

Perancangan dan Pengembangan CyberLearn: Platform Web untuk Pembelajaran Keamanan Siber dan Live Class Dengan Metode Design and Development Research (Studi Kasus PT Linuxhackingid)

Septio Noerdiansyah^{1*}, Hananing Sumaningdiah Larasati²

¹²Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten, Indonesia.

*Corresponding Author Email: ryuukhagetsu@linuxhackingid.com

Abstract

Cybersecurity education in Indonesia still lacks structured Indonesian-language learning resources. At PT Linuxhackingid, learning is delivered through live classes but lacks written modules, a progress monitoring system, and an integrated practice laboratory, causing learning activities to be scattered across disconnected platforms. This created a gap between participants, who struggled to review material independently, and instructors, who had no integrated means of monitoring learning progress. This study aims to design and develop CyberLearn, a web-based cybersecurity learning platform integrating written materials, interactive quizzes, progress tracking, and a Capture The Flag (CTF) practice laboratory. The method used is Design and Development Research (DDR) with the ADDIE model, covering needs analysis, design and development, evaluation, and revision. Data were collected through observation and interviews with instructors, while system testing applied Black Box for functionality and the User Acceptance Test (UAT) for user acceptance. The UAT involving 13 respondents (8 instructors, 5 participants) obtained an average score of 4.31 out of 5 (86.2%), categorized as Very Good. The results revealed a difference in acceptance between roles, 4.82 among instructors and 3.49 among participants, indicating that quiz item variety and CTF laboratory difficulty require further refinement. Overall, CyberLearn is feasible as an integrated cybersecurity learning medium.

Keywords: CyberLearn, cybersecurity, web-based learning, Design and Development Research, Capture The Flag.

Abstrak

Pembelajaran keamanan siber di Indonesia masih menghadapi keterbatasan sumber belajar berbahasa Indonesia yang terstruktur. Di PT Linuxhackingid, pembelajaran dilaksanakan melalui *live class* namun belum didukung modul tertulis, sistem pemantauan progres, serta laboratorium praktik terintegrasi, sehingga aktivitas pembelajaran tersebar pada beberapa platform yang tidak saling terhubung. Kondisi tersebut menimbulkan kesenjangan antara peserta yang kesulitan mengulang materi secara mandiri dan instruktur yang tidak memiliki sarana pemantauan progres belajar. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan CyberLearn, platform pembelajaran keamanan siber berbasis web yang mengintegrasikan materi tertulis, kuis interaktif, pemantauan progres, dan laboratorium praktik berbasis *Capture The Flag* (CTF). Metode yang digunakan adalah *Design and Development Research* (DDR) dengan model ADDIE, mencakup analisis kebutuhan, perancangan dan pengembangan, evaluasi, serta revisi. Data dikumpulkan melalui observasi dan wawancara terhadap instruktur, sedangkan pengujian sistem menggunakan *Black Box* untuk fungsionalitas dan *User Acceptance Test* (UAT) untuk penerimaan pengguna. Hasil UAT terhadap 13 responden (8 instruktur, 5 peserta) memperoleh rata-rata 4,31 dari 5 (86,2%) dengan kategori Sangat Baik. Hasil tersebut memperlihatkan perbedaan penerimaan antarperan, yaitu 4,82 pada instruktur dan 3,49 pada peserta, yang mengindikasikan variasi soal kuis dan tingkat kesulitan laboratorium CTF masih memerlukan penyempurnaan. Secara keseluruhan, CyberLearn layak digunakan sebagai media pembelajaran keamanan siber yang terintegrasi.

Kata Kunci: CyberLearn, keamanan siber, pembelajaran berbasis web, *Design and Development Research*, *Capture The Flag*.

A. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam dua dekade terakhir telah mengubah banyak aspek kehidupan, termasuk cara manusia belajar. Digitalisasi mendorong munculnya berbagai model pembelajaran

berbasis web (CyberLearn) yang memungkinkan peserta didik mengakses materi kapan pun dan di mana pun. Di Indonesia, penetrasi internet mencapai 78,19% pada tahun 2023 (Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia,

2024), menunjukkan besarnya potensi pemanfaatan teknologi digital dalam mendukung proses pembelajaran.

