

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN *HANDS-ON LAB* PRAKTIKUM
KEAMANAN APLIKASI WEB BERBASIS TEKNOLOGI
VIRTUALISASI MENGGUNAKAN MODEL ADDIE**



Intelligentia - Dignitas

STEVANO KLEMENS

1512622040

**PROGRAM STUDI
PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2026

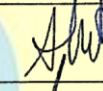
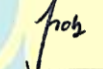
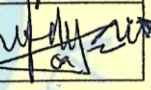
LEMBAR PENGESAHAN

BENTUK: SKRIPSI

Nama : Stevano Klemens
NIM : 1512622040
Program Studi/Fakultas : Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer/Teknik
Judul Penelitian : Pengembangan Hands-on Lab Praktikum Keamanan Aplikasi Web
Berbasis Teknologi Virtualisasi Menggunakan Model ADDIE

Ini telah dipertahankan di hadapan dewan penguji dan dinyatakan Lulus /Tidak Lulus)* Ujian Tugas
Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 15 Juli 2026.

Tim Penguji,

Ketua Penguji	Ressy Dwitias Sari, S.T., M.T.I. NIDN. 0115098902	
Anggota Penguji	Wiranti Kusuma Hapsari, S.Kom., M.Cs NIDN. 0416079403	
Dosen Ahli	Vannisa Irma Dewi, S.Pd., M.T.I. NUPTK. 2440771672230320	
Dosen Pembimbing I,	M. Ficky Duskarnaen, S.T., M.Sc. NIDN. 0024097304	
Dosen Pembimbing II,	Fitrah Izul Falaq, M.Pd. NIDN. 0729019801	

Mengetahui,

Dekan/ Direktur,



Neneng Sri Silfi Ambarwati, S.Si, Apt., M.Si.,
NIDN. 0029027204

Koordinator Program Studi,

Muchammad Ficky Duskarnaen, M.Sc.
NIDN. 0024097304

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 15 Juli 2026

Yang membuat pernyataan



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Stevano".

Stevano Klemens

No. Reg 1512622040



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Stevano Klemens
NIM : 1512622040
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik / Pendidikan Teknik Informatika & Komputer
Alamat email : stevano.klemens2@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PENGEMBANGAN HANDS-ON LAB PRAKTIKUM KEAMANAN APLIKASI WEB
BERBASIS TEKNOLOGI VIRTUALISASI MENGGUNAKAN MODEL ADDIE

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 13 Agustus 2026

Penulis

(Stevano Klemens)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan *Hands-on Lab* Praktikum Keamanan Aplikasi Web Berbasis Teknologi Virtualisasi Menggunakan Model ADDIE”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan yang berbahagia ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Ibu dan Nenek tercinta, sosok yang tak pernah lelah mendoakan, mendukung, dan berjuang agar penulis dapat terus melanjutkan pendidikan hingga ke jenjang ini. Segala pengorbanan Ibu menjadi kekuatan terbesar bagi penulis dalam menyelesaikan studi.
2. Bapak M. Ficky Duskarnaen, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, atas segala bimbingan, arahan, masukan, serta waktu yang telah diluangkan sejak awal hingga akhir penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Fitrah Izul Falaq, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan, saran, dan motivasi yang sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Para bibi, saudara ibu saya dan Chika, yang telah banyak membantu dan mendukung penulis, biaya kehidupan, sehingga penulis dapat melanjutkan perkuliahan.
5. Pihak Admisi Universitas Negeri Jakarta, yang telah membuka kesempatan bagi penulis untuk dapat melanjutkan skripsi ini di UNJ pada masa-masa sulit saat *mind blocked* di kos karena stress sendirian atau kelaparan, Bapak Nugroho Saputra, Bapak Ishak, Bapak Dulloh, Bapak Ali, Bapak Wayan dan pihak lain yang

terus mendukung saya. Serta teman-teman prodi PTIK di Admisi Taufik, Rafi, Wisnu, Paskal serta dari prodi HUMAS, Raihan, Nassa, Netta, Marsia & Nadhira.

6. Sahabat-sahabat penulis selama menjalani PKM atau disebut Sobat Dipo, yaitu Melani, Fauzi, Chenchen, Yola, David, Mutiara, Noufal dan Elang, atas kebersamaan, kerja sama, dan pengalaman berharga yang telah dilalui bersama.
7. Bambang, Ibnu, Gerard, Asad dan Raul, selaku teman seperjuangan yang senantiasa saling menyemangati dan mendukung penulis, selama menjalani perkuliahan.
8. Teman-teman PTIK dari peminatan TKJ, yaitu Miftah, Sachi, Aurel, dan lainnya.
9. Serta kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan doa, dukungan, dan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer.

