



Pengujian Performa, Tingkat Stres, dan Keamanan pada Website Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) Kabupaten Buleleng

Varely Arletta Tyora Putri Herlambang^{1*}, I Made Edy Listartha², Bagus Gede Krishna Yudistira³

¹⁻³Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha, Indonesia

Email : varely@undiksha.ac.id¹, listartha@undiksha.ac.id², krishna.yudistira@undiksha.ac.id³

Korespondensi penulis: varely@undiksha.ac.id

Abstract. *The use of information technology in the education sector has become an unavoidable necessity, particularly through the use of school websites as digital information service centers for students, teachers, parents, and the general public. School websites serve not only as a medium for conveying information but also as a means of communication, transparency, and support for academic activities. To optimally fulfill these roles, a website must be able to deliver good performance, fast access, high stability when there is an increase in the number of visitors, and adequate security to protect user data and activities. In Buleleng Regency, 17 state senior high schools (SMAN) have utilized official websites as part of their information services and digital administration needs. However, increased traffic, especially during certain times such as new student admissions or school announcements, often triggers high workloads (stress) on servers. This condition has the potential to reduce response speed, hinder user access, and even open up opportunities for security threats such as DDoS attacks and hacking attempts. This study aims to evaluate the technical performance, load resilience, and security aspects of the websites of senior high schools in Buleleng Regency using three automated testing tools: GTmetrix, LoadImpact K6.io, and OWASP ZAP Scan. This approach draws on previous research on website performance measurement, load testing, and user experience. The evaluation results are expected to provide a comprehensive overview of the actual condition of school websites and generate strategic recommendations to improve system speed, stability, and security. Furthermore, the findings from this testing serve as a basis for developing improvement measures so that school websites in Buleleng Regency can support digital education services more optimally, responsively, and securely.*

Keywords: *GTmetrix; Owasp Zap Scan; Performance Testing; Stress Testing; Website Security.*

Abstrak. Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam sektor pendidikan kini menjadi kebutuhan yang tidak dapat dihindari, terutama melalui penggunaan website sekolah sebagai pusat layanan informasi digital bagi siswa, guru, orang tua, serta masyarakat umum. Keberadaan website sekolah tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian informasi, tetapi juga sebagai sarana komunikasi, transparansi, dan pendukung kegiatan akademik. Agar peran tersebut dapat berjalan dengan optimal, sebuah website harus mampu menyajikan performa yang baik, akses yang cepat, kestabilan tinggi ketika terjadi peningkatan jumlah pengunjung, serta keamanan yang memadai untuk melindungi data dan aktivitas pengguna. Di Kabupaten Buleleng tercatat 17 Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) yang telah memanfaatkan website resmi sebagai bagian dari layanan informasi dan kebutuhan administrasi digital. Namun, peningkatan trafik terutama pada momen tertentu seperti penerimaan peserta didik baru atau pengumuman sekolah seringkali memicu beban kerja tinggi (stress) pada server. Kondisi ini berpotensi menurunkan kecepatan respons, menghambat akses pengguna, bahkan membuka peluang munculnya ancaman keamanan seperti serangan DDoS dan percobaan peretasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa teknis, tingkat ketahanan terhadap beban, dan aspek keamanan pada website SMAN di Kabupaten Buleleng menggunakan tiga alat uji otomatis, yaitu GTMetrix, LoadImpact K6.io, dan OWASP ZAP Scan. Pendekatan ini mengacu pada penelitian sebelumnya mengenai pengukuran performa website, pengujian beban, serta pengalaman pengguna. Hasil evaluasi diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi aktual website sekolah sekaligus menghasilkan rekomendasi strategis untuk meningkatkan kecepatan, stabilitas, dan keamanan sistem. Selain itu, temuan dari pengujian ini menjadi landasan dalam penyusunan langkah perbaikan sehingga website sekolah di Kabupaten Buleleng mampu mendukung layanan pendidikan digital secara lebih optimal, responsif, dan aman.

Kata kunci: GTmetrix; Keamanan Website; Pengujian Kinerja; Pengujian Stres; Pemindaian OWASP ZAP.

1. LATAR BELAKANG

Teknologi Informasi (TI) sudah menjadi kebutuhan yang sangat diperlukan dalam segala bidang kehidupan masyarakat di zaman *modern* ini, kini segala sesuatu membutuhkan peran erat teknologi (Apriliyanto et al., 2025). Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam pendidikan semakin penting, terutama melalui website sekolah sebagai pusat informasi digital bagi siswa, guru, orang tua, dan masyarakat. Agar berfungsi optimal, website harus memiliki performa yang cepat, stabil, mudah digunakan, serta aman dalam melindungi data pengguna (Udaybhasker et al., 2025). Di Kabupaten Buleleng terdapat 17 Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) memanfaatkan website resmi sebagai sarana informasi dan komunikasi, sekaligus wadah partisipasi publik. Hal ini menuntut pengelolaan website yang mampu menghadapi lonjakan pengunjung, khususnya pada masa pengumuman kelulusan dan pendaftaran siswa baru, karena beban akses berlebih dapat menurunkan kecepatan, menyebabkan gangguan, dan meningkatkan risiko keamanan seperti DDoS dan peretasan. Untuk menghadapi tantangan tersebut, pengelola website perlu melakukan optimalisasi performa, peningkatan kapasitas server, caching, serta penguatan sistem keamanan seperti enkripsi, firewall, pembaruan sistem, dan pemantauan real-time (Anwari Z et al., 2022). Penelitian terdahulu mengenai kinerja website, beban akses, dan tingkat stress pengguna menjadi landasan dalam menganalisis kualitas website SMAN Buleleng.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi performa, tingkat stress, dan keamanan website SMAN Buleleng menggunakan GTMetrix, LoadImpact k6.io, dan OWASP ZAP Scan. Hasil analisis diharapkan memberikan rekomendasi strategis untuk meningkatkan kecepatan, stabilitas, dan keamanan website, sehingga layanan informasi pendidikan dapat berjalan lebih efisien, transparan, dan responsif.

Penelitian terkait pengujian performa, tingkat stress, dan keamanan *website* hingga saat ini masih menunjukkan adanya sejumlah celah penelitian yang belum terjawab secara komprehensif. Salah satu penelitian yang dilakukan oleh (Christina, 2019) berfokus pada pengujian performa dan tingkat stress tiga *website* Bapenda di Pulau Jawa dengan menggunakan GTMetrix, WebPageTest, dan LoadImpact.com. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas *website* belum optimal, khususnya Bapenda Jawa Barat yang memiliki *load time* paling lama. Namun, penelitian ini masih terbatas pada tiga objek website, hanya menekankan aspek performa tanpa mengkaji keamanan, padahal keamanan sangat penting bagi *website* pemerintah maupun pendidikan.