Namun, seiring meningkatnya pemanfaatan teknologi digital, muncul pula kerentanan terhadap ancaman keamanan siber. Laporan Kementerian Koordinator Bidang Politik (2025) mencatat meningkatnya insiden siber di Indonesia, sementara tingkat literasi keamanan siber di masyarakat masih relatif rendah. Menurut Kumalasari dkk. (2024), pengenalan konsep dasar keamanan siber sejak dini berperan penting dalam mengurangi risiko insiden.

Sayangnya, ketersediaan sumber belajar dan media edukasi keamanan siber yang terstruktur serta disajikan dalam bahasa Indonesia masih sangat terbatas. Meskipun platform internasional seperti *TryHackMe*, *Hack The Box*, atau *PortSwigger Web Security Academy* menyediakan materi praktis yang mendalam, platform-platform tersebut sepenuhnya menggunakan bahasa Inggris dan mengadopsi konteks kurikulum global. Hal ini menimbulkan kendala bahasa (*language barrier*) bagi sebagian besar peserta didik, pelajar, maupun praktisi pemula di Indonesia yang belum fasih berbahasa asing. Istilah teknis yang kompleks sering kali memicu salah penafsiran, menurunkan minat belajar, dan menghambat pemahaman mendalam. Di samping kendala bahasa, faktor biaya berlangganan platform internasional yang relatif tinggi juga menjadi penghalang utama bagi pemerataan akses edukasi keamanan siber. Apriyenti dkk. (2024) menggarisbawahi bahwa hambatan ekonomi dan keterbatasan akses media lokal terstruktur merupakan tantangan dominan dalam pemerataan pendidikan berbasis teknologi di Indonesia

Di Indonesia, upaya meningkatkan literasi keamanan siber telah dilakukan oleh berbagai lembaga pelatihan dan komunitas teknologi. Salah satu di antaranya adalah PT Linuxhackingid berfokus pada edukasi dan pengembangan kompetensi di bidang keamanan siber melalui kegiatan pelatihan dan kelas daring. Namun, PT Linuxhackingid masih menghadapi sejumlah kendala dalam penyampaian materi pembelajaran. Metode *live class* yang digunakan belum dilengkapi modul tertulis pendukung sehingga peserta hanya bergantung pada rekaman video. Dalam aspek praktik, PT Linuxhackingid masih bergantung pada *website labs* pihak ketiga yang tidak selalu selaras dengan topik pembelajaran. Selain itu, sistem yang ada masih minim evaluasi terintegrasi dan belum menyediakan fitur progress tracking untuk memantau capaian belajar peserta secara *real time*. Permasalahan tersebut menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk menghadirkan solusi pembelajaran yang komprehensif.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancang dan dikembangkan platform CyberLearn, sebuah platform pembelajaran keamanan siber berbasis web yang mengintegrasikan seluruh elemen pembelajaran dalam satu ekosistem terpadu. CyberLearn menyediakan modul tertulis terstruktur dalam bahasa Indonesia, kuis interaktif per modul, sistem pemantauan progres (*progress tracking*) otomatis, serta laboratorium praktik berbasis *Capture The Flag (CTF)* yang disesuaikan secara presisi dengan materi pelatihan. Penggunaan metode CTF terbukti sangat efektif

untuk meningkatkan keterlibatan interaktif, daya analitis, dan pemahaman mahasiswa dalam topik keamanan siber dan kriptografi (Sugiyarto dkk., 2025; Naqi dkk., 2024).

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Design and Development Research (DDR)* sebagai metode utama dalam proses perancangan dan pengembangan sistem. Selain itu, evaluasi sistem dilakukan melalui pengujian fungsional (*Black Box*) dan pengujian penerimaan pengguna (*User Acceptance Test*) menggunakan kuesioner skala Likert. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh model pengembangan sistem pembelajaran berbasis web yang efektif, adaptif, serta relevan dengan konteks pembelajaran keamanan siber di Indonesia.

B. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Design and Development Research (DDR)* yang berperan sebagai metodologi penelitian, sedangkan model ADDIE digunakan sebagai model pengembangan produk yang mengoperasionalkan tahapan perancangan CyberLearn. DDR dipilih karena luaran penelitian berupa produk yang dirancang, dikembangkan, dan dievaluasi secara sistematis. Menurut Jaya dkk. (2021), DDR terdiri atas empat fase, yaitu analisis kebutuhan, perancangan dan pengembangan, evaluasi, serta revisi. Pemetaan keempat fase tersebut terhadap tahapan ADDIE disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1 Pemetaan Fase DDR terhadap Tahapan Model ADDIE

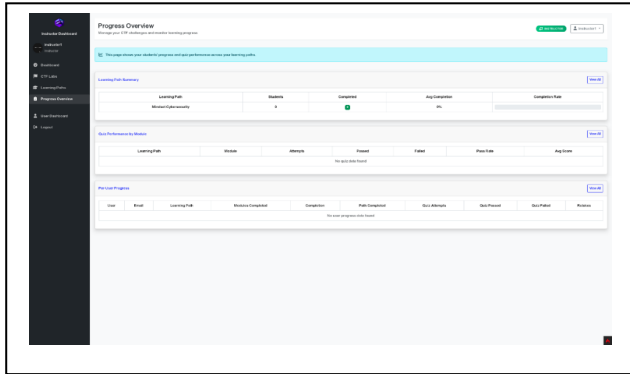
Fase DDR	Tahapan ADDIE	Penerapan
Analisis Kebutuhan	<i>Analyze</i>	Kajian kendala pembelajaran, identifikasi kebutuhan peserta dan instruktur, penyesuaian dengan OWASP.
Perancangan dan Pengembangan	<i>Design</i>	Arsitektur sistem, basis data, UI/UX, lingkup fitur
-	<i>Develop</i>	Implementasi CyberLearn berbasis web secara iteratif
-	<i>Implement</i>	Integrasi modul dan penyiapan sistem hingga siap diuji
Evaluasi	<i>Evaluate</i>	Pengujian Black Box dan User Acceptance Test
Revisi	-	Penyempurnaan minor dan perumusan rekomendasi lanjutan

Penelitian dilaksanakan di PT Linuxhackingid, lembaga edukasi keamanan siber yang berkedudukan di Kota Bogor, Jawa Barat. Data primer dikumpulkan melalui observasi partisipatif, karena peneliti terlibat langsung sebagai instruktur, dan wawancara terhadap lima instruktur yang dipilih secara purposive dengan pertimbangan keterlibatan langsung dalam perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran. Observasi difokuskan pada penyelenggaraan pembelajaran sebelum CyberLearn dikembangkan, khususnya pemanfaatan Zoom, Google Drive, dan Google

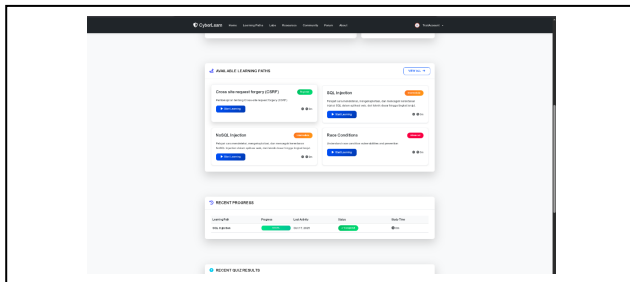
pembelajaran, riwayat pengerjaan kuis, dan capaian penyelesaian tantangan CTF diperoleh melalui penelusuran relasi yang telah terbentuk tanpa penambahan struktur baru. Hasil implementasi antarmuka dari sisi peserta ditunjukkan pada Gambar 2, sedangkan dari sisi instruktur ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 2 Tampilan *Dashboard Progress* Peserta

Gambar 3 Tampilan *Progress Overview* Instruktur



Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode *Black Box* terhadap lima fitur inti dengan total 30 kasus uji.



Setiap kasus uji disusun mencakup skenario masukan valid maupun tidak valid. Rekapitulasi hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian *Blackbox*

Fitur Diuji	Jumlah Uji	Berhasil	Presentase
Autentikasi (Login)	7	7	100%
Learning Path dan Modul	5	5	100%
Kuis Modul	5	5	100%
Labs CTF	8	8	100%
Dashboard Progress	5	5	100%
Pengguna			
Total	30	30	100%

Seluruh kasus uji memberikan keluaran yang sesuai dengan ekspektasi. Pada fitur autentikasi, sistem menerima kombinasi kredensial yang valid dan mengarahkan pengguna ke dasbor sesuai perannya, serta menolak masukan tidak valid berupa kata sandi salah, akun tidak terdaftar, field kosong, maupun format email yang keliru. Pada fitur laboratorium CTF, sistem memvalidasi *flag* yang dikirimkan, menambahkan poin dan mencatat penyelesaian hanya untuk *flag* yang benar, mencegah perolehan poin ganda pada tantangan yang telah diselesaikan, serta membatasi akses tantangan bagi pengguna yang belum

terautentikasi. Pada fitur dasbor, sistem memperbarui ringkasan progres secara otomatis setelah peserta menyelesaikan modul tanpa memerlukan proses *login* ulang, dan menampilkan nilai nol tanpa galat pada akun yang belum memiliki riwayat belajar. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh kebutuhan fungsional yang dirumuskan pada tahap analisis telah terpenuhi.

