

CEK TURNITIN

SKRIPSI - MUHAMMAD ALGARIN WIDODO SI

 SATSET DIGITAL 2

Document Details

Submission ID

trn:oid::3618:151105251

Submission Date

Sep 9, 2026, 3:02 PM GMT+7

Download Date

Sep 9, 2026, 3:14 PM GMT+7

File Name

SKRIPSI - MUHAMMAD ALGARIN WIDODO SI.pdf

File Size

1.5 MB

69 Pages

11,063 Words

77,026 Characters

26% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography

Top Sources

- 19%  Internet sources
- 14%  Publications
- 17%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 19% Internet sources
- 14% Publications
- 17% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Publication	Muhammad Algarin Widodo. "Sistem Arsip Ijazah Digital Berbasis Private Cloud d...	4%
2	Internet	e-jurnal.lppmunsera.org	2%
3	Internet	repository.unisi.ac.id	1%
4	Internet	repository.ar-raniry.ac.id	<1%
5	Internet	123dok.com	<1%
6	Internet	docplayer.info	<1%
7	Student papers	Universitas Sangga Buana YPKP on 2026-02-20	<1%
8	Internet	repository.unj.ac.id	<1%
9	Internet	www.scribd.com	<1%
10	Student papers	Padjadjaran University on 2017-01-30	<1%
11	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-06-03	<1%

12	Internet	repository.unilak.ac.id	<1%
13	Internet	repository.uin-suska.ac.id	<1%
14	Student papers	Universitas Putera Batam on 2026-01-31	<1%
15	Internet	digilib.uinkhas.ac.id	<1%
16	Internet	repository.umsu.ac.id	<1%
17	Internet	etd.uinsyahada.ac.id	<1%
18	Internet	repository.polibatam.ac.id	<1%
19	Student papers	Universitas Muhammadiyah Sukabumi on 2026-07-03	<1%
20	Internet	senatib.udb.ac.id	<1%
21	Internet	www.coursehero.com	<1%
22	Internet	eprints.polbeng.ac.id	<1%
23	Internet	sipora.polije.ac.id	<1%
24	Student papers	Universitas Putera Batam on 2026-02-02	<1%
25	Internet	digilib.unila.ac.id	<1%

26	Student papers	Universitas Tarumanagara on 2025-12-21	<1%
27	Internet	idm.or.id	<1%
28	Internet	digilib.ulm.ac.id	<1%
29	Internet	journal.universitaspahlawan.ac.id	<1%
30	Internet	kc.umh.ac.id	<1%
31	Internet	rama.unimal.ac.id	<1%
32	Student papers	Forum Perpustakaan Perguruan Tinggi Indonesia Jawa Timur on 2026-07-22	<1%
33	Internet	repository.unpra.ac.id	<1%
34	Internet	repository.upi.edu	<1%
35	Internet	journal.amikomsolo.ac.id	<1%
36	Student papers	Universitas Sangga Buana YPKP on 2026-08-18	<1%
37	Internet	repositori.usu.ac.id	<1%
38	Student papers	LL Dikti IX Turnitin Consortium on 2026-04-27	<1%
39	Internet	prosiding.pnj.ac.id	<1%

40	Student papers	Institut Teknologi Nasional Malang on 2023-01-30	<1%
41	Publication	Nur Alinuddin Kaharu, Agus Romadhona. "Implementasi Konsep Object-Oriented...	<1%
42	Student papers	UIN Raden Intan Lampung on 2026-06-09	<1%
43	Internet	repository.bakrie.ac.id	<1%
44	Internet	repository.unissula.ac.id	<1%
45	Internet	repository.upbatam.ac.id	<1%
46	Publication	Doni Darmawan, Anita Ratnasari. "RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI MANA...	<1%
47	Student papers	Universitas Putera Batam on 2026-07-27	<1%
48	Student papers	Universitas Islam Indonesia on 2025-08-21	<1%
49	Internet	jurnal.peneliti.net	<1%
50	Internet	repo.darmajaya.ac.id	<1%
51	Student papers	Universitas Wijaya Kusuma Surabaya on 2026-07-21	<1%
52	Internet	ejournalwiraraja.com	<1%
53	Internet	eprints.itn.ac.id	<1%

54	Student papers	Universitas Hasanuddin on 2021-06-14	<1%
55	Internet	adoc.pub	<1%
56	Internet	ejurnal.undipa.ac.id	<1%
57	Internet	eprints.ums.ac.id	<1%
58	Internet	eprints.utdi.ac.id	<1%
59	Internet	pdfcoffee.com	<1%
60	Internet	repository.bunghatta.ac.id	<1%
61	Internet	repository.ipb.ac.id	<1%
62	Student papers	SDM Universitas Gadjah Mada on 2021-10-08	<1%
63	Student papers	UIN Raden Intan Lampung on 2026-07-12	<1%
64	Student papers	Universitas Brawijaya on 2018-01-01	<1%
65	Student papers	Universitas Islam Riau on 2026-06-29	<1%
66	Internet	beritagar.id	<1%
67	Internet	elib.pnc.ac.id	<1%