Penelitian lain oleh (Ghozali et al., 2018) berfokus pada deteksi kerentanan keamanan aplikasi berbasis *website* dengan menggunakan metode OWASP Risk Rating. Objek penelitian adalah sistem informasi harga komoditas utama yang dikelola oleh instansi pemerintah. Melalui penggunaan *tools* Acunetix Web Vulnerability Scanner, penelitian ini berhasil menemukan beberapa celah keamanan, seperti Cross Site Scripting (XSS), kesalahan konfigurasi (misalnya *allow_url_fopen*), ketiadaan proteksi CSRF, kelemahan pada *session cookie*, serta direktori dan file sensitif yang terekspos. Analisis kemudian dilakukan dengan mengukur faktor Likelihood dan Impact untuk menentukan tingkat risiko, yang dikategorikan ke dalam *High*, *Medium*, dan *Low*. Meskipun penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam mengidentifikasi potensi risiko keamanan, terdapat beberapa keterbatasan yang membuka peluang penelitian lanjutan. Pertama, objek penelitian hanya terbatas pada satu sistem informasi pemerintah, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan pada jenis aplikasi berbasis web lainnya, seperti sistem pendidikan atau layanan publik dengan karakteristik berbeda. Kedua, penelitian ini hanya menitikberatkan pada aspek keamanan, tanpa menyinggung faktor lain yang juga penting, seperti performa *website*, ketahanan terhadap beban (*stress testing*), dan pengalaman pengguna. Selain itu, penelitian ini belum melakukan analisis komparatif antar framework atau platform pengembangan aplikasi web, padahal perbedaan teknologi dapat memengaruhi tingkat keamanan yang dihasilkan. Misalnya, perbandingan antara framework populer seperti CodeIgniter dan Laravel masih menjadi celah penelitian yang relevan.

Sementara itu, penelitian oleh (Suprpto & Sasongko, 2021) mengevaluasi performa *website* IAIN Salatiga melalui pengujian beban dan *stress testing* menggunakan LoadImpact (k6.io). Hasilnya menunjukkan performa yang sangat baik dengan tidak adanya kegagalan HTTP serta penggunaan sumber daya yang efisien, meskipun ditemukan *bottleneck* pada skenario dengan 50 *virtual users*. Kendati demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yakni hanya berfokus pada satu objek penelitian, terbatas pada aspek performa tanpa mengkaji keamanan, menggunakan versi aplikasi dengan keterbatasan jumlah pengguna dan durasi uji, serta belum mempertimbangkan aspek pengalaman pengguna.

GT Metrix

Di era digital yang semakin maju, kecepatan dan kinerja sebuah *website* tidak hanya dipandang sebagai aspek teknis, tetapi juga menjadi faktor penting yang menentukan keberhasilan dalam menjaga loyalitas pengguna sekaligus menarik pengunjung baru (I. M. Listartha, 2020). *Website* dengan performa yang baik mampu memberikan pengalaman pengguna yang positif, yang terlihat dari waktu muat halaman yang cepat, navigasi yang mudah

dipahami, serta tampilan yang responsif pada berbagai perangkat. Sebaliknya, *website* yang lambat, sulit diakses, atau memiliki tampilan tidak konsisten seringkali ditinggalkan pengguna, sehingga menurunkan tingkat kepuasan, kredibilitas, serta kepercayaan terhadap layanan digital yang disediakan. Untuk menghadapi persaingan digital yang semakin ketat, pemilik maupun pengelola *website* perlu memastikan bahwa situs yang mereka kelola dapat memberikan akses yang stabil, aman, efisien, serta sesuai dengan standar kualitas (Anhar et al., 2023). Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pengujian performa *website* secara berkala menggunakan berbagai metode dan *tools* analisis. Dari sejumlah alat yang tersedia, GTMetrix menjadi salah satu yang paling populer karena memiliki banyak keunggulan. GTMetrix membantu pengelola dalam memantau, mengukur, serta memberikan rekomendasi perbaikan terkait kecepatan dan kinerja *website* secara menyeluruh (Dewangkara et al., 2022). GTMetrix merupakan sebuah *automation testing tools* yang dikembangkan oleh GT.net, perusahaan berbasis di Kanada. Pada awalnya, alat ini dirancang untuk memudahkan pelanggan hosting dalam mengevaluasi kinerja situs mereka. Seiring perkembangan, GTMetrix kemudian dilengkapi dengan sistem penilaian Lighthouse, yang saat ini menjadi standar industri dalam pengukuran kinerja web modern (Purba et al., 2021). Integrasi ini menjadikan GTMetrix semakin komprehensif dalam memberikan analisis, mulai dari aspek kecepatan pemuatan halaman, ukuran file, hingga jumlah permintaan server.

Adapun indikator yang digunakan untuk mengukur performa *website* melalui GTMetrix meliputi beberapa metrik penting, berikut penjelasan detail dari masing-masing indikator berdasarkan dokumentasi dan panduan penggunaan GTMetrix yaitu :

- a. PageSpeed & YSlow Score: Penilaian berdasarkan standar Google dan Yahoo!
- b. Load Time & Page Size: Mengukur waktu pemuatan dan besar total halaman
- c. Request Count & Waterfall Chart: Menunjukkan jumlah permintaan dan urutan pemuatan elemen halaman
- d. Web Vitals: Metrik penting seperti LCP, TBT, dan CLS
- e. Speed Visualization & History: Visualisasi proses loading dan histori performa
- f. Top Issues & Page Details: Rangkuman permasalahan utama dan rincian halaman
- g. (Listartha, 2020)

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa GTMetrix merupakan salah satu alat analisis performa *website* yang memiliki cakupan menyeluruh, karena tidak hanya menekankan pada aspek teknis, tetapi juga mempertimbangkan pengalaman pengguna secara keseluruhan. Dengan kelengkapan fitur yang dimilikinya, GTMetrix dapat dikategorikan sebagai *tools* yang komprehensif serta relevan untuk mendukung penelitian

maupun pengembangan *website* (Quinito & Catipay, 2016). Dalam konteks penelitian ini, pembahasan mengenai GTMetrix memberikan landasan teoritis yang kuat dalam pelaksanaan analisis performa *website* secara sistematis, sehingga hasil pengujian tidak hanya sebatas bersifat deskriptif, melainkan juga dapat dijadikan acuan dalam merumuskan strategi optimasi guna meningkatkan kualitas layanan digital, kepuasan pengguna, serta daya saing *website* (Septiawan G et al., 2022).