Pengujian penerimaan pengguna dilakukan terhadap 13 responden yang terdiri atas 8 instruktur dan 5 peserta. Hasil rekapitulasi kuesioner pada keempat dimensi penilaian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian UAT

Dimensi	Mean	Persentase	Interpretasi
Kemudahan Pengguna	4,31	86,2%	Sangat Baik
Kebermanfaatan (Gabungan)	4,62	85,2%	Sangat Baik
Kualitas Materi	4,26	85,2%	Sangat Baik
Kepuasan dan Penerimaan	4,44	88,8%	Sangat Baik
Rata-Rata Keseluruhan	4,31	86,2%	Sangat Baik

Nilai rata-rata keseluruhan sebesar 4,31 dari skala 5 atau setara 86,2% berada pada kategori Sangat Baik. Dimensi kepuasan dan penerimaan memperoleh nilai tertinggi sebesar 4,44, yang menunjukkan bahwa pengguna menilai CyberLearn memuaskan sebagai media pembelajaran keamanan siber. Dimensi kebermanfaatan dan kualitas materi memperoleh nilai terendah, yaitu 4,26, meskipun tetap berada dalam kategori Sangat Baik. Pola ini mengindikasikan bahwa aspek pengalaman penggunaan platform telah diterima dengan baik, sementara aspek isi pembelajaran masih menyisakan ruang penyempurnaan.

Temuan pada tahap ini sejalan dengan penelitian Qolbi dan Kabetta (2024) yang memperoleh tingkat penerimaan sebesar 81,11% pada aplikasi edukasi keamanan siber berbasis web. Tingkat penerimaan CyberLearn yang lebih tinggi dapat dikaitkan dengan integrasi materi, evaluasi, dan laboratorium praktik dalam satu sistem, sehingga pengguna tidak perlu berpindah antarplatform sebagaimana kondisi sebelum pengembangan.

Analisis Perbedaan Penerimaan Antarperan Pengguna

Analisis lebih lanjut dilakukan terhadap kelompok responden untuk melihat penerimaan berdasarkan peran pengguna, sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Penerimaan Pengguna Berdasarkan Peran

Kelompok Responden	n	Persentase Responden	Mean	Interpretasi
Instruktur	8	7	4,82	Sangat baik
Peserta	5	5	3,49	Baik

Terdapat selisih 1,33 poin antara penilaian instruktur dan peserta. Instruktur memberikan penilaian 4,82 yang berada pada kategori Sangat Baik, sedangkan peserta memberikan penilaian 3,49 yang berada pada kategori Baik. Meskipun kedua kelompok memberikan penilaian positif, selisih

tersebut menunjukkan bahwa penerimaan terhadap CyberLearn tidak seragam pada seluruh peran pengguna.

Perbedaan tersebut dapat dijelaskan melalui perbedaan sudut pandang penilaian. Instruktur menilai platform terutama dari sisi kemudahan pengelolaan pembelajaran, yaitu kemampuan menyusun learning path, mengelola modul, membuat tantangan CTF, dan memantau progres peserta tanpa rekapitulasi manual. Bagi instruktur, seluruh kebutuhan tersebut sebelumnya dikerjakan secara terpisah menggunakan Google Drive dan Google Form, sehingga peralihan ke sistem terpadu memberikan perubahan yang langsung terasa. Sebaliknya, peserta menilai platform dari sisi pengalaman belajar, yaitu kualitas materi, variasi soal kuis, dan tingkat kesulitan tantangan CTF. Aspek-aspek tersebut bergantung pada isi pembelajaran yang tersedia pada saat pengujian, bukan semata pada fungsionalitas sistem.