Jakarta, 15 Juli 2026

Penulis,



Stevano Klemens

ABSTRAK

Stevano Klemens. Pengembangan *Hands-on Lab* Praktikum Keamanan Aplikasi Web Berbasis Teknologi Virtualisasi Menggunakan Model ADDIE. Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Jakarta. 2026. Dosen Pembimbing: M. Ficky Duskarnaen, S.T., M.Sc. dan Fitrah Izul Falaq, M.Pd.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji kelayakan *Virtual Hands-on Lab* praktikum keamanan aplikasi web berbasis teknologi virtualisasi sebagai media pendukung pembelajaran pada mata kuliah Keamanan Sistem Komputer di Program Studi PTIK UNJ. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada keterbatasan infrastruktur laboratorium dan dominasi materi teoritis yang menyebabkan mahasiswa kurang mendapatkan pengalaman praktik simulasi serangan dan pertahanan siber secara terkontrol dan aman. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang dibatasi hingga tiga tahapan utama, yaitu *Analysis*, *Design*, dan *Development*. Produk yang dihasilkan diimplementasikan pada infrastruktur Proxmox VE sebagai *hypervisor* yang mengintegrasikan aplikasi web rentan *OWASP Juice Shop* sebagai target latihan (peran *Red Team*) dan platform *Wazuh* berbasis *Security Information and Event Management* (SIEM) sebagai sistem pemantauan dan analisis log keamanan secara *real-time* (peran *Blue Team*). Praktikum didukung dengan modul panduan (*walkthrough*) terstruktur yang mencakup skenario celah keamanan *SQL Injection*, *Broken Access Control*, dan *Authentication Failures*. Hasil validasi ahli materi menunjukkan persentase kelayakan sebesar 100% dengan kategori "Sangat Layak". Sementara itu, hasil pengujian *usability* menghasilkan rata-rata skor *System Usability Scale* (SUS) sebesar 72,0, yang menempatkan *Virtual Hands-on Lab* berada dalam rentang kategori *Acceptable* atau dapat diterima dengan *Grade C*. Dengan demikian, *Virtual Hands-on Lab* yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan dalam mendukung pembelajaran pada mata kuliah Keamanan Sistem Komputer.

Kata Kunci: *Hands-on Lab*, Keamanan Aplikasi Web, Virtualisasi, ADDIE, *System Usability Scale*.

ABSTRACT

Stevano Klemens. Development of a Virtualization-Based Hands-on Lab for Web Application Security Using the ADDIE Model. Informatics and Computer Engineering Education Study Program. Faculty of Engineering. State University of Jakarta (UNJ). 2026. Supervisors: M. Ficky Duskarnaen, S.T., M.Sc. and Fitrah Izul Falaq, M.Pd.

This research aims to develop and test the feasibility of a virtualization-based virtual hands-on lab for web application security as a learning support tool for the Computer System Security course within the PTIK UNJ study program. The research is motivated by limited laboratory infrastructure and a curriculum dominated by theory, which results in students lacking practical experience in simulated cyber-attacks and defenses within a controlled, safe environment. The study employs the Research and Development (R&D) method using the ADDIE development model, limited to three primary stages: Analysis, Design, and Development. The resulting product is implemented on a Proxmox VE hypervisor infrastructure, integrating the OWASP Juice Shop—a vulnerable web application serving as the training target (Red Team role)—with the Wazuh platform—a Security Information and Event Management (SIEM) system—for real-time security monitoring and log analysis (Blue Team role). The practical exercises are supported by a structured walkthrough module covering scenarios involving SQL Injection, Broken Access Control, and Authentication Failures. Subject matter expert validation yielded a feasibility score of 100%, categorized as "Highly Feasible." Meanwhile, usability testing resulted in an average System Usability Scale (SUS) score of 72.0, placing the virtual hands-on lab in the "Acceptable" category with a Grade C. Consequently, the developed virtual hands-on lab is deemed suitable for supporting instruction in the Computer System Security course.

Keywords: Hands-on Lab, Web Application Security, Virtualization, ADDIE, System Usability Scale.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Konsep Pengembangan Produk.....	8
2.1.1 Penelitian Riset dan Pengembangan (R&D)	8
2.1.2 Model Pengembangan ADDIE.....	9
2.1.3 Tahap Analysis	12
2.1.4 Tahap <i>Design</i>	12
2.1.5 Tahap Development.....	12
2.2 Konsep Produk Yang Dikembangkan	12
2.3 Kerangka Teoritik.....	22
2.3.1 Hands-on Lab	22
2.3.2 Web Application.....	23

2.3.3	OWASP Juice Shop.....	24
2.3.4	Security Information and Event Management	25
2.3.5	Wazuh	26
2.3.6	Virtualisasi	27
2.3.7	Proxmox.....	28
2.3.8	OWASP Top 10.....	29
2.3.9	Populasi.....	30
2.3.10	Sampling	31
2.3.11	System Usability Scale (SUS).....	31
2.4	Rancangan Produk.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		35
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	35
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	35
3.2.1	Alat Penelitian	35
3.2.2	Bahan Penelitian.....	36
3.2.3	Sasaran Produk.....	36
3.2.4	Populasi dan Sampel.....	37
3.3	Metode Pengembangan Produk.....	38
3.3.1	Tujuan pengembangan.....	38
3.3.2	Metode Pengembangan.....	38
3.3.3	Instrumen	39
3.4	Alur Penelitian	42
3.5	Prosedur Pengembangan.....	44
3.5.1	Analysis.....	44
3.5.2	Design	45
3.5.3	Development	47
3.6	Teknik Pengumpulan Data.....	48
3.6.1	Observasi.....	49
3.6.2	Wawancara	49
3.6.3	Studi Literatur	49
3.6.4	Kuisisioner	50
3.7	Teknik Analisis Data	50
3.7.1	Analisis Data Validasi Ahli Materi	50

