* pada *input password* di *file login.blade.php*.
Web Server Transmits Cleartext Credentials	mengaktifkan SSL/TLS agar situs dapat menggunakan protokol HTTPS yang aman dan terenkripsi. Tanpa SSL, data seperti *username* dan *password* akan dikirim secara jelas melalui jaringan, sehingga mudah disadap. Setelah SSL terpasang dengan benar, sangat penting untuk mengatur *redirect* otomatis dari HTTP ke HTTPS menggunakan *file* pengaturan cpanel dan konfigurasi pada *.env.*
Cookie XSRF-TOKEN tanpa HttpOnly	Mitigasi yang tepat terhadap potensi eksploitasi melalui *cookie XSRF-TOKEN* adalah menambahkan HttpOnly pada cookie XSRF-TOKEN di Laravel.
Cookie guest_user tanpa HttpOnly	Menambahkan atribut HttpOnly pada *cookie guest_user*, sehingga tidak bisa diakses via *JavaScript*.
Missing Strict-Transport-Security	Menambahkan *header Strict-Transport-Security* dengan konfigurasi yang tepat untuk memaksa HTTPS dan meningkatkan keamanan web
Missing-Content-Security-Policy	Menerapkan *header Content-Security-Policy* berguna untuk membatasi sumber daya *eksternal* yang dapat dimuat oleh *browser*. CSP berfungsi sebagai pertahanan terhadap serangan seperti *Cross-Site Scripting* (XSS) dengan hanya mengizinkan konten dari sumber yang tepercaya. Implementasi dapat dilakukan melalui *Laravel Middleware* dengan menambahkan *header CSP* secara langsung dalam respon HTTP pada *file middleware*.
Missing X-Content-Type-Options	Menambahkan *header X-Content-Type-Options: nosniff* guna mencegah *browser* melakukan *MIME type sniffing* yang dapat dimanfaatkan untuk serangan eksekusi skrip berbahaya. Rekomendasi terbaik adalah menambahkan header ini melalui *file middleware.*
Missing Referrer-Policy	Menambahkan *header Referrer-Policy* melalui *file middleware* yang berada di *folder public*. Rekomendasi nilai kebijakan yang digunakan adalah *strict-origin-when-cross-origin,* karena memberikan perlindungan privasi yang seimbang tanpa mengganggu fungsi normal situs.
BREACH Attack Potential	Menambahkan middleware khusus yang menyisipkan random padding pada respons HTML. Middleware ini bekerja dengan menambahkan karakter acak di bagian akhir respons HTML untuk membuat ukuran respons menjadi tidak konsisten. Teknik ini bertujuan mengacaukan analisis ukuran data yang digunakan dalam serangan BREACH, karena attacker tidak lagi bisa membandingkan ukuran response untuk menebak isi data sensitif.
Missing Permissions-Policy	Menambahkan *header Permissions-Policy* secara eksplisit, dengan penerapan yang tepat, *website* menjadi lebih aman karena *fitur browser* yang sensitif tidak dapat diakses oleh pihak yang tidak berwenang, sehingga mengurangi risiko kebocoran data dan serangan berbasis *browser*.
Wildcard Certificate	Aktifkan *HTTP Strict Transport Security* (HSTS) melalui *file middleware* untuk memperkuat

	keamanan komunikasi HTTPS.

Berdasarkan rekomendasi pada tabel 7 yang telah dilakukannya tahap mitigasi akan dilakukan pengujian ulang pada *web* praktikum fakultas rekayasa industri setelah dilakukan mitigasi. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan hasil pengujian sebelum mitigasi dan setelah dilakukannya mitigasi.

b) Pengujian Ulang Pasca Mitigasi

Setelah dilakukannya mitigasi sebelumnya, dilakukan kembali pengujian ulang setelah mitigasi pada *web* praktikum Fakultas Rekayasa Industri dengan Nessus dan Nikto. Tujuan dilakukannya pengujian ulang ini untuk mengetahui kerentanan sebelumnya apakah sudah berhasil atau masih ada kerentanan tersebut. Berikut hasil dari pengujian ulang setelah dilakukan mitigasi.