Penilaian peserta yang lebih moderat terutama muncul pada aspek kuis dan keselarasan tantangan CTF dengan materi. Kondisi ini konsisten dengan hasil dimensi kualitas materi yang memperoleh nilai terendah pada Tabel 4. Jumlah butir soal kuis dan variasi tingkat kesulitan tantangan CTF yang tersedia pada saat pengujian masih terbatas, sehingga peserta yang mengerjakan seluruh materi cenderung menemui pengulangan. Temuan ini menegaskan bahwa keberhasilan implementasi fungsional tidak secara otomatis diikuti oleh penerimaan yang setara pada seluruh peran, dan bahwa kelengkapan konten merupakan faktor penentu tersendiri dalam penerimaan platform pembelajaran.

Temuan ini sejalan dengan Cyoy (2022), yang mencatat bahwa gamifikasi pada platform pembelajaran memerlukan integrasi berkelanjutan agar minat peserta tidak menurun setelah efek kebaruan berkurang. Dalam konteks CyberLearn, hal tersebut berarti tantangan CTF dan bank soal kuis perlu diperbarui secara berkala agar penerimaan peserta dapat dipertahankan.

Komposisi responden turut menjadi pertimbangan dalam membaca hasil. Instruktur berjumlah 8 orang atau 61,5% dari total responden, sedangkan peserta berjumlah 5 orang atau 38,5%. Dengan komposisi tersebut, nilai rata-rata keseluruhan sebesar 4,31 lebih banyak dipengaruhi oleh penilaian instruktur. Penyajian hasil berdasarkan kelompok peran karenanya menjadi relevan agar gambaran penerimaan tidak terwakili hanya oleh kelompok mayoritas.

Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian, faktor pendukung keberhasilan implementasi CyberLearn mencakup keterlibatan langsung peneliti sebagai instruktur di PT Linuxhackingid, yang memudahkan proses identifikasi kebutuhan dan pelaksanaan pengujian, serta penggunaan arsitektur MVC yang memungkinkan pengembangan dilakukan secara iteratif dan modular. Adapun faktor penghambat mencakup keterbatasan jumlah konten pembelajaran yang tersedia pada saat pengujian dan jumlah populasi pengguna aktif yang relatif kecil, sehingga

hasil penerimaan pengguna belum dapat digeneralisasi pada skala yang lebih luas.

D. PENUTUP

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah diuraikan, berikut disajikan simpulan penelitian beserta saran pengembangan lanjutan.

Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan CyberLearn, platform pembelajaran keamanan siber berbasis web yang dikembangkan menggunakan metode *Design and Development Research* dengan model ADDIE pada PT Linuxhackingid. Platform ini mengintegrasikan aktivitas pembelajaran yang sebelumnya tersebar pada beberapa platform yang tidak saling terhubung ke dalam satu sistem terpadu. Secara rinci, simpulan penelitian adalah sebagai berikut.

- CyberLearn berhasil dibangun dengan mengintegrasikan modul pembelajaran tertulis sebagai pendamping *live class*, kuis interaktif, pemantauan progres belajar, dan laboratorium praktik berbasis *Capture The Flag* dalam satu sistem, serta mendukung empat peran pengguna, yaitu owner, admin, instruktur, dan peserta.
- Pengujian *Black Box* terhadap 30 kasus uji pada lima fitur inti menunjukkan seluruh fungsi berjalan sesuai rancangan, sehingga kebutuhan fungsional yang dirumuskan pada tahap analisis telah terpenuhi.
- Pengujian penerimaan pengguna terhadap 13 responden memperoleh nilai rata-rata 4,31 dari 5 atau 86,2% dengan kategori Sangat Baik, sehingga CyberLearn layak digunakan sebagai media pembelajaran keamanan siber di lingkungan PT Linuxhackingid.
- Penerimaan pengguna tidak seragam antarperan, yaitu 4,82 pada instruktur dan 3,49 pada peserta, yang menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi fungsional perlu diikuti kelengkapan konten pembelajaran agar penerimaan merata pada seluruh peran.

Saran

Hasil penelitian menyisakan sejumlah aspek yang perlu ditindaklanjuti, baik pada pengembangan platform maupun pada penelitian berikutnya.