LoadImpact k6.io

LoadImpact merupakan salah satu *tools* berbasis *cloud* yang digunakan untuk melakukan *load testing* dan *stress testing* pada *website* maupun aplikasi berbasis web. Alat ini dirancang untuk mengukur kemampuan suatu sistem dalam menangani beban akses pengguna yang tinggi secara bersamaan (*simultaneous virtual users*) dengan tujuan untuk menilai stabilitas, kecepatan respons, serta daya tahan sistem terhadap lonjakan trafik (Yeh et al., 2024). Pengujian ini penting dilakukan agar pengembang dapat mengetahui sejauh mana infrastruktur server mampu melayani permintaan pengguna tanpa mengalami *crash* atau penurunan performa signifikan. Secara prinsip, LoadImpact bekerja dengan mensimulasikan ribuan pengguna virtual yang mengakses situs web dari berbagai lokasi geografis (Cahyono & Kamarudin, 2024). Simulasi ini dilakukan untuk meniru kondisi nyata di mana pengguna datang dari berbagai wilayah dengan koneksi internet yang berbeda-beda. Hasil pengujian yang dihasilkan oleh LoadImpact berupa metrik performa seperti *response time*, *throughput*, *requests per second*, dan *failure rate*, yang semuanya memberikan gambaran komprehensif mengenai efisiensi serta ketahanan *website* dalam kondisi beban tinggi.

Adapun indikator yang digunakan untuk mengukur performa *website* melalui LoadImpact k6.io meliputi :

- a) Jumlah total permintaan (*total request*)
- b) Tingkat kegagalan (*failure rate*)
- c) Permintaan per detik (*request rate*)
- d) Waktu respon rata – rata (*average response time*)

Adapun uraian berikut menjelaskan kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh *tools* LoadImpact k6.io yaitu :

- 1) Kelebihan LoadImpact k6.io :
 - a. Kemudahan Akses dan Penggunaan : Karena berbasis web, pengguna tidak perlu melakukan instalasi perangkat lunak tambahan.
 - b. Simulasi Skala Besar : Mampu melakukan simulasi hingga ribuan pengguna sekaligus dari berbagai lokasi dunia.

- c. Visualisasi Data yang Informatif : Menyediakan grafik interaktif yang memudahkan peneliti memahami hasil pengujian.
 - d. Integrasi API : Mendukung integrasi dengan sistem DevOps seperti Jenkins atau GitLab untuk pengujian berkelanjutan (*continuous testing*)
 - e. Akurasi Tinggi : Memberikan data *real-time* yang dapat digunakan untuk analisis teknis dan optimasi performa *server*
- 2) Kekurangan LoadImpact k6.io :
- a) Versi gratis memiliki batasan jumlah pengguna virtual dan durasi pengujian yang relatif singkat
 - b) Alat ini sangat bergantung pada koneksi internet karena seluruh proses pengujian dilakukan melalui *cloud service*, sehingga hasil dapat terpengaruh jika koneksi tidak stabil
 - c) Hasil pengujian bisa bervariasi tergantung konfigurasi keamanan *server* target, misalnya jika *website* menggunakan *firewall* atau sistem deteksi bot yang ketat. Selain itu, untuk pengujian lanjutan dengan fitur lanjutan seperti *custom scripting* atau pengujian paralel, pengguna perlu berlangganan versi berbayar.

OWASP Zap Scanning

OWASP (*Open Web Application Security Project*) merupakan proyek terbuka yang berfokus pada pengembangan dan peningkatan keamanan aplikasi berbasis web melalui penyediaan panduan, standar, serta alat bantu analisis yang dapat digunakan secara bebas oleh pengembang dan peneliti keamanan (Listartha et al., 2022). Proyek ini bersifat non-profit dan berorientasi pada kolaborasi komunitas global untuk memperkuat keamanan siber di bidang aplikasi web. OWASP menyediakan berbagai sumber daya, termasuk *OWASP Testing Guide* dan *OWASP Top Ten*, yang berisi daftar sepuluh besar jenis kerentanan keamanan aplikasi web yang paling sering terjadi serta berdampak signifikan terhadap sistem (Septiawan G et al., 2022). Pedoman ini membantu peneliti dan pengembang dalam memahami ancaman yang dapat memengaruhi website, seperti *SQL Injection*, *Cross-Site Scripting (XSS)*, *Broken Authentication*, dan *Sensitive Data Exposure*. Dengan demikian, OWASP menjadi salah satu standar acuan utama dalam pengujian keamanan *website* di berbagai penelitian dan industri teknologi informasi (Joarno et al., 2022).

Dalam praktiknya, metode OWASP menggunakan pendekatan yang disebut *OWASP Risk Rating Methodology* untuk menilai tingkat risiko dari suatu kerentanan. Metode ini menilai risiko berdasarkan dua aspek utama, yaitu *likelihood* (kemungkinan terjadinya serangan) dan *impact* (besarnya dampak yang ditimbulkan). Hasil penilaian kemudian

dikategorikan menjadi tingkat risiko rendah, sedang, atau tinggi untuk membantu menentukan prioritas tindakan mitigasi (Suputri K et al., 2022). Proses ini mencakup beberapa tahapan, mulai dari identifikasi ancaman (*threat identification*), analisis kerentanan (*vulnerability analysis*), hingga evaluasi keseluruhan tingkat risiko (*overall risk assessment*).