68	Internet	eprints.poltektegal.ac.id	<1%
69	Internet	eprints.umg.ac.id	<1%
70	Internet	journalversa.com	<1%
71	Internet	lab.tik.pnj.ac.id	<1%
72	Internet	ojs.uma.ac.id	<1%
73	Internet	repository.telkomuniversity.ac.id	<1%
74	Internet	www.psms.co.id	<1%
75	Student papers	East Union High School on 2026-07-02	<1%
76	Student papers	Universitas Brawijaya on 2016-06-13	<1%
77	Student papers	Universitas Tarumanagara on 2025-12-11	<1%
78	Internet	docobook.com	<1%
79	Internet	eprints.undip.ac.id	<1%
80	Internet	eprints.uny.ac.id	<1%
81	Student papers	iGroup on 2014-02-19	<1%

82	Internet	pmb.unisayogya.ac.id	<1%
83	Internet	raniavianti.wordpress.com	<1%
84	Internet	repository.poltekpar-nhi.ac.id	<1%
85	Internet	sistemasi.ftik.unisi.ac.id	<1%
86	Internet	www.hp.com	<1%
87	Internet	www.researchgate.net	<1%
88	Student papers	Institut Teknologi Sumatera on 2026-09-08	<1%
89	Student papers	UIN Raden Intan Lampung on 2025-07-17	<1%
90	Student papers	UNIVERSITAS BUDI LUHUR on 2025-07-26	<1%
91	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2025-10-28	<1%
92	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-07-15	<1%
93	Student papers	Universitas Brawijaya on 2018-12-18	<1%
94	Student papers	Universitas Islam Negeri Raden Fatah on 2026-03-12	<1%
95	Student papers	Universitas Islam Riau on 2025-10-28	<1%

96	Student papers	Universitas Muhammadiyah Purwokerto on 2025-11-13	<1%
97	Publication	Yoki Firmansyah, Viny Tarigas, Reza Maulana, Deasy Purwaningtias. "Implementa...	<1%
98	Internet	adoc.tips	<1%
99	Internet	core.ac.uk	<1%
100	Internet	digilib.uin-suka.ac.id	<1%
101	Internet	eprints.amikom.ac.id	<1%
102	Internet	gel.ym.edu.tw	<1%
103	Internet	journal.arfadigitech.com	<1%
104	Internet	jurnal.amikom.ac.id	<1%
105	Internet	mediaprofesi.com	<1%
106	Student papers	poltekssn on 2025-08-19	<1%
107	Internet	repository.itpln.ac.id	<1%
108	Internet	repository.unhas.ac.id	<1%
109	Internet	repository.unpas.ac.id	<1%

110	Internet	repository.upnjatim.ac.id	<1%
111	Internet	repository.upnvj.ac.id	<1%
112	Internet	sisfotenika.stmikpontianak.ac.id	<1%
113	Internet	www.kompasiana.com	<1%
114	Student papers	Konsorsium PTS Batch 5 on 2026-06-25	<1%
115	Publication	M. Zakky Al Hafizd, Reza Nawafella Alya Parangu, Rahmat Iqbal. "Analisis upaya ...	<1%
116	Publication	Tengku Tanzil Azhari Risky, Fahrialdy Febriansyah Putra, Jelita Rahmah Zebua, Qi...	<1%
117	Student papers	Universitas Islam Riau on 2026-04-30	<1%
118	Student papers	Universitas Tarumanagara on 2025-12-09	<1%
119	Student papers	Fakultas Teknik on 2025-07-21	<1%
120	Student papers	UIN Sjech M.Djamil Djambek Bukittinggi on 2026-07-08	<1%
121	Student papers	UNIVERSITAS BUDI LUHUR on 2025-08-19	<1%
122	Student papers	Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka on 2026-04-07	<1%
123	Student papers	Universitas Musamus Merauke on 2026-07-08	<1%

124

Student papers

Universitas Putera Batam on 2026-02-02

<1%

125

Internet

repository.ub.ac.id

<1%

PENGEMBANGAN ARSIP IJAZAH DIGITAL BERBASIS *PRIVATE*

***CLOUD* DENGAN AUTENTIKASI BIOMETRIK WAJAH**

TUGAS AKHIR



Disusun OLEH:

MUHAMMAD ALGARIN WIDODO

403211010004

PROGRAM SARJANA PROGRAM STUDI

SISTEM INFORMASI FAKULTAS TEKNIK DAN

ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS ISLAM INDRAGIRI TEMBILAHAN

2026

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal Tugas Akhir yang berjudul **“Pengembangan Sistem Arsip Ijazah Digital Berbasis *Private cloud* dengan Autentikasi Biometrik Wajah”** Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang dengan ilmu pengetahuan.