3.7.2	Analisis Data <i>System Usability Scale</i>	52
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	56
4.1	Hasil Pengembangan Produk	56
4.1.1	Tahap Analysis	56
4.1.2	Tahap <i>Design</i>	57
4.1.3	Tahap Development.....	63
4.2	Kelayakan Produk	77
4.2.1	Hasil Validasi Ahli Materi	78
4.2.2	Hasil Pengujian <i>Usability</i> Menggunakan <i>System Usability Scale</i> (SUS) 79	
4.2.3	Rekapitulasi Kelayakan Produk	83
4.3	Pembahasan.....	83
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	88
5.1	Kesimpulan	88
5.2	Saran	89
DAFTAR PUSTAKA.....		90
LAMPIRAN		96
DAFTAR RIWAYAT PENULIS.....		125

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep ADDIE.....	10
Gambar 2.2 Tampilan Awal OWASP Juice Shop	25
Gambar 2.3 Logo Wazuh.....	27
Gambar 2.4 Tampilan Dashboard Proxmox VE	29
Gambar 2.5 Kerangka Berpikir	34
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	43
Gambar 3.2 Rancangan awal Arsitektur Lab.....	46
Gambar 4.1 Rancangan Arsitektur Virtual Hands-on Lab	60
Gambar 4.2 Tampilan Awal Walkthrough.....	64
Gambar 4.3 Walkthrough Skenario SQL Injection	65
Gambar 4.4 Tahapan Pengujian SQL Injection Menggunakan Burp Suite.....	65
Gambar 4.5 Tahapan Monitoring Aktivitas pada Walkthrough.....	66
Gambar 4. 6 Dashboard Proxmox VE	67
Gambar 4.7 Virtual machine pada Proxmox VE	68
Gambar 4.8 Konfigurasi Service OWASP Juice Shop.....	69
Gambar 4.9 Status Layanan OWASP Juice Shop	69
Gambar 4.10 Tampilan OWASP Juice Shop	70
Gambar 4.11 Konfigurasi Logging pada Berkas server.ts	71
Gambar 4.12 Hasil Logging Aktivitas OWASP Juice Shop.....	71
Gambar 4.13 Konfigurasi Pembacaan Berkas juiceshop_access.log pada Wazuh Agent.....	72
Gambar 4.14 Status Layanan Wazuh Manager	73
Gambar 4.15 Hasil Penerimaan Log pada Wazuh Manager	74
Gambar 4.16 Implementasi Custom Rule pada Berkas juiceshop_owasp_rules.xml	75
Gambar 4.17 Pengujian Custom Rule Menggunakan Wazuh Logtest.....	76
Gambar 4.18 Hasil Alert Custom Rule pada Wazuh.....	77
Gambar 4. 19 Hasil Interpretasi Skor SUS	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Prosedur umum desain pembelajaran yang diorganisasikan berdasarkan ADDIE.	10
Tabel 2.2 Penelitian Relevan	17
Tabel 3. 1 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	35
Tabel 3. 2 Aspek Penilaian Validasi Ahli Materi	40
Tabel 3. 3 Kisi-kisi Instrumen System Usability Scale.....	41
Tabel 3. 4 Respon Siswa Berdasarkan Skala Guttman	51
Tabel 3. 5 Kategori Persentase Kelayakan Menurut Arikunto	52
Tabel 3. 6 Kuesioner System Usability Scale (SUS)	53
Tabel 3. 7 Penilaian Adjektiva untuk Skor SUS	55
Tabel 4. 1 Skenario Red Team Walkthrough	62
Tabel 4. 2 Skenario Blue team Walkthrough	63
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Materi.....	78
Tabel 4. 4 Hasil Pengisian Kuesioner System Usability Scale (SUS)	80
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Skor System Usability Scale (SUS)	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Pengajuan Dosen Pembimbing.....	96
Lampiran 2. Lembar Konsultasi Skripsi	97
Lampiran 3. Biodata Peserta Ujian Skripsi	101
Lampiran 4. Surat Persetujuan Dosen Pembimbing Skripsi	104
Lampiran 5. Surat Persetujuan Dosen Pembimbing Akademik	106
Lampiran 6. Pra-Transkrip Akademik	107
Lampiran 7. Surat Pernyataan Menyelesaikan Mata Kuliah Wajib	110
Lampiran 8. Transkrip Wawancara	111
Lampiran 9. Hasil Instrumen Ahli Materi	113
Lampiran 10. Hasil Formulir Responden.....	115
Lampiran 11. Dokumentasi Evaluasi Walkthrough dan lab	121
Lampiran 12. Dokumentasi Uji Coba Lab	121