Dari sisi keunggulan, metode OWASP memiliki sejumlah kelebihan yang menjadikannya banyak digunakan dalam penelitian dan implementasi keamanan aplikasi, seperti berikut : a) Sifatnya yang terbuka (*open source*) dan bebas digunakan, sehingga dapat diakses oleh siapa pun tanpa memerlukan lisensi atau biaya tambahan, baik oleh akademisi, instansi pemerintah, maupun pengembang perangkat lunak. b) OWASP memiliki dokumentasi yang lengkap dan sistematis, mencakup panduan pengujian, daftar kerentanan umum, serta rekomendasi langkah mitigasi yang mudah diadaptasikan sesuai kebutuhan pengguna. c) Fleksibilitas penerapannya yang tinggi, karena metode OWASP dapat digunakan untuk berbagai jenis sistem, mulai dari aplikasi berskala kecil seperti *website* pendidikan hingga sistem berskala besar seperti layanan publik atau pemerintahan. d) Memiliki cakupan analisis yang komprehensif, mencakup berbagai aspek keamanan seperti autentikasi, enkripsi data, pengelolaan sesi, serta perlindungan terhadap ancaman umum seperti *SQL Injection* dan *Cross-Site Scripting (XSS)*

Meskipun memiliki berbagai keunggulan, metode OWASP (*Open Web Application Security Project*) juga memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam penerapannya, antara lain : 1) Penggunaan metode ini memerlukan pemahaman teknis yang mendalam mengenai arsitektur sistem, bahasa pemrograman, serta struktur kode aplikasi agar hasil analisis dapat dilakukan secara akurat dan menyeluruh. 2) Hasil analisis OWASP sangat bergantung pada tingkat kedalaman pengujian dan alat bantu yang digunakan, sehingga potensi kerentanan tertentu dapat terlewat apabila proses analisis dilakukan secara terbatas atau tidak menyeluruh. 3) OWASP tidak menyediakan solusi otomatis terhadap celah keamanan yang ditemukan, melainkan hanya memberikan panduan umum mitigasi, sehingga pengembang atau peneliti tetap perlu melakukan analisis lanjutan untuk menentukan langkah perbaikan yang sesuai.

2. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian berjudul “Pengujian Performa, Tingkat Stress, dan Keamanan pada Seluruh Website Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) Kabupaten Buleleng” termasuk dalam kategori penelitian terapan. Penelitian terapan merupakan jenis penelitian yang berfokus pada

upaya pemecahan masalah nyata yang terjadi di lingkungan sekitar. Tujuan utamanya bukan hanya untuk menambah pengetahuan secara teoritis, tetapi juga untuk menghasilkan temuan yang dapat langsung diterapkan serta memberikan manfaat praktis bagi individu, kelompok, maupun lembaga terkait.

Jenis penelitian ini biasanya dipilih ketika ada kebutuhan untuk meningkatkan sistem yang sudah ada, memperbaiki kelemahan, atau mengoptimalkan suatu proses agar lebih efektif dan efisien. Dalam konteks penelitian ini, pendekatan terapan digunakan untuk menganalisis dan mencari solusi terhadap berbagai kendala teknis pada website sekolah, misalnya kecepatan akses yang kurang optimal, adanya celah keamanan yang berisiko, serta keterbatasan sistem dalam menangani beban pengguna dalam jumlah besar (*stress test*).

Melalui analisis pada ketiga aspek tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi nyata kepada pengelola website agar dapat melakukan perbaikan bila ditemukan masalah. Hasil penelitian ini tidak hanya bermanfaat untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan pengguna dalam mengakses informasi, tetapi juga mendukung program digitalisasi pendidikan yang semakin berkembang di era teknologi modern. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat membantu pihak sekolah dalam meningkatkan kualitas *website* sehingga menjadi lebih aman, cepat, dan andal untuk digunakan oleh masyarakat.

Dalam pelaksanaannya, penelitian ini menggunakan rancangan khusus untuk menguji performa, tingkat stress (*stress testing*), dan keamanan *website*. Proses pengujian dilakukan dengan memanfaatkan tiga alat bantu (*tools*) utama yang sesuai dengan kebutuhan penelitian, yaitu GTMetrix, LoadImpact (k6), dan OWASP ZAP.

Tempat dan Waktu Penelitian

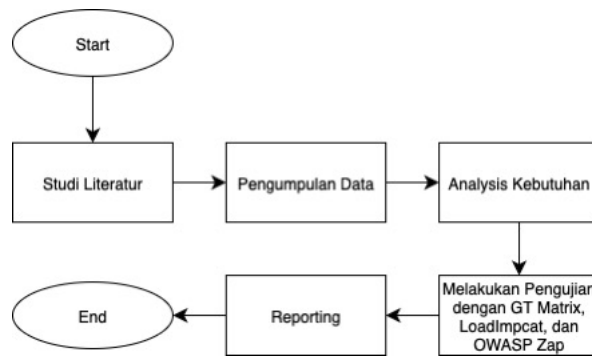
Penelitian ini dilaksanakan di Dinas Pendidikan Pemuda dan Olahraga Kabupaten Buleleng, khususnya pada bagian pengelola website. Adapun waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama kurang lebih enam bulan atau satu semester guna memperoleh data yang memadai sesuai dengan kebutuhan penelitian

Fokus Penelitian

Fokus utama penelitian ini adalah mengevaluasi kinerja, tingkat stres, dan celah keamanan seluruh website Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) di Kabupaten Buleleng, serta memberikan rekomendasi teknis yang relevan kepada pengelola berdasarkan hasil evaluasi tersebut.

Tahapan Penelitian

Berikut tahapan proses penelitian digambarkan dalam bentuk flowchart penelitian yang menyajikan alur kerja secara sistematis.



Gambar 1. Tahapan Proses Penelitian.

Studi Literatur

State of the Art (Studi Literatur) merupakan kajian literatur yang digunakan untuk melihat perkembangan suatu bidang ilmu hingga kondisi terkini. Kajian ini tidak hanya merangkum hasil penelitian sebelumnya, tetapi juga menelusuri proses terbentuknya pengetahuan serta memberikan gambaran arah penelitian di masa depan. Dengan demikian, *state of the art* membantu peneliti memahami posisi penelitiannya dalam konteks penelitian terdahulu (Barry et al., 2022). Dalam penelitian yang berjudul “Pengujian Performa, Tingkat Stress, dan Keamanan pada Website Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) kabupaten Buleleng”, studi literatur berperan sangat penting untuk menegaskan bahwa penelitian tidak hanya mengulang kajian sebelumnya, melainkan menawarkan pendekatan yang lebih komprehensif dan relevan. Penelitian terdahulu sebagian besar hanya membahas satu aspek, seperti performa atau keamanan, tanpa memperhatikan interaksi pengguna maupun potensi beban sistem. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi kekosongan tersebut dengan cara mengombinasikan pengujian performa, analisis tingkat stress, dan uji keamanan sekaligus dalam satu kerangka penelitian.