Penyusunan proposal ini dilatarbelakangi oleh kesadaran penulis akan pentingnya kedaulatan data (*data sovereignty*) dan keamanan informasi di era digital. Arsip ijazah sebagai dokumen vital negara memerlukan perlindungan ekstra yang tidak hanya mengandalkan metode konvensional, tetapi juga sentuhan teknologi modern seperti infrastruktur *Private cloud* dan keamanan biometrik. Penulis berharap sistem yang dirancang ini dapat menjadi solusi konkret bagi SMKN 1 Tembilahan dalam mengamankan aset data alumni.

Penulis menyadari bahwa penyusunan proposal ini tidak akan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Najamuddin, Lc., M.A, selaku Rektor Universitas Islam Indragiri, yang telah memfasilitasi, dukungan, serta kesempatan berharga

48 kepada penulis, sehingga proses penyusunan proposal ini dapat berjalan dengan lancar hingga selesai.

3 2. Bapak Dr. Bayu Rianto, S.SI, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Islam Indragiri, atas dukungan, arahan, dan bimbingan yang telah membantu penulis selama menjalani perkuliahan.

61 3. Ibu Fitri Yunita, S.SI., M.Kom, selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi sekaligus Pembimbing utama, yang telah memberikan bimbingan, perhatian, dukungan, serta masukan yang sangat berharga kepada penulis selama proses perkuliahan hingga penyusunan proposal ini dapat terselesaikan dengan baik.

28 4. Bapak Usman, ST., M.Kom, selaku pembimbing kedua sekaligus Dosen Pembimbing Akademik, yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan hati telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berarti bagi penulis hingga proposal ini dapat terselesaikan dengan baik.

43 5. Seluruh dosen, staf, dan civitas akademika Program Studi Sistem Informasi Universitas Islam Indragiri, yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta pengalaman berharga selama masa perkuliahan, sehingga penulis dapat berkembang dan menyelesaikan studi ini dengan baik.

79 6. Kepala sekolah dan Staf Tata Usaha SMKN 1 Tembilahan, yang telah memberikan kesempatan, kerja sama, serta informasi berharga yang mendukung kelancaran penelitian ini.

110 7. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, atas cinta, doa, dan pengorbanan yang tak ternilai, yang senantiasa menjadi penopang semangat dan kekuatan bagi

penulis dalam melalui setiap langkah awal perjalanan Studi hingga tahap akhir penyusunan proposal ini.

8. Teman seperjuangan dan sahabat diskusi, yang selalu hadir memberi semangat, berbagi pemikiran, serta menemani proses panjang penyusunan proposal ini.

Penulis menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi penyajian maupun isi. Segala kritik dan saran yang sangat penulis harapkan demi penyempurnaan penelitian pada tahap selanjutnya. Penulis berharap proposal ini dapat memberikan manfaat, terutama sebagai kontribusi kecil dalam pengembangan Arsip Ijazah digital berbasis *Private cloud* dengan menggunakan autentikasi biometri di SMKN 1 TEMBILAHAN maupun di lingkungan akademik Universitas Islam Indragiri.

Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa memberkahi setiap langkah kita dalam menuntut ilmu serta memberikan kemudahan dalam melanjutkan penelitian ini hingga tahap akhir.

Tembilahan 08 Desember 2025
Penulis

Muhammad Algarin Widodo
403221010004

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN LITERATUR	7
2.1 Konsep <i>Private cloud</i>	7
2.2 <i>Nextcloud</i>	8
2.3 Autentikasi Biometrik Wajah	8
2.4 Metode Waterfall	9
2.5 Penelitian terdahulu	9
2.6 Kesimpulan Studi Literatur	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Objek dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.2.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	20
3.2.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	20
3.3 Metode Penelitian.....	21
3.4 Uraian Tahapan Penelitian.....	22
3.4.1 Identifikasi Masalah	23
3.4.2 Pengumpulan Data	23
3.4.3 Analisis Kebutuhan	24
3.4.4 Perancangan Sistem	25
3.4.5 Pengujian Sistem.....	26

45	3.5	Jadwal Penelitian	27
	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		28
	4.1	Pembahasan	28
5	4.2	Hasil Analisis Kebutuhan	28
	4.3	Hasil Desain Sistem.....	31
	4.3.1	Usecase Diagram.....	32
	4.3.2	Activity Diagram	33
	4.3.3	Class Diagram	35
	4.4	Implementasi Sistem	37
	4.4.1	Lingkungan Implementasi.....	37
	4.4.2	Implementasi Antarmuka	39
	4.4.3	Implementasi Infrastruktur Server Private Cloud	49
	4.5	Hasil Pengujian Sistem.....	52
9	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		56
	5.1	Kesimpulan.....	56
	5.2	Saran	57
	DAFTAR PUSTAKA		59
	LAMPIRAN		61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu 10