Tabel 8 Hasil Pengujian Pasca Mitigasi

Pra Mitigasi	Pasca Mitigasi	Keterangan
Cookie XSRF-TOKEN tanpa HttpOnly	*Cookie XSRF-TOKEN tanpa HttpOnly*	Sudah menambahkan HttpOnly pada website tetapi kerentanan masih ada dan perlu pengecekan lebih lanjut oleh *developer* dari konfigurasi pada web tersebut.
Missing X-Content-Type-Options	*Missing X-Content-Type-Options*	Sudah menambahkan *header X-Content-Type-Options: nosniff* tetapi kerentanan masih ada dan perlu pengecekan lebih lanjut oleh *developer* dari segi kode dan konfigurasi *web* tersebut.
Missing Referrer-Policy	*Missing Referrer-Policy*	Sudah Menambahkan *header Referrer-Policy* tetapi kerentanan masih ada dan perlu pengecekan lebih lanjut oleh developer dari segi kode dan konfigurasi *web* tersebut.
BREACH Attack Potential	*BREACH Attack Potential*	Setelah menambahkan random padding tetapi kerentanan masih ada dan perlu pengecekan lebih lanjut oleh developer dari segi kode dan konfigurasi *web* tersebut.
Web Application Potentially Vulnerable to Clickjacking	-	Kerentanan berhasil ditutup
Web Server Allows Password Auto-Completion	-	Kerentanan berhasil ditutup
Web Server Transmits Cleartext Credentials	-	Kerentanan berhasil ditutup
Cookie guest_user tanpa HttpOnly	-	Kerentanan berhasil ditutup
Missing Strict-Transport-Security	-	Kerentanan berhasil ditutup
Missing-Content-Security-Policy	-	Kerentanan berhasil ditutup
Missing Permissions-Policy	-	Kerentanan berhasil ditutup
Wildcard Certificate	-	Kerentanan berhasil ditutup

Berdasarkan hasil pengujian setelah dilakukan mitigasi, terdapat beberapa kerentanan yang berhasil diatasi, namun masih ada juga kerentanan yang belum dapat dihilangkan sepenuhnya. Kerentanan yang masih ada memerlukan perbaikan lebih lanjut, baik dari sisi kode maupun konfigurasi oleh tim pengembang *web* praktikum Fakultas Rekayasa Industri. Meskipun begitu, sejumlah kerentanan yang berhasil dimitigasi telah memeberikan kontribusi positif dalam meningkatkan keamanan web tersebut

V. KESIMPULAN

Pengujian keamanan terhadap web praktikum Fakultas Rekayasa Industri menggunakan metode Vulnerability Assessment and Penetration Testing (VAPT) dengan tools OWASP ZAP, Nikto, dan Nessus menunjukkan adanya sejumlah kerentanan dengan tingkat risiko yang bervariasi. Tools Nessus mendeteksi 13 kerentanan (tingkat medium, low, dan informasi), Nikto menemukan 12 kerentanan (tingkat high, medium, low, dan informasi), sedangkan OWASP ZAP tidak menemukan kerentanan yang signifikan.Langkah mitigasi dilakukan berdasarkan temuan tersebut, di antaranya dengan menambahkan berbagai header keamanan (seperti X-Frame-Options, Content-Security-Policy, Strict-Transport-Security), pengaturan atribut keamanan pada form login dan cookie, serta aktivasi SSL/TLS. Mitigasi ini bertujuan untuk memperkuat lapisan keamanan web dan mengurangi risiko eksploitasi terhadap sistem.Dengan diterapkannya mitigasi ini, diharapkan web praktikum menjadi lebih aman dan dapat memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap potensi serangan siber.

REFERENSI

[1] Mendy, "Pengertian Website: Apa itu Web, Manfaat, Jenis, dan Contoh," Kampus IT, 7 August 2023. [Online]. Available: https://kampusit.id/pengertian-website.

[2] R. A. C. E. V. A. G. K. M. C. M. J. V. T. Kit Arvin R. Cadiente, "APPLYING VULNERABILITY ASSESSMENT AND PENETRATION TESTING (VAPT) AND NETWORK ENHANCEMENT ON THE NETWORK INFRASTRUCTURE OF JOURNEY TECH INC," *INNOVATUS,* vol. 3, no. 1, 2020.

[3] D. B. O. K. S. D. Sandi, "LAPORAN BULANAN PUBLIK," 2023.

[4] B. Raharjo, KEAMANAN SISTEM INFORMASI, 2021.

[5] S. K. Rakshit, Ethical Hacker"s Penetration Testing Guide, new delhi, 2022.

[6] B. P. Angela Orebaugh, Nmap in the Enterprise: Your Guide to Network Scanning, 2008.

[7] R. Rogers, Nessus network auditing, 2011.

[8] G. Kusuma, "IMPLEMENTASI OWASP ZAP UNTUK PENGUJIAN KEAMANAN SISTEM INFORMASI AKADEMIK," *Teknologi Informasi,* 2022.

[9] T. &. U. Muhyidin, "Perbandingan Tingkat Keamanan Website Menggunakan Nmap dan Nikto dengan Metode Ethical Hacking," *Teknik Logika Matematika,* 2022.

[10] Y. Khera, D. Kumar, Sujay and N. Garg, "Analysis and Impact of Vulnerability Assessment and Penetration Testing," *IEEE,* 2019.

[11] D. R. M. a. J. Benjamin, "Penetration Testing and Vulnerability Scanning of Web Application Using Burp Suite," *Natl. Conf. Emerg. Comput. Appl,* 2021.

[12] J. I. F. R. a. M. E. A. W. Kuncoro, "Analisis Metode Open Web Application Security Project (OWASP) pada Pengujian Keamanan Website: Literature Review," *AUTOMATA,* 2021.