Pengumpulan data

Dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan berupa alamat URL resmi dari seluruh *website* Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) di Kabupaten Buleleng. Data tersebut kemudian dijadikan objek utama untuk dilakukan serangkaian pengujian, yang mencakup aspek performa, tingkat stress, serta keamanan *website*. Ketiga aspek ini dipilih karena merepresentasikan kualitas sebuah *website* secara menyeluruh, baik dari sisi kecepatan, kemampuan menangani jumlah pengguna, maupun perlindungan terhadap potensi ancaman keamanan. Proses pengumpulan data dilakukan dengan bantuan tiga alat utama (*tools*) yang digunakan sesuai dengan kebutuhan pengujian, yaitu GTMetrix untuk menguji performa dan kecepatan *website*, LoadImpact (k6) untuk melakukan pengujian tingkat stress atau simulasi

beban pengguna, serta OWASP ZAP untuk mendeteksi kerentanan dan celah keamanan (Saputro, 2023). Dengan menggunakan kombinasi ketiga *tools* ini, penelitian diharapkan dapat menghasilkan data yang lengkap, objektif, dan mendalam mengenai kondisi *website* SMAN di Kabupaten Buleleng, sehingga dapat memberikan gambaran yang akurat sekaligus rekomendasi perbaikan yang tepat.

Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk memastikan penelitian berjalan sesuai tujuan. Analisis ini mencakup kebutuhan fungsional, non-fungsional, teknologi, pengujian, serta dokumentasi yang menjadi acuan utama dalam pelaksanaan penelitian.

Pengujian

Tahap pengujian dalam penelitian ini diawali dengan proses identifikasi serta analisis awal terhadap *website* yang dijadikan sebagai objek penelitian, yaitu seluruh *website* Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) di Kabupaten Buleleng. Identifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa setiap *website* yang diuji sesuai dengan kriteria penelitian dan dapat memberikan data yang relevan. Proses pengujian dalam penelitian ini berfokus pada tiga aspek utama, yaitu performa *website*, tingkat stress pengguna (*stress testing*), serta keamanan sistem, yang masing-masing dianalisis secara mendalam guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi *website*. Secara keseluruhan, langkah persiapan dan identifikasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa proses pengujian dapat dilaksanakan secara sistematis, terukur, dan akurat, sehingga data yang diperoleh benar-benar valid, objektif, serta dapat dianalisis lebih lanjut untuk menghasilkan temuan yang bermanfaat. Dengan pendekatan ini, hasil penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi performa, ketahanan, dan keamanan *website* SMAN di Kabupaten Buleleng.

Reporting

Laporan hasil penelitian ini disusun dalam bentuk dokumen yang terstruktur dan terperinci, berisi rangkaian rekomendasi serta solusi yang relevan terhadap permasalahan yang teridentifikasi selama proses pengujian. Proses pengujian dalam penelitian ini berfokus pada tiga aspek utama, yaitu performa, tingkat stress (*stress testing*), serta keamanan sistem yang masing-masing dianalisis secara mendalam guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi *website*. Setiap rekomendasi yang dihasilkan tidak bersifat umum, melainkan disusun berdasarkan hasil pengujian spesifik dari masing-masing *website* SMAN di Kabupaten Buleleng. Dengan demikian, solusi yang diberikan dapat diterapkan secara lebih efektif sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik sistem yang diuji. Rekomendasi tersebut mencakup langkah-langkah praktis untuk mengoptimalkan kinerja *website*,

meningkatkan ketahanan sistem terhadap lonjakan trafik, serta memperkuat lapisan keamanan dalam menghadapi potensi ancaman siber. Dokumen laporan ini diharapkan tidak hanya menjadi catatan hasil penelitian, tetapi juga berfungsi sebagai referensi penting bagi pengelola maupun pengembang *website* sekolah. Dengan adanya panduan konkret ini, pihak sekolah dapat melakukan perbaikan yang berkelanjutan sehingga kualitas layanan informasi digital semakin meningkat, *website* menjadi lebih stabil, aman, dan mampu mendukung proses digitalisasi pendidikan secara optimal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Performa

Tabel 1. Hasil Pengujian Performa.

Nama Sekolah			Grade	High	Med - High	Med	Med - Low	Low
Sekolah Menengah Negeri 1 Singaraja	Atas	D	✓	-	✓	✓	-	
Sekolah Menengah Negeri 2 Singaraja	Atas	E	✓	-	✓	✓	-	
Sekolah Menengah Negeri 3 Singaraja	Atas	D	✓	-	✓	✓	-	
Sekolah Menengah Negeri 4 Singaraja	Atas	-	-	-	-	-	-	
Sekolah Menengah Negeri 1 Sukasada	Atas	D	✓	-	✓	✓	-	
Sekolah Menengah Negeri 1 Seririt	Atas	D	✓	✓	-	✓	-	
Sekolah Menengah Negeri 1 Banjar	Atas	C	✓	-	✓	✓	✓	
Sekolah Menengah Negeri 2 Banjar	Atas	E	✓	-	-	✓	-	
Sekolah Menengah Negeri 1 Gerokgak	Atas	E	✓	-	✓	✓	-	
Sekolah Menengah Negeri 2 Gerokgak	Atas	D	✓	-	✓	✓	-	
Sekolah Menengah Negeri 1 Sawan	Atas	D	✓	-	✓	✓	✓	
Sekolah Menengah Negeri 1 Kubutambahan	Atas	E	✓	-	✓	✓	-	
Sekolah Menengah Negeri Bali Mandara	Atas	E	✓	-	✓	✓	-	
Sekolah Menengah Negeri 1 Busungbiu	Atas	E	✓	-	✓	✓	-	
Sekolah Menengah Negeri 2 Busungbiu	Atas	D	-	-	✓	✓	-	

Nama Sekolah			Grade	High	Med - High	Med	Med - Low	Low
Sekolah Menengah Negeri 1 Tejakula	Atas	E	✓	-	✓	✓	-	
Sekolah Menengah Negeri 2 Tejakula	Atas	C	✓	✓	-	✓	-	

Berdasarkan hasil pengujian performa seluruh *website* Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) di Kabupaten Buleleng menggunakan GT Metrix (lihat Tabel 1), dapat diketahui bahwa sebagian besar *website* memperoleh nilai rata-rata pada kategori D dan E. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kinerja *website* masih tergolong cukup baik, namun belum optimal dalam hal kecepatan akses, efisiensi pemuatan elemen halaman, serta struktur penyusunan kode dan konten. Secara umum, *website* tersebut masih membutuhkan perbaikan dari sisi teknis, terutama dalam hal pengoptimalan ukuran gambar, pengurangan elemen yang tidak diperlukan, serta peningkatan efisiensi script dan CSS. Hal ini penting agar proses pemuatan halaman menjadi lebih cepat dan pengguna dapat memperoleh pengalaman yang lebih nyaman saat mengakses *website*. Selain itu, hasil pengujian juga memperlihatkan bahwa setiap *website* memiliki tingkat performa yang berbeda-beda, tergantung pada bagaimana pengelola *website* melakukan konfigurasi server dan pengaturan konten.

