

**OPTIMASI MODEL *BEHAVIORAL BIOMETRICS*
MENGUNAKAN *MACHINE LEARNING* ADAPTIF AUTOX
K-PRO UNTUK *PROFILING* DAN VALIDASI PENGGUNA**

TESIS



Oleh:
EKO FIRMANSYAH
NIM : 2311601609

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS BUDI LUHUR**

**JAKARTA
GASAL 2025/2026**

**OPTIMASI MODEL *BEHAVIORAL BIOMETRICS*
MENGUNAKAN *MACHINE LEARNING* ADAPTIF AUTOX
K-PRO UNTUK *PROFILING* DAN VALIDASI PENGGUNA**

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar
Magister Ilmu Komputer (M.Kom)



Oleh:
EKO FIRMANSYAH
2311601609

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS BUDI LUHUR**

**JAKARTA
GASAL 2025/2026**

ABSTRAK

OPTIMASI MODEL *BEHAVIORAL BIOMETRICS* MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING* ADAPTIF AUTOX K-PRO UNTUK *PROFILING* DAN VALIDASI PENGGUNA

Oleh,
Eko Firmansyah
2311601609

Peningkatan jumlah pengguna dan intensitas akses pada sistem *Single Sign-On* (SSO) *Digital Treasury* (DIGIT) Direktorat Jenderal Perbendaharaan (DJPb) Kementerian Keuangan meningkatkan risiko penyalahgunaan akun akibat keterbatasan autentikasi konvensional. Risiko ini berpotensi memicu kebocoran data pribadi sensitif yang berdampak pada kerugian finansial, pelanggaran privasi, serta penurunan kepercayaan terhadap institusi pengelola keuangan negara. Penelitian ini bertujuan meningkatkan keamanan SSO DIGIT melalui *profiling* dan validasi perilaku autentikasi berbasis *behavioral biometrics*, khususnya *macro keystroke dynamics*, untuk mencegah penggunaan akun yang tidak sah. Metode penelitian disusun dalam tiga tahap: (1) *profiling* perilaku menggunakan K-Means yang dioptimasi dengan *Principal Component Analysis* (PCA) dan ditafsirkan melalui pendekatan kognitif untuk membentuk *pseudo-label* semantik, (2) pembangunan *fallback classifier* XGBoost berbasis segmentasi perilaku untuk menangani *cold-start problem*, dan (3) pengembangan Autoencoder global yang diadaptasi menjadi Autoencoder personal melalui *transfer learning* untuk deteksi anomali yang bersifat adaptif per pengguna. Ketiga tahap tersebut diintegrasikan dalam kerangka AutoX K-Pro sebagai mekanisme validasi bertingkat berbasis perilaku. Hasil penelitian menunjukkan: konsistensi label semantik mencapai 80%, XGBoost mempertahankan kinerja pada data minim dengan rata-rata *F1-score* 98%, dan Autoencoder personal meningkatkan sensitivitas deteksi dengan efisiensi 14-43% dibanding model global. Secara praktis, kerangka ini menambahkan lapisan keamanan adaptif tanpa mengorbankan kenyamanan autentikasi harian, sedangkan secara teoritis penelitian berkontribusi pada pengembangan *behavioral biometrics* yang mempertimbangkan konteks, semantik, dan dinamika kognitif pengguna serta mendukung pembelajaran sistem berkelanjutan pada lingkungan berskala besar.

Kata Kunci: *Behavioral Biometrics, Keystroke Dynamics, PCA K-Means, Personal Autoencoder, XGBoost Fallback.*

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF BEHAVIORAL BIOMETRICS MODELS USING ADAPTIVE MACHINE LEARNING (AUTOX K-PRO) FOR USER PROFILING AND VALIDATION