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian 27

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Black Box Testing Sistem Arsip Ijazah Digital ... 52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian	22
Gambar 3. 2 Diagram Analisis Kebutuhan.....	24
Gambar 3. 3 Diagram Alur Kerja Sistem	25
Gambar 4. 1 usecase Diagram Sistem Arsip Ijazah Digital	32
Gambar 4. 2 Activity Diagram Verifikasi Biometri Wajah	34
Gambar 4. 3 Class Diagram Sistem Arsip Ijazah Digital	36
Gambar 4. 4 Tampilan Halaman Login Admin	40
Gambar 4. 5 Tampilan Halaman Dashboard dan Data Alumni	41
Gambar 4. 6 Tampilan Halaman Log Keamanan Biometrik.....	42
Gambar 4. 7 Tampilan Halaman Portal Alumni (Login)	43
Gambar 4. 8 Tampilan Halaman Registrasi Akun Alumni	44
Gambar 4. 9 Tampilan Halaman Verifikasi Biometrik Wajah	46
Gambar 4. 10 Tampilan Halaman Brankas Arsip Digital (Sukses Autentikasi)	
.....	47
Gambar 4. 11 Tampilan Pratinjau Dokumen Ijazah PDF.....	48
Gambar 4. 12 Tampilan Command Line Interface (CLI) Linux Server	49
Gambar 4. 13 Tampilan Direktori Penyimpanan Utama pada Nextcloud	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam era transformasi digital global saat ini, isu keamanan dan kedaulatan data (*data sovereignty*) telah menjadi prioritas utama bagi institusi di berbagai sektor. Perkembangan teknologi penyimpanan berbasis komputasi awan (*Cloud Computing*), khususnya *Private cloud*, semakin diminati karena menawarkan kontrol penuh terhadap data dibandingkan layanan publik, sebagaimana dibuktikan dalam penerapan infrastruktur *Infrastructure as a Service* (IaaS) di lingkungan pendidikan yang mampu memberikan efisiensi penyimpanan terpusat yang aman [1]. Di sisi lain, teknologi autentikasi biometrik wajah (*Face Recognition*) telah berkembang menjadi standar keamanan modern untuk memverifikasi identitas pengguna secara akurat dan meminimalisir risiko pemalsuan akses, di mana kecerdasan buatan (*AI*) mampu mengenali pola wajah secara *real-time* untuk validasi login sistem akademik [2]. Integrasi kedua teknologi ini menjadi solusi strategis dalam membangun sistem pengarsipan digital yang tidak hanya efisien, tetapi juga memiliki tingkat keamanan yang tinggi.

Menarik konteks ke tingkat nasional, institusi pendidikan vokasi (SMK) di Indonesia menghadapi tuntutan regulasi yang ketat terkait pengelolaan data alumni. Ketersediaan data yang valid menjadi kunci utama dalam pelaksanaan penelusuran tamatan (*tracer study*) yang merupakan komponen vital dalam akreditasi sekolah dan pengukuran keterserapan lulusan di dunia kerja.[3]

1

Secara umum pengelolaan arsip di banyak SMK di Indonesia masih mengandalkan metode konvensional. Metode berbasis fisik ini terbukti memiliki banyak kelemahan, mulai dari inefisiensi ruang penyimpanan, lambatnya proses temu kembali informasi (*retrieval*), hingga risiko kehilangan dokumen akibat manajemen pengarsipan yang belum terintegrasi.[4] Peralihan ke arsip digital menjanjikan peningkatan signifikan dalam efisiensi operasional dan kecepatan akses.

115

Permasalahan ini menjadi lebih spesifik dan krusial ketika ditinjau dalam lingkup regional Provinsi Riau. Sebagai wilayah dengan iklim tropis dan kelembapan udara yang tinggi, tantangan preservasi dokumen fisik di Riau menjadi lebih berat. Studi terbaru pada Dinas Perpustakaan dan Kearsipan Provinsi Riau menunjukkan bahwa arsip media kertas di wilayah ini sangat rentan mengalami degradasi kualitas akibat faktor oksidasi, jamur, hingga serangan hama rayap, sehingga memerlukan perlakuan preservasi kuratif seperti fumigasi rutin yang memakan biaya tinggi [5]. Selain itu, faktor geografis Kabupaten Indragiri Hilir yang didominasi oleh perairan dan pulau-pulau seringkali menyulitkan alumni yang telah merantau untuk mengurus legalisir atau pengambilan salinan dokumen secara fisik ke sekolah asal. Hambatan aksesibilitas akibat kondisi geografis ini terbukti menurunkan efektivitas pelayanan publik konvensional bagi masyarakat di wilayah pesisir Riau [6].

Kondisi urgensi tersebut terefleksi secara nyata pada studi kasus di SMKN 1 Tembilahan. Sebagai salah satu SMK unggulan di daerah ini, volume data ijazah dan dokumen alumni terus bertambah setiap tahunnya, menjadikan metode konvensional tidak lagi relevan. Sebagai upaya awal adaptasi, digitalisasi arsip di

sekolah ini sempat dilakukan menggunakan solusi *Public cloud* seperti *Google Drive*. Namun, solusi ini menghadirkan celah masalah baru terkait kedaulatan data. Menyimpan data sensitif (seperti ijazah dan data pribadi alumni) di server pihak ketiga menimbulkan kekhawatiran serius terkait privasi, risiko kebocoran data, dan ketidakpatuhan terhadap prinsip kedaulatan data institusi.[7] Sekolah tidak memiliki kontrol penuh atas di mana data tersebut disimpan dan siapa yang menjamin keamanannya.