Dari hasil analisis, dapat diidentifikasi *website* dengan performa terbaik dan terburuk, yang menjadi acuan dalam melihat sejauh mana perbedaan kualitas dan efisiensi antar *website*. *Website* dengan nilai performa terbaik umumnya memiliki struktur halaman yang sederhana, ukuran file ringan, dan waktu respon server yang cepat, sehingga proses pemuatan halaman berlangsung tanpa hambatan. Sementara itu, *website* dengan nilai terendah menunjukkan adanya masalah teknis seperti gambar berukuran besar, script yang tidak dioptimalkan, serta waktu respon server yang lambat, yang menyebabkan halaman membutuhkan waktu lebih lama untuk dimuat sepenuhnya.

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini memberikan gambaran bahwa mayoritas *website* SMA Negeri di Kabupaten Buleleng masih perlu dilakukan optimalisasi performa agar dapat mendukung akses informasi yang lebih cepat, efisien, dan mudah dijangkau oleh pengguna, terutama bagi siswa, guru, maupun masyarakat umum yang mengaksesnya secara daring. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat diidentifikasi *website* dengan performa terbaik dan terburuk dalam pengujian, yaitu :

- 1) *Website* dengan performa terbaik

Website SMA Negeri 2 Busungbiu termasuk ke dalam kategori *website* dengan performa terbaik di antara seluruh *website* Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) di

Kabupaten Buleleng. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan GTMetrix, website ini menunjukkan kinerja yang paling optimal dibandingkan website lainnya. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa *website* ini memiliki kinerja paling baik dibandingkan seluruh *website* SMA Negeri di Kabupaten Buleleng. Dengan waktu muat halaman 3,6 detik dan nilai CLS 0,06 dapat disimpulkan bahwa tampilan halaman *website* ini sangat stabil dan mampu merespons interaksi pengguna dengan cepat.

2) *Website* dengan performa terburuk

Website SMA Negeri 1 Gerokgak termasuk ke dalam kategori *website* dengan performa terburuk di antara seluruh *website* Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) di Kabupaten Buleleng. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan GTMetrix, *website* ini menunjukkan kinerja yang paling buruk dibandingkan website lainnya. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa *website* ini memiliki kinerja paling buruk dibandingkan seluruh *website* SMA Negeri di Kabupaten Buleleng. Dengan waktu muat halaman 10.7 detik dan nilai CLS 0.52 dapat disimpulkan bahwa tampilan halaman *website* ini kurang stabil dan lambat dalam merespons interaksi pengguna, sehingga pengalaman pengguna saat mengakses *website* menjadi kurang optimal.

Pengujian Tingkat Stres

Tabel 2. Hasil Pengujian Tingkat Stress.

Sekolah	http_req_duration	http_req_failed
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Singaraja	4.92 s (Lambat)	42.55% (Tidak Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Singaraja	192.56 ms (Sangat Cepat)	0.00% (Sangat Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Singaraja	58.9 s (Lambat)	80.00% (Tidak Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 4 Singaraja	68.77% (Cukup cepat)	100.00% (Tidak Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Sukasada	18.43 s (Lambat)	19.38% (Tidak Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Seririt	179.18 ms (Sangat Cepat)	0.03% (Sangat Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Banjar	1.69 s (Cukup Cepat)	29.48% (Tidak Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Banjar	8.88 s (Lambat)	1.29% (Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Gerokgak	303.77 ms (Sangat Cepat)	4.86% (Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Gerokgak	458.36 ms (Sangat Cepat)	4.99% (Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Sawan	3.08 s (Lambat)	0.77 % (Stabil)

Sekolah	http_req_duration	http_req_failed
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Kubutambahan	6.01 s (Lambat)	47.77% (Tidak Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri Bali Mandara	8.88 s (Lambat)	0.00% (Sangat Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Busungbiu	270.68 ms (Sangat Cepat)	0.43% (Sangat Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Busungbiu	190.9 ms (Sangat Cepat)	0.00% (Sangat Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Tejakula	90 ms (Sangat Cepat)	0.00% (Sangat Stabil)
Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Tejakula	2.26 s (Cukup Cepat)	0.00% (Sangat Stabil)

Berdasarkan hasil pengujian terhadap 17 *website* sekolah di Kabupaten Buleleng yang ditampilkan pada tabel 2, dapat diketahui bahwa terdapat *website* dengan nilai performa terbaik dan terburuk yaitu :

a) *Website* dengan nilai performa terbaik

Berdasarkan hasil pengujian *website* <https://smanegerisatutejakula.sch.id> memiliki tingkat performa yang sangat baik dengan nilai durasi permintaan rata-rata sebesar 90 ms dan *request* yang gagal sebesar 0%. Hasil ini menunjukkan bahwa *website* mampu memberikan respon cepat, stabil, serta dapat diandalkan dalam menghadapi beban hingga 50 pengguna virtual tanpa terjadi gangguan. Dengan demikian, *website* ini dikategorikan sebagai *website* dengan performa terbaik pada pengujian stress test menggunakan *LoadImpact* k6.io.

b) *Website* dengan nilai performa terburuk

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *LoadImpact* k6.io, *website* <https://sman4singaraja.sch.id> memiliki durasi permintaan rata-rata sebesar 2,62 detik dengan *request* yang gagal sebesar 100%. Meskipun semua permintaan berhasil dijalankan, lamanya waktu tunggu menunjukkan bahwa server mengalami penurunan performa signifikan di bawah tekanan beban pengguna. Dengan demikian, *website* ini dikategorikan sebagai *website* dengan performa terburuk pada pengujian stress test karena waktu respon yang tinggi dan efisiensi pemrosesan yang rendah.

Pengujian Celah Keamanan

Tabel 3. Hasil Pengujian Celah Keamanan.