- Kualitas dan variasi butir soal kuis perlu ditingkatkan, serta tingkat kesulitan tantangan CTF diselaraskan dengan materi pembelajaran, karena kedua aspek tersebut menjadi penyebab utama penilaian peserta yang lebih moderat.
- Optimasi responsive design perlu dilakukan agar platform nyaman diakses pada perangkat dengan ukuran layar berbeda, sebagaimana masukan yang disampaikan responden.
- Pengujian penerimaan terbatas pada 13 pengguna aktif menggunakan teknik total sampling, sehingga hasilnya

- bersifat kontekstual. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan responden yang lebih banyak dan beragam.
- d. Instrumen kuesioner belum melalui uji validitas dan reliabilitas secara formal, sehingga penelitian berikutnya disarankan menyertakan pengujian tersebut.
 - e. Penelitian ini berfokus pada penerimaan pengguna dan belum mengukur efektivitas pembelajaran secara akademik. Pengukuran peningkatan kompetensi peserta melalui pre-test dan post-test disarankan sebagai tindak lanjut.
 - f. Pengembangan platform dapat diarahkan pada penambahan fitur diskusi berbantuan kecerdasan buatan dan penerapan gamifikasi yang lebih mendalam.
- ### E. DAFTAR PUSTAKA
- Abdurahman, D., Ishlah, M. S. N., & Maesya, A. (2025). Usability Evaluation of Learning Management System (LMS) Interface Universitas Pakuan Mobile Version With Heuristic Walkthrough Method. *Komputasi: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Dan Matematika*, 19(2), 65–76. <https://doi.org/10.33751/komputasi.v19i2.5260>
- Abhi Purwoko, A., Ramdani, A., & Yustiqvar, M. (2021). Pembelajaran Menggunakan Learning Management System berbasis Moodle pada Masa Pandemi Covid-19. In *Indonesian Journal of Teacher Education* (Vol. 2, Number 1).
- Aditya Ramadhani, Andrean Akbar Permana, Azlam Abi Yansah, Affan Setya Fahriza, & Hendry. (2024). Perancangan Aplikasi Manajemen Surat Keluar Responsive Dengan Bootstrap Berbasis Web. *Bulletin of Computer Science Research*, 4(4), 368–375. <https://doi.org/10.47065/bulletincsr.v4i4.342>
- Afiifah, K. ', Fira Azzahra, Z., & Anggoro, A. D. (2022). Analisis Teknik Entity-Relationship Diagram dalam Perancangan Database: Sebuah Literature Review. *JURNAL INTECH*, 3(1), 8–11.
- Al-Fedaghi, S. (2021). UML Sequence Diagram: An Alternative Model. In *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 12, Number 5). www.thesai.org
- Aliyah, Nahrin Hartono, & Asrul Azhari Muin. (2024). Penggunaan User Acceptance Testing (UAT) Pada Pengujian Sistem Informasi Pengelolaan Keuangan Dan Inventaris Barang. *Switch : Jurnal Sains Dan Teknologi Informasi*, 3(1), 84–100. <https://doi.org/10.62951/switch.v3i1.330>
- Aljawawdeh, H. (2024). Performance Tracking E-Learning Model: A Case Study. *Journal of Statistics Applications and Probability*, 13(1), 199–210. <https://doi.org/10.18576/jsap/130114>
- Anggraini, Y., Pasha, D., & Setiawan, A. (2020). Sistem Informasi Penjualan Sepeda Berbasis Web Menggunakan Framework Codeigniter (Studi Kasus : Orbit Station). *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTISI)*, 1(2), 64–70. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTISI>
- Ani Murani, N., Wahyuni, S., Ambar Pratiwi, R., & Firdaus, T. (2025). Analisis Penggunaan Visual Studio Code Sebagai Editor Pemrograman Terbaik Untuk Pemula Pada Mahasiswa Informatika Universitas Nurul Huda. *JRIT*, 2(2), 1–10.
- Apriyenti, A., Oktawira, L., & Rahmi, S. (2024). Analisis Digitalisasi Pendidikan Terhadap Aksesibilitas, Kualitas dan Inklusivitas Pendidikan. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(6), 7426–7436. <https://doi.org/10.54373/imeij.v5i6.2097>
- Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia. (2024, May 21). *Jumlah pengguna internet Indonesia tembus 221 juta orang*. APJII. <https://apjii.or.id/berita/d/apjii-jumlah-pengguna-internet-indonesia-tembus-221-juta-orang>
- Chicone, R. G., & Ferebee, S. (2020). A Comparison Study Of Two Cybersecurity Learning Systems: Facebook's Open Source Capture The Flag and CTFD. *Issues in Information Systems*, 21(1), 202–212. https://doi.org/10.48009/1_iis_2020_202-212
- Cole, S. V. (2022). Impact of Capture The Flag (CTF)-style vs. Traditional Exercises in an Introductory Computer Security Class. *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE*, 1, 470–476. <https://doi.org/10.1145/3502718.3524806>
- Cyoy, R. B. (2022). *Framework For Effective Management Of Cyber Security On E-Learning Platforms In Public Universities In Kenya*.
- Diapoldo, F., Kom, S. S., & Kom, M. (2022). *Keamanan Siber*.
- Erlangga, Munir, Septem Riza, L., Piantari, E., Junaeti, E., & Seanaldi Permana, I. (2023). Implementation of the Gamification Concept in the Development of a Learning Management System to Improve Students' Cognitive In Basic Programming Subjects Towards a Smart Learning Environment. *ADI Journal on Recent Innovation (AJRI)*, 5(1), 43–53. <https://doi.org/10.34306/ajri.v5i1.902>
- Indah Melyani, R., & Aji, S. (2023). Pengembangan Sistem Informasi Penggajian Berbasis Web Menggunakan Framework Laravel dengan Metode Agile Software Development. *Jurnal Sistem Informasi Akuntansi*, 03(01). <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/jasika>
- Irsyad, S., & Sitio, A. S. (2019). I N F O R M A T I K A Penerapan Konsep Mvc Pada Sistem Penjualan Online Dengan Sistem Keamanan Menggunakan Algoritma Rijndael. *Jurnal Informatika, Manajemen Dan Komputer*, 11(2).
- Jaya, S., Zaharudin, R., Hashim, S. N. A., Ithnin, M. A., Zaid, S. M., Mapjabil, J., & Nordin, M. N. (2021). Employing Design and Development Research (DDR) Approach in Designing Next Generation Learning Spaces (NGLS) In Teachers' Pedagogy