Menjawab kompleksitas permasalahan dari tingkat keamanan global hingga kendala spesifik di sekolah, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem informasi berbasis *Private cloud*. Solusi ini menawarkan keunggulan signifikan berupa kedaulatan data penuh (data tersimpan di server lokal sekolah), kontrol keamanan yang terpusat, dan independensi dari penyedia layanan pihak ketiga.[8]

Sebagai langkah preventif strategis dalam meminimalisir risiko akses ilegal dalam memitigasi risiko akses ilegal terhadap dokumen vital tersebut, sistem ini akan dilengkapi dengan fitur Autentikasi Biometrik Wajah. Fitur ini berfungsi sebagai lapisan keamanan ganda (*multi-factor authentication*) yang memastikan bahwa yang dapat mengunduh ijazah hanyalah pemilik sah dokumen tersebut[9]. Nilai tambah utamanya adalah pemberian hak akses yang aman bagi alumni untuk mengunduh salinan ijazah sah mereka secara mandiri. Ini merupakan terobosan yang meningkatkan kualitas layanan dan meringankan beban administrasi sekolah.

Berdasarkan seluruh uraian permasalahan tersebut, maka pengembangan Sistem Arsip Ijazah Digital berbasis *Private cloud* dengan autentikasi biometrik wajah menjadi sebuah langkah strategis yang krusial untuk menjamin keamanan, kedaulatan, dan aksesibilitas arsip digital di SMKN 1 Tembilahan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem informasi berbasis *Private cloud* untuk pengelolaan arsip ijazah digital di SMKN 1 Tembilahan?
2. Bagaimana mengimplementasikan fitur autentikasi biometrik wajah untuk memberikan hak akses yang aman dan personal?
3. Seberapa efektif sistem yang dikembangkan dalam meningkatkan efisiensi pencarian kembali arsip dan keamanan data dibandingkan metode sebelumnya?

1.3 Batasan Penelitian

Untuk menjaga agar penelitian ini tetap fokus dan terarah, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Studi kasus penelitian hanya dilakukan di lingkungan SMKN 1 Tembilahan.
2. Sistem yang dikembangkan berfokus pada pengarsipan dan pencarian kembali ijazah digital, serta pengelolaan data alumni terkait.
3. Fitur autentikasi biometrik dikhususkan pada pengenalan biometrik wajah sebagai media verifikasi akses sistem.
4. Dataset awal yang digunakan untuk melatih dan menguji model pengenalan wajah terbatas pada pas foto 100 alumni angkatan 2025.
5. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah *Waterfall*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kebutuhan sistem pengarsipan digital yang aman serta menguji tingkat akurasi fitur autentikasi biometrik wajah menggunakan metode *Confusion Matrix* untuk memastikan validitas pengguna yang sah.
2. Merancang arsitektur Sistem Arsip Ijazah Digital yang mengintegrasikan infrastruktur *Private cloud* sebagai media penyimpanan terenkripsi.
3. Merancang sistem keamanan autentikasi biometrik wajah yang terintegrasi dengan *library Computer Vision berbasis Web (Client-side)* untuk memverifikasi identitas pemilik ijazah secara *real-time*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat signifikan bagi berbagai pihak. Bagi SMKN 1 Tembilahan, sistem ini memberikan solusi penyimpanan arsip ijazah yang berdaulat (*sovereign*) dan aman melalui infrastruktur *Private cloud*, serta meningkatkan efisiensi pelayanan legalisir. Bagi para alumni, sistem menjamin keamanan privasi data dan memberikan kemudahan dalam memvalidasi kepemilikan ijazah melalui mekanisme autentikasi biometrik wajah yang modern. Sedangkan bagi akademisi, penelitian ini berkontribusi sebagai referensi terapan mengenai implementasi teknologi *Private cloud* yang diintegrasikan dengan keamanan biometrik wajah menggunakan pustaka *Open Source* dalam lingkup institusi pendidikan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran yang jelas dan terstruktur mengenai keseluruhan isi penelitian ini, maka sistematika penulisan disusun sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi pendahuluan yang mencakup latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan ini

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan teori-teori pendukung dan tinjauan pustaka yang relevan dengan penelitian, meliputi konsep sistem informasi, *Private cloud*, autentikasi biometrik wajah, dan metode pengembangan perangkat lunak *Waterfall*.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah penelitian secara rinci, mencakup metode pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, dan tahapan implementasi metode *Waterfall*.