Sekolah	High	Medium	Low	Information
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Singaraja	✓	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Singaraja	✓	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Singaraja	-	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 4 Singaraja	-	-	-	-
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Sukasada	-	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Seririt	✓	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Banjar	✓	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Banjar	✓	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Gerokgak	✓	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Gerokgak	✓	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Sawan	✓	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Kubutambahan	-	-	-	-
Sekolah Menengah Atas Negeri Bali Mandara	-	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Busungbiu	✓	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Busungbiu	✓	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Tejakula	✓	✓	✓	✓
Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Tejakula	✓	✓	✓	✓

Berdasarkan hasil pemindaian keamanan menggunakan Owasp Zap, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.45, sebagian besar *website* menunjukkan adanya temuan kerentanan dengan tingkat keparahan high, medium, low, hingga informational. Namun, terdapat 3 *website* yang tidak menunjukkan kerentanan pada kategori *high* yaitu SMAN 3 Singaraja SMAN 1 Sukasada, dan SMAN Bali Mandara, serta terdapat 2 *website* yang tidak dapat di scan yaitu SMAN 4 Singaraja dan SMAN 1 Kubutambahan.

Hasil dari pengujian kerentanan menggunakan Owasp Zap, diperoleh pemeringkatan *website* mulai dari tingkat keamanan tertinggi hingga yang paling rendah. Penentuan urutan ini didasarkan pada total skor kerentanan serta klasifikasi tingkat risikonya, sebagai berikut :

1) *Website* dengan nilai tingkat keamanan terbaik

Berdasarkan hasil pengujian celah keamanan, *website* <https://smantiara.sch.id/> termasuk dalam kategori dengan tingkat keamanan terbaik. Meskipun masih ditemukan beberapa kerentanan yang perlu diperbaiki, *website* ini tidak memiliki kerentanan dengan tingkat risiko tinggi (*high*), sehingga keamanannya dinilai cukup baik dibandingkan *website* lainnya.

2) *Website* dengan nilai tingkat keamanan terburuk

Berdasarkan hasil pengujian celah keamanan, *website* <https://sman1sawan.sch.id> termasuk dalam kategori dengan tingkat keamanan terburuk, karena masih sangat banyak kerentanan yang perlu segera diperbaiki.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan pada *website* – *website* Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) di Kabupaten Buleleng, dapat disimpulkan bahwa : 1) Pengujian Performa : Berdasarkan hasil pengujian performa *website* SMA Negeri Kabupaten Buleleng menggunakan GTMetrix, diketahui bahwa sebagian besar *website* masih menunjukkan performa yang kurang optimal dengan *grade score* berada pada kategori D dan E. Permasalahan utama yang ditemukan adalah ukuran gambar yang terlalu besar karena tidak dikompresi, sehingga memperlambat proses pemuatan halaman, serta tidak adanya penerapan *cache* dan kompresi data yang dapat membantu mempercepat akses. Untuk meningkatkan performa, beberapa langkah perbaikan yang sangat direkomendasikan antara lain melakukan kompresi gambar, mengaktifkan *cache headers*, mengaktifkan kompresi Gzip, serta menerapkan teknik *lazy loading* agar elemen halaman tidak dimuat sekaligus. 2) Pengujian Tingkat Stress : Berdasarkan pengujian tingkat stress menggunakan *LoadImpact k6.io*, dapat disimpulkan bahwa pengujian ini mampu memberikan gambaran nyata mengenai kemampuan *website* dalam menangani banyak pengguna secara bersamaan melalui indikator penting seperti waktu respon (*http_req_duration*) dan tingkat kegagalan permintaan (*http_req_failed*). Dari hasil pengujian pada 17 *website* SMA Negeri di Kabupaten Buleleng, terlihat perbedaan performa yang signifikan. *Website* dengan performa terbaik adalah SMA Negeri 1 Tejakula, yang mencatat waktu respon sangat cepat sebesar 90 ms dan tingkat kegagalan 0%, sehingga

terbukti stabil dan mampu menangani beban hingga 50 pengguna virtual. Sebaliknya, *website* dengan performa terburuk adalah SMA Negeri 4 Singaraja, yang menunjukkan waktu respon lambat hingga 2,62 detik dan tingkat kegagalan 100%, menandakan server tidak mampu mempertahankan kestabilan saat menerima beban tinggi. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan pentingnya optimasi server, peningkatan kapasitas, dan perbaikan konfigurasi teknis agar *website* dapat tetap responsif dan stabil pada kondisi lalu lintas tinggi. 3) Pengujian Celah Keamanan : Buleleng menggunakan Owasp Zap menunjukkan bahwa sebagian besar *website* masih memiliki kerentanan pada beberapa level, mulai dari *high*, *medium*, *low*, hingga *informational*. Kerentanan ini umumnya berkaitan dengan tidak lengkapnya konfigurasi *HTTP Security Header*, seperti *CSP*, *HSTS*, *X-Frame-Options*, dan atribut keamanan *cookie* (*Secure*, *HttpOnly*, *SameSite*), yang berfungsi melindungi *website* dari berbagai serangan seperti *XSS*, *clickjacking*, pencurian *cookie*, dan *CSRF*. Dari seluruh *website* yang diuji, hanya tiga *website* SMA Negeri 3 Singaraja, SMA Negeri 1 Sukasada, dan SMA Negeri Bali Mandara yang tidak memiliki kerentanan tingkat *high*, sementara dua *website* lainnya, yaitu SMA Negeri 4 Singaraja dan SMA Negeri 1 Kubutambahan, tidak dapat dipindai sehingga tingkat keamanannya tidak dapat dinilai. Berdasarkan total temuan kerentanan, pemeringkatan tingkat keamanan *website* <https://smantiara.sch.id/> menjadi tidak memiliki temuan sedangkan <https://sman1sawan.sch.id/> berada pada posisi terendah karena memiliki jumlah kerentanan paling banyak dan memerlukan menunjukkan bahwa yang paling aman karena *high severity*, perbaikan segera. Secara keseluruhan, hasil pengujian membuktikan bahwa mayoritas *website* sekolah masih membutuhkan peningkatan konfigurasi keamanan dasar untuk mencegah risiko serangan dan melindungi data pengguna.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar peneliti menggunakan versi profesional dari *tools* GTMetrix, *LoadImpact k6.io* dan OWASP ZAP Pro agar hasil pengujian yang diperoleh lebih mendalam, historis, serta mampu menampilkan data teknis yang lebih lengkap. Penggunaan versi pro memungkinkan analisis lanjutan seperti tren performa dari waktu ke waktu, simulasi beban pengguna dalam jumlah besar, hingga deteksi kerentanan yang lebih kompleks yang tidak tersedia pada versi gratis. Selain itu, penelitian berikutnya sebaiknya memperluas cakupan pengujian dengan menambahkan parameter seperti *Core Web Vitals*, analisis *latency* server secara *real-time*, evaluasi performa pada kondisi jaringan berbeda, serta pengujian keamanan berbasis *threat modeling* agar hasil analisis lebih komprehensif. Peneliti juga disarankan untuk membandingkan hasil dari beberapa *tools* lain seperti *PageSpeed Insights*, *Lighthouse*, *Burp Suite*, atau *Nessus* untuk mendapatkan perspektif yang lebih