By,
Eko Firmansyah
2311601609

Increasing user numbers and access intensity in the Digital Treasury (DIGIT) Single Sign-On (SSO) system of the Directorate General of Treasury (DJPb), Ministry of Finance, increase the risk of account misuse due to the limitations of conventional authentication. This risk may lead to sensitive personal data breaches, resulting in financial losses, privacy violations, and decreased trust in the institution responsible for managing state finances. This study aims to enhance DIGIT SSO security through the profiling and validation of authentication behavior based on behavioral biometrics, particularly macro keystroke dynamics, to prevent unauthorized account use. The research method comprises three stages: (1) behavioral profiling using K-Means optimized with Principal Component Analysis (PCA) and interpreted through a cognitive approach to generate semantic pseudo-labels, (2) development of an XGBoost-based fallback classifier derived from behavioral segmentation to address the cold-start problem, and (3) development of a global Autoencoder adapted into a personalized Autoencoder through transfer learning for user-adaptive anomaly detection. These three stages are integrated into the AutoX K-Pro framework as a multi-layer behavior-based validation mechanism. The results show: semantic label consistency of 80%, XGBoost maintaining performance under limited data with an average F1-score of 98%, and personalized Autoencoders improving detection sensitivity with 14–43% efficiency gains compared to the global model. Practically, the framework provides an additional adaptive security layer without compromising daily authentication convenience, while theoretically it contributes to the advancement of behavioral biometrics by incorporating user context, semantics, and cognitive dynamics, and by supporting continuous learning in large-scale environments.

Keywords: Behavioral Biometrics, Keystroke Dynamics, PCA K-Means, Personal Autoencoder, XGBoost Fallback.



BERITA ACARA SIDANG PENDADARAN TESIS

S/UBL/PPS/201/0685/I/26

Pada hari ini, Selasa 20 Januari 2026 telah dilaksanakan Ujian Sidang Tesis sebagai berikut:

Judul: OPTIMASI MODEL BEHAVIORAL BIOMETRICS MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING ADAPTIF AUTOX K-PRO UNTUK PROFILING DAN VALIDASI PENGGUNA

Nama : Eko Firmansyah
NIM : 2311601609
Dosen Pembimbing : Dr. Mohammad Syafrullah, M.Kom, M.Sc.

Berdasarkan Permasalahan, Metodologi, Tinjauan Pustaka, Tatatulis, dan Presentasi, Maka Mahasiswa tersebut dinyatakan :

LULUS

dengan nilai angka : **90** huruf : **A**

Mahasiswa tersebut di atas wajib menyerahkan hasil perbaikan tulisan Tesis dalam bentuk terjilid sesuai dengan Panduan Perbaikan Tesis, selambat-lambatnya Kamis 19 Februari 2026.

Panitia Penguji:

- 1 Ketua Dr. Ir. Gandung Triyono, S.Kom., M.Kom.
- 2 Anggota Dr. Samidi, S.Kom., M.M., M.Kom.
- 3 Moderator Dr. Mohammad Syafrullah, M.Kom, M.Sc.

Keterangan:

Nilai Huruf: A:85-100 A-:80-84,99 B+:75-79,99 B:70-74,99 B-:65-69,99 C:60-64,99 D:40-59,99 E-:0-39,99



LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Eko Firmansyah
Nomor Induk Mahasiswa : 2311601609
Program Studi : Magister Ilmu Komputer
Bidang Peminatan : Teknologi Sistem Informasi
Jenjang Studi : Strata 2
Judul : OPTIMASI MODEL BEHAVIORAL BIOMETRICS MENGGUNAKAN
MACHINE LEARNING ADAPTIF AUTOX K-PRO UNTUK PROFILING
DAN VALIDASI PENGGUNA



Laporan Tugas Akhir ini telah disetujui, disahkan dan direkam secara elektronik sehingga tidak memerlukan tanda tangan tim penguji.

Jakarta, Selasa 20 Januari 2026

Tim Penguji:

Ketua : Dr. Ir. Gandung Triyono, S.Kom., M.Kom.
Anggota : Dr. Samidi, S.Kom., M.M., M.Kom.
Pembimbing : Dr. Mohammad Syafrullah, M.Kom, M.Sc.
Ketua Program Studi : Dr. Rusdah, S.Kom., M.Kom.



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI UNIVERSITAS BUDI LUHUR

NOMOR : K/UBL/FTI/000/002/11/25

**TENTANG :
PENGANGKATAN DOSEN PENGUJI TESIS
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
SEMESTER GASAL TAHUN AKADEMIK 2025/2026**

DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI UNIVERSITAS BUDI LUHUR

- Menimbang : 1) Bahwa untuk meningkatkan kualitas bagi mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur Jenjang Studi Strata Dua (S-2) dalam proses tesis, perlu adanya penguji yang sesuai dengan materi tesis mahasiswa;
- 2) Bahwa dalam hubungan itu dipandang perlu mengangkat dosen–dosen yang tepat untuk menguji mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur dalam sidang tesis;
- Mengingat : 1) Undang – undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
- 2) Undang – undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
- 3) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan;
- 4) Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Permendikbudristek) Nomor 39 Tahun 2025 tentang Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi;
- 5) Keputusan Ketua Yayasan Pendidikan Budi Luhur Cakti Nomor: K/YBLC/KEP/000/216/06/2023 tentang Statuta Universitas Budi Luhur;
- 6) Surat Keputusan Yayasan Pendidikan Budi Luhur Cakti Surat Keputusan Yayasan Pendidikan Budi Luhur Cakti No: K/YBLC/KEP/000/384/09/25 tanggal 22 September 2025 tentang Pembeastugasan Dan Pengangkatan Kembali Pejabat Struktural Universitas Budi Luhur Periode 2024-2028.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :
PERTAMA : Membentuk Dosen Penguji Tesis mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Komputer jenjang S-2 Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur periode Semester Gasal 2025/2026;
- KEDUA : Menunjuk dan mengangkat Pejabat dan Dosen Program Studi Magister Ilmu Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur, yang nama-namanya tercantum dalam lampiran keputusan ini sebagai anggota yang dimaksud dalam diktum pertama;
- KETIGA : Tugas pokok dosen penguji tesis adalah menguji dan memberikan penilaian kepada mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur dalam ujian sidang tesis;
- KEEMPAT : Dalam melaksanakan tugasnya Dosen penguji tesis bertanggung jawab kepada Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur melalui Ketua Program Studi.
- KELIMA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan, sampai dengan akhir Semester Gasal Tahun Akademik 2025/2026 dan akan diunah sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan.

Ditetapkan di : Jakarta

Pada Tanggal : 12 November 2025

=====
Dekan Fakultas Teknologi Informasi



Dr. Ir. Achmad Solichin, S.Kom., M.T.I



LAMPIRAN KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI UNIVERSITAS BUDI LUHUR

NOMOR : K/UBL/FTI/000/002/11/25

NAMA-NAMA DOSEN PENGUJI TESIS PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER SEMESTER GASAL TAHUN AKADEMIK 2025/2026

NO	NIP	NAMA DOSEN
1	180057	Arif Bramantoro., Ph.D
2	230006	Dr. Akhmad Unggul Priantoro
3	030574	Dr. Anton Satria Prabuwono, ST., S.Si., M.M
4	170029	Dr. Darmawan Baginda Napitupulu, ST., M.Kom
5	030557	Dr. Imelda, S.Kom., M.Kom
6	080062	Dr. Indra, S.Kom., M.T.I
7	050023	Dr. Ir. Achmad Solichin, S.Kom., M.T.I
8	960012	Dr. Ir. Deni Mahdiana, S.Kom., M.M., M.Kom
9	970020	Dr. Ir. Gandung Triyono, M.Kom
10	930008	Dr. Ir. Goenawan Brotosaputro, S.Kom., M.Sc
11	980002	Dr. Ir. Jan Everhard Riwurohi, M.T
12	920024	Dr. Ir. Mardi Hardjianto, S.Kom., M.Kom
13	870021	Dr. Ir. Nazori AZ, M.T
14	960010	Dr. Ir. Utomo Budiyanto, M.Kom., M.Sc
15	890001	Dr. Krisna Adiyarta Musodo
16	960008	Dr. Muhammad Syafrullah, M.Kom., M.Sc
17	080110	Dr. Rudi Rusdiah, M.B.A, M.A
18	010016	Dr. Rusdah, S.Kom., M.Kom
19	870021	Dr. Indra Riyanto, S.T., M.T
20	100070	Dr. Samidi., S.Kom., M.M., M.Kom
21	170037	Dwi Febrianti, Ph.D
22	160001	Indra Nugraha Abdullah, S.Kom., M.Sc., Ph.D
23	150064	Ir. Denni Kurniawan, ST., M.IT., Ph.D
24	170032	Luhur Bayuaji, ST., M.Eng., Ph.D
25	020004	Prof. Dr. Ir. Arief Wibowo, S.Kom., M.Kom
26	930011	Prof. Dr. Ir. Hari Soetanto, S.Kom., M.Sc
27	850005	Prof. Dr. Ir. Wendi Usino, M.M., M.Sc.
28	830009	Prof. Dr. Moedjiono, M.Sc
29	070009	Prof. Ir. Dana Indra Sensuse, Ph.D
30	120055	Setyawan Widyarto, M.Sc., Ph.D

Ditetapkan di : Jakarta

Pada Tanggal : 12 November 2025

=====
Dekan Fakultas Teknologi Informasi



Dr. Ir. Achmad Solichin, S.Kom., M.T.I