50

BAB II

TINJAUAN LITERATUR

Bab ini menguraikan landasan teori dan tinjauan pustaka yang menjadi fondasi utama dalam penelitian ini. Pembahasan mencakup konsep-konsep fundamental yang relevan dengan pengembangan sistem, meliputi konsep *Private cloud* sebagai infrastruktur data, *Nextcloud* sebagai platform manajemen arsip, teknologi Autentikasi Biometrik Wajah sebagai fitur keamanan, serta metode pengembangan sistem *Waterfall*. Selain itu, bab ini juga menyajikan kajian komparatif terhadap penelitian-penelitian terdahulu untuk memetakan posisi penelitian (*state of the art*) serta menonjolkan kebaruan (*novelty*) solusi yang ditawarkan dalam pengelolaan arsip ijazah digital.

100

2.1 Konsep *Private cloud*

Private cloud adalah model layanan komputasi awan yang infrastrukturnya didedikasikan khusus untuk satu organisasi atau pengguna saja. Berbeda dengan *Public Cloud* (seperti *Google Drive*, *Dropbox*) yang sumber dayanya dibagi dengan pengguna umum melalui internet publik, *Private cloud* dioperasikan di dalam jaringan internal (*Intranet*) atau di pusat data yang dikelola sendiri. Keunggulan utama dari arsitektur ini adalah kedaulatan data (*data sovereignty*), di mana organisasi memiliki kendali penuh atas lokasi fisik penyimpanan data, kebijakan keamanan, dan hak akses, sehingga sangat cocok untuk institusi yang mengelola dokumen sensitif seperti ijazah negara. Hal ini diperkuat oleh Sutriono dkk (2022) yang mendefinisikan *Private cloud* sebagai model komputasi yang memberikan

74

cakupan layanan eksklusif kepada pengguna tertentu dalam jaringan lokal, sehingga menjamin keamanan data yang lebih privat dibandingkan layanan publik.[1]

2.2 Nextcloud

112 Nextcloud adalah perangkat lunak *open-source* berbasis *client-server* yang berfungsi untuk membuat dan menggunakan layanan *file hosting* secara mandiri (*self-hosted*). Nextcloud memungkinkan institusi untuk membangun penyimpanan awan pribadi (*Private cloud*) dengan fitur yang setara dengan layanan komersial, seperti sinkronisasi *file*, berbagi dokumen, dan kolaborasi tim. Dibangun di atas sistem operasi *Linux* yang stabil, Nextcloud menawarkan fleksibilitas tinggi dalam integrasi keamanan, termasuk enkripsi data *end-to-end* dan manajemen hak akses pengguna yang terpusat. Keandalan platform ini juga dibuktikan oleh Widyastuti (2024), yang menemukan bahwa implementasi Nextcloud mampu meningkatkan efisiensi administrasi sekolah melalui fitur sinkronisasi data mandiri yang stabil dan aman.[10]

2.3 Autentikasi Biometrik Wajah

73 Autentikasi biometrik wajah (*Face Recognition*) adalah teknologi keamanan yang memverifikasi identitas seseorang dengan menganalisis fitur unik pada wajah manusia. Sistem ini bekerja dengan cara memindai citra wajah, mengekstraksi pola matematis (seperti jarak antar mata, bentuk rahang), dan mencocokkannya dengan dataset wajah yang telah terdaftar di *database*. Dalam penelitian ini, biometrik wajah diterapkan sebagai lapisan keamanan ganda (*Multi-Factor Authentication*) untuk memastikan bahwa pengunduhan ijazah digital hanya dapat dilakukan oleh pemilik sah yang terverifikasi secara fisik, bukan sekadar pemegang *password*. Penerapan teknologi ini sejalan dengan teori yang dipaparkan oleh Utomo dkk

(2020), bahwa sistem pengenalan wajah (*Face Recognition*) merupakan implementasi kecerdasan buatan yang mampu mengidentifikasi dan membandingkan citra wajah secara real-time dengan basis data untuk memverifikasi hak akses pengguna.[2]

2.4 Metode Waterfall

Metode *Waterfall* adalah model pengembangan sistem informasi yang bersifat sekuensial dan linier, di mana setiap fase harus diselesaikan sepenuhnya sebelum melangkah ke fase berikutnya. Alur metode ini mengalir ke bawah seperti air terjun, dimulai dari tahap Analisis Kebutuhan, Perancangan Sistem, Implementasi (*Coding*), dan diakhiri dengan Pengujian Sistem. Pendekatan ini dipilih karena memberikan struktur yang disiplin dan terdokumentasi dengan baik, sehingga sangat sesuai untuk pengembangan sistem yang spesifikasi dan tujuannya sudah didefinisikan dengan jelas sejak awal, seperti sistem arsip ijazah ini.