- and Technology Tools. *Review of International Geographical Education Online*, 11(7), 1237–1246. <https://doi.org/10.48047/rigeo.11.07.116>
- Kementerian Koordinator Bidang Politik, H. dan K. R. I. (2025, June 20). 370 Juta Gangguan Siber Terdeteksi, Pemerintah Perkuat Keamanan Digital Nasional. Polkam. <https://polkam.go.id/370-juta-gangguan-siber-terdeteksi-pemerintah-perkuat-keamanan-digital-nasional/>
- Krisna Wijaya, E., Fanani, L., & Priyambadha, B. (2025). *Perancangan Pengalaman Pengguna E-Learning Pendamping Pelatihan Cybersecurity* (Vol. 9, Number 2). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Kumalasari, I., Alfian Ridho, M., Mohammad Yafin, M., Yudi Burhanudin, R., Nuryaman, I., Maharto, B., Aryansyah, R., Rafli, M., Zaky Arkan, F., Luthfiandri, Z., & Setyadi, R. (2024). *Peran Siswa Dalam Menghadapi Serangan Cyber: Kesadaran Dan Tindakan*.
- Kurniawati, D., & Judisseno, R. K. (n.d.). *Penggunaan Skala Likert Untuk Menganalisa Efektivitas Registrasi Stakeholder Meeting: Exhibition Industry 2020*.
- Lang, J., & Spišák, D. (2021). Activity Diagram as an Orientation Catalyst within Source Code. In *Acta Polytechnica Hungarica* (Vol. 18, Number 3).
- Lee, D. (2023). *Analisis Kerentanan Aplikasi Akademik Berbasis Website XYZ Menggunakan OWASP*. 11(2).
- Marikyan, & Papagiannidis. (2026). *Technology Acceptance Model*. <https://open.ncl.ac.uk>
- Meng, Y., & Ban, A. (2024). *Automated UML Class Diagram Generation from Textual Requirements Using NLP Techniques*. www.joiv.org/index.php/joiv
- Muryandari, & Sujatmiko. (2025). *Artikel+90-97*.
- Naqi, H., Syah, R., Rahma, F., & Huda, S. N. (2024). *SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika Kajian Literatur: Gamifikasi Edukasi Keamanan Siber dengan Konsep Capture the Flag*. <https://doi.org/10.31284/p.snestik.2024.5860>
- Noneng Marthiawati, Kevin Kurniawansyah, Hafiz Nugraha, & Fiqa Khairunnisa. (2024). Pelatihan Pembuatan UML (Unified Modelling Language) Menggunakan Aplikasi Draw.io Pada Prodi Sistem Informasi Universitas Muhammadiyah Jambi. *Transformasi Masyarakat : Jurnal Inovasi Sosial Dan Pengabdian*, 1(2), 25–33. <https://doi.org/10.62383/transformasi.v1i2.109>
- Pormes, R., Ira Dewi Candra Wulan, P., Putra Perdana, D., Fauzi, R., Yuda Syahputra, A., Keamanan Siber, R., Bhakti Semesta, P., Jl Argoluwih No, S., Argomulyo, K., Salatiga, K., & Tengah, J. (2024). *Analisis Keamanan Website E-Learning Politeknik Bhakti Semesta Berbasis Vulnerability Assessment* (Vol. 12).
- Prakoso Nugroho, R., Soepriyanto, Y., & Wedi, A. (2024). *Development of Learning Management System with Gamification Approach for Project-Based Learning*. 26(3), 794–807. <https://doi.org/10.21009/JTP2001.6>