objektif. Secara keseluruhan, pengembangan metode pengujian dan penambahan alat analisis ini diharapkan dapat menghasilkan laporan penelitian yang lebih akurat, detail, dan mampu menjadi acuan peningkatan kualitas *website* sekolah secara berkelanjutan.

DAFTAR REFERENSI

- Anhar, A., Firdaus, M., Pangestu, D. R. A., Salpiana, S., & Putri, J. A. (2023). Analisis dan pengembangan quality of experience website e-commerce menggunakan GTMetrix. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 8(1), 65–73. <https://doi.org/10.35316/jimi.v8i1.65-73>
- Anwari, Z., Wedana, I., Deva, J., Widyaputra, K., Saskara, G., & Listartha, I. M. (2022). Analisis kerentanan pada suatu website menggunakan tools XSpear, XSSCon, dan PwnXSS. *JINTEKS (Jurnal Informatika Teknologi dan Sains)*, 4, 406–412.
- Apriliyanto, B., Pradnyana, I. M. A., & Saskara, G. A. J. (2025). Pengujian website Program Studi Sistem Informasi Universitas Pendidikan Ganesha menggunakan metode McCall software quality. *Jurnal Janitra Informatika dan Sistem Informasi*, 5(1), 14–23. <https://doi.org/10.59395/y84y9e16>
- Barry, E. S., Merkebu, J., & Varpio, L. (2022). State-of-the-art literature review methodology: A six-step approach for knowledge synthesis. *Perspectives on Medical Education*, 11(5), 281–288. <https://doi.org/10.1007/s40037-022-00725-9>
- Cahyono, N., & Kamarudin. (2024). Perbandingan GTmetrix, Lighthouse, Pingdom, dan PageSpeed Insight dalam evaluasi performa website. *Jurnal Ilmiah Media Sisfo*, 18(2), 201–210. <https://doi.org/10.33998/mediasisfo.2024.18.2.1901>
- Christina, M. (2019). Pengujian performa dan tingkat stres pada website Bapenda Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. *I8(2)*.
- Dewangkara, I. B. I., Santi, K. S., Putri, V. A., & Listartha, I. M. E. (2022). Penerapan analisis kerentanan XSS dan rate limiting pada situs web MTsN 3 Negara menggunakan OWASP ZAP. *Jurnal Informatika UPGRIS*, 8(1). <https://www.zaproxy.org/download/>
- Ghozali, B., Kusri, & Sudarmawan. (2018). Mendeteksi kerentanan keamanan aplikasi website menggunakan metode OWASP (Open Web Application Security Project) untuk penilaian risk rating. *Citec Journal*, 4, 264–275.
- Joarno, R. J. P., Fajar, M., & Yunus, A. (2022). Implementasi progressive web apps pada website GetHelp menggunakan Next.js. *Kharisma Tech*, 17, 1–15. <https://jurnal.kharisma.ac.id/kharismatech/>
- Listartha, I. M. (2020). Pengujian performa dan tingkat stres pada website legalisir ijazah online Universitas Pendidikan Ganesha. *Jurnal Elektro Luceat*, 6(1).
- Listartha, I. M. E., Mitha, I. M. A. P., Arta, M. W. A., & Arimika, I. K. M. W. Y. (2022). Analisis kerentanan website SMA Negeri 2 Amlapura menggunakan metode OWASP (Open Web Application Security Project). *SIMKOM*, 7(1), 23–27. <https://doi.org/10.51717/simkom.v7i1.63>
- Purba, M., Putra, I. M., & Sudana, A. A. (2021). Pengujian performa sistem single sign-on SRUTI Universitas Hindu Indonesia menggunakan tools GTMetrix. 2(3). <https://sruti.unhi.ac.id/login/>

- Quinito, F., & Catipay, J. (2016). Technical review and analysis on students' academic website projects using GTMetrix web speed and optimization tool. <https://www.researchgate.net/publication/360118042>
- Saputro, P. H. (2023). Penerapan GTMetrix dan K6 dalam pengujian performa dan tingkat stres pada website POS (Studi kasus website Waroeng99). <https://journal-siti.org/index.php/siti/>
- Septiawan, G., Irawan, K., & Listartha, I. M. (2022). Analisis kerentanan XSS dan rate limiting pada website SMAN 8 Denpasar menggunakan framework OWASP ZAP. *Jurnal Informatika UPGRIS*, 8(1), 98–100.
- Suprpto, A., & Sasongko, D. (2021). Evaluasi performa website berdasarkan pengujian beban dan stres menggunakan LoadImpact (Studi kasus website IAIN Salatiga). *Jurnal Ilmiah NERO*, 6(1). <https://iainsalatiga.ac.id>
- Suputri, K., Maharani, M., Pratama, G., Putri, N., Listartha, I. M., & Saskara, G. (2022). Perbandingan tools vulnerability scanning pada pengujian sebuah website. *Jurnal Informatik*, 18, 269–277. <https://www.geeksforgeeks.org/rapidscan-the-multi-tool-web-vulnerability-scanner-in-kali-linux/>
- Udaybhasker, A., Kumar, P. V., Reddy, T. D., & D, R. (2025). Comparative web performance evaluation of leading mobile platforms. *Proceedings of the 3rd International Conference on Futuristic Technology*, 821–829. <https://doi.org/10.5220/0013733500004664>
- Yeh, P. C., Yeh, K. W., & Huang, J. L. (2024). Security risk assessment for patient portals of hospitals: A case study of Taiwan. *Risk Management and Healthcare Policy*, 17, 1647–1656. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S463408>