2.5 Penelitian terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan referensi berupa jurnal-jurnal ilmiah yang digunakan sebagai pembandingan untuk mengetahui perbedaan dan kesamaan dengan sistem yang sedang dibangun. Kajian ini penting untuk menghindari duplikasi penelitian serta memperjelas kontribusi baru yang ditawarkan. Berikut adalah tabel perbandingan penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan topik arsip digital, *cloud computing*, dan biometrik:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Pembahasan
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Toni Awaludin, Afu Ichsan Pradana, Dwi Hartanti (2025)	Analisis Performa Autentikasi Wajah pada Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit Menggunakan Model <i>Tiny Face Detector</i> dari <i>Face-API.js</i>	Penelitian ini menerapkan autentikasi wajah pada Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS) menggunakan model <i>Tiny Face Detector</i> . Kelebihannya adalah penggunaan model deteksi yang ringan dan cepat untuk akses data pasien. Namun, kekurangannya sistem ini belum terintegrasi dengan penyimpanan file terenkripsi (<i>Private cloud</i>). Perbedaan dengan penelitian saya adalah jurnal tersebut diterapkan di Rumah Sakit, sedangkan penelitian saya diterapkan di Sekolah untuk pengamanan dokumen negara (Ijazah) menggunakan infrastruktur <i>Private cloud</i> .

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Pembahasan
(1)	(2)	(3)	(4)
2	Eka Angga Laksana, dkk (2023)	Perancangan Dokumen Repository Berbasis Private cloud untuk Membantu Administrasi Sekolah SMKN 2 Cimahi	Penelitian ini membangun repository dokumen sekolah berbasis <i>Private cloud</i> menggunakan metode NDLC. Kelebihannya terletak pada tersedianya penyimpanan terpusat untuk administrasi umum sekolah. Kekurangannya, sistem ini hanya berfungsi sebagai penyimpanan file biasa tanpa fitur keamanan verifikasi identitas. Perbedaannya, penelitian saya mengintegrasikan <i>Private cloud</i> dengan sistem informasi spesifik untuk alumni yang dilengkapi fitur keamanan biometrik wajah.
3	Haeruddin, Stefanus Eko Prasetyo, Avista Mindy (2025)	Implementasi Multi-Factor Authentication Untuk Optimalisasi Keamanan Akses Data	Penelitian ini mengeksplorasi penerapan <i>Multi-Factor Authentication</i> (MFA) menggunakan layanan <i>Auth0</i> untuk meningkatkan keamanan akses data perusahaan. Kelebihannya adalah peningkatan signifikan terhadap perlindungan akses tidak sah melalui mekanisme autentikasi modern. Kekurangannya, implementasi ini sangat bergantung pada layanan pihak ketiga (<i>Auth0</i>), sehingga kedaulatan data kurang terjamin. Perbedaannya, penelitian saya membangun sistem autentikasi mandiri (<i>Self-Hosted</i>) menggunakan biometrik wajah yang terintegrasi langsung di <i>Private cloud</i> sekolah untuk menjamin kedaulatan penuh tanpa pihak ketiga.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Pembahasan
(1)	(2)	(3)	(4)
4	Murniati, Sohiron (2023)	Manajemen Arsip dalam Ketatausahaan di Sekolah Menengah Atas Negeri 12 Pekanbaru	Penelitian ini menganalisis manajemen arsip di sekolah secara deskriptif kualitatif. Kelebihannya adalah pemaparan mendalam mengenai masalah manajerial arsip fisik. Kekurangannya, penelitian ini tidak menghasilkan produk sistem atau solusi teknis. Perbedaannya, penelitian saya berfokus pada pembangunan solusi teknis berupa sistem informasi arsip digital untuk mengatasi masalah fisik tersebut.
5	Tim Penulis Jurnal Pengabdian UMRI (2023)	Pelatihan Pengelolaan Bursa Kerja Khusus (BKK) Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Se-Provinsi Riau	Penelitian ini berfokus pada pelatihan pengelolaan Bursa Kerja Khusus (BKK). Kelebihannya adalah peningkatan pemahaman prosedural data alumni. Kekurangannya, solusi yang ditawarkan hanya berupa pelatihan, bukan penyediaan infrastruktur sistem permanen. Perbedaannya, penelitian saya menyediakan infrastruktur sistem digital yang mendukung penyimpanan dan pencarian kembali data ijazah alumni secara terpusat.
6	Yuliana Putri Widyastuti (2024)	Perancangan <i>Private cloud Storage</i> Menggunakan <i>Nextcloud</i> untuk Meningkatkan Kinerja Administrasi di Sekolah	Penelitian ini merancang <i>Private cloud</i> menggunakan <i>Nextcloud</i> untuk berbagi data guru. Kelebihannya adalah implementasi teknis penyimpanan mandiri yang aman. Keterbatasannya, penggunaan <i>Nextcloud</i> hanya sebatas fitur standar berbagi file. Perbedaannya, penelitian saya tidak hanya menyediakan penyimpanan, tetapi juga membangun antarmuka sistem