- Pratama, A., Sucipto, S., & Nugroho, A. (2024). Evaluasi Efektivitas E-Learning Menggunakan Usability Testing dengan Metode TOPSIS. *JSITIK: Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi Komputer*, 3(1), 1–16. <https://doi.org/10.53624/jsitik.v3i1.430>
- Qolbi, N., & Kabetta, H. (2024). Platform Edukasi Keamanan Siber Berbasis Web Berdasarkan Kerangka Global Literasi Digital UNESCO. *Jurnal INTEKNA*, 24(2). <http://ejurnal.poliban.ac.id/index.php/intekna/issue/archive>
- Rawe, T. (n.d.). *Penerapan Model Addie Dan Self-Directed Learning Pada Program English Study At Home Berbasis E-Learning Di Eye Level Citra Gran Cibubur*.
- Sallaby, A. F., & Kanedi, I. (n.d.). Perancangan Sistem Informasi Jadwal Dokter Menggunakan Framework Codeigniter. In *Jurnal Media Infotama*.
- Setiyani, L. (2021). *Implementasi Cybersecurity pada Operasional Organisasi*.
- Sinlae, F., Maulana, I., Setiyansyah, F., & Ihsan, M. (2024). *Pengenalan Pemrograman Web: Pembuatan Aplikasi Web Sederhana Dengan PHP dan MYSQL*. <https://doi.org/10.38035/jsmd.v2i2>
- Sugiyarto, M. F., Yasa, R. N., Girinoto, G., Setiawan, H., & Wicaksono, H. R. (2025). Spaticrypt : Platform Edukasi Kriptografi Berbasis Web dengan Konsep Gamifikasi Capture-the-Flag dan Integrasi Chatbot Kecerdasan Buatan sebagai Asisten Virtual. *Info Kripto*, 19(1), 39–47. <https://doi.org/10.56706/ik.v19i1.120>
- Tay, A., M Hayes, S., Wilson, D., Hall, E., & Kaufman, D. (2024). Gamified Cybersecurity Education Through the Lens of the Information Search Process: An Exploratory Study of Capture-the-Flag Competitions [Research-in-Progress]. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 21, 001. <https://doi.org/10.28945/5313>
- Wicaksono, S. R. (2021). *Blackbox Testing Teori dan Studi Kasus*. CV. Seribu Bintang. www.fb.com/cv.seribu.bintang
- Widanengsih, E., Banten No, J., Karawang, K., & Barat, J. (2021). Technology Acceptance Model To Measure Customer's Interest To Use Mobile Banking. *Journal Of Industrial Engineering & Management Research*, 2(1), 2722–8878. <https://doi.org/10.7777/jiemar>

- Wijayanto, S. (2023). Penetapan lokasi promosi penerimaan siswa baru SMK Bina Informatika menggunakan metode Analytical Hierarchy Process. *IDEALIS*, 6(2), 156–164. <https://doi.org/10.36080/idealis.v6i2.3009>
- Wijayanto, S. (2026). Sistem pendukung keputusan evaluasi kinerja guru menggunakan metode Analytical Hierarchy Process. *IDEALIS: Indonesia Journal Information System*, 9(1), 144–153. <https://doi.org/10.36080/idealis.v9i1.3712>
- Zhekova, M., Kehayov, T., & Gaftandzhieva, S. (2024). A Real-Time Web-Based Academic Discussion Platform. *TEM Journal*, 13(1), 590–604. <https://doi.org/10.18421/TEM131-62>