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Pembahasan
(1)	(2)	(3)	(4)
7	Abdul Rafar (2023)	Perancangan Sistem Absensi Pengenalan Wajah Mahasiswa Prodi Teknologi Informasi Berbasis Website	Penelitian ini menggunakan <i>face-api.js</i> untuk sistem absensi mahasiswa. Kelebihannya adalah penerapan teknologi pengenalan wajah yang akurat untuk pencatatan kehadiran. Keterbatasannya, fungsi wajah hanya digunakan untuk data presensi harian. Perbedaannya, penelitian saya memanfaatkan teknologi <i>face-api.js</i> yang sama namun difungsikan sebagai fitur keamanan tingkat tinggi (MFA) untuk memvalidasi hak akses dokumen ijazah.
8	Ferdy Mohamad Firdaus & Hidayat (2025)	Perancangan dan Implementasi Sistem Absensi Siswa Berbasis Web Menggunakan Face Recognition dan SMS Gateway	Penelitian ini merancang sistem absensi siswa dengan notifikasi SMS Gateway. Kelebihannya ada pada fitur notifikasi <i>real-time</i> ke orang tua. Kekurangannya, fokus sistem hanya pada monitoring kehadiran. Perbedaannya, penelitian saya menggunakan biometrik wajah untuk tujuan autentikasi keamanan dokumen ijazah di dalam <i>Private cloud</i> , bukan untuk monitoring kehadiran.
9	Pitrasacha Adytia, dkk (2022)	Implementasi <i>Private cloud Computing</i> untuk Praktek Siswa dengan Menggunakan <i>OpenStack</i> (Studi Kasus: SMK Negeri 7 Samarinda)	Penelitian ini membangun infrastruktur <i>Private cloud</i> dengan <i>OpenStack</i> untuk laboratorium SMK. Kelebihannya adalah penyediaan infrastruktur komputasi yang handal untuk praktik siswa. Perbedaannya, penelitian saya memanfaatkan teknologi <i>Private cloud</i> secara spesifik sebagai media penyimpanan aman (<i>secure storage</i>) untuk arsip ijazah.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Pembahasan
(1)	(2)	(3)	(4)
10	Miftahul Jannah, dkk (2024)	Implementasi Autentikasi Biometrik untuk Meningkatkan Keamanan dan Privasi Pengguna Dompot Digital	Penelitian ini mengevaluasi autentikasi biometrik untuk keamanan dompet digital (<i>e-wallet</i>). Kelebihannya adalah analisis mendalam soal keamanan transaksi finansial. Perbedaannya, penelitian saya mengadopsi standar keamanan biometrik tersebut ke dalam ranah pendidikan, yaitu untuk menjamin keamanan dan privasi data ijazah alumni agar setara dengan keamanan finansial.

Penelitian pertama yang diulas adalah oleh Toni Awaludin, Ichsan Afu Pradana, dan Dwi Hartanti (2025) dengan judul "Analisis Performa Autentikasi Wajah pada Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit Menggunakan Model Tiny Face Detector dari Face-API.js"[9]. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan teknologi pengenalan wajah untuk keamanan akses data rekam medis. Hasilnya menunjukkan bahwa model *Tiny Face* sangat efisien dan ringan untuk perangkat dengan spesifikasi rendah. Namun, kekurangan penelitian ini adalah belum adanya integrasi dengan penyimpanan *file* terenkripsi (*Private cloud*). Perbedaannya dengan penelitian penulis terletak pada lokasi studi kasus (Rumah Sakit vs Sekolah) dan fokus objek pengamanan (Data Pasien vs Arsip Ijazah).

Penelitian kedua dilakukan oleh Eka Angga Laksana, dkk (2023) mengenai "Perancangan Repository Berbasis *Private cloud* untuk Membantu Administrasi Sekolah SMKN 2 Cimahi" [8]. Penelitian ini berfokus pada pembangunan infrastruktur penyimpanan data guru menggunakan metode NDLC. Kelebihannya adalah tersedianya wadah penyimpanan terpusat. Namun, sistem ini hanya

berfungsi sebagai *storage* biasa tanpa fitur keamanan verifikasi identitas pengguna. Penelitian ini menjadi landasan infrastruktur bagi penulis, namun penulis mengembangkannya lebih lanjut dengan menambahkan fitur keamanan biometrik.

Penelitian ketiga oleh Haeruddin, Stefanus Eko Prasetyo, dan Avista Mindy (2025) membahas "Implementasi *Multi-Factor Authentication* Untuk Optimalisasi Keamanan Akses Data" [11]. Penelitian ini menawarkan solusi keamanan data menggunakan layanan manajemen identitas *Auth0*. Kelebihannya adalah kemudahan implementasi standar keamanan industri untuk mencegah akses ilegal. Namun, sistem ini mengandalkan layanan pihak ketiga (*Third-Party Service*), yang berarti data autentikasi dikelola di luar server internal. Dalam penelitian ini, penulis mengadopsi konsep MFA tersebut namun menerapkannya secara mandiri (*Self-Hosted*) menggunakan biometrik wajah di dalam infrastruktur *Private cloud* sekolah, sehingga keamanan dan kedaulatan data tetap berada sepenuhnya di tangan pihak sekolah.

Penelitian keempat oleh Murniati dan Sohiron (2023) menganalisis "Manajemen Arsip dalam Ketatausahaan di Sekolah Menengah Atas Negeri 12 Pekanbaru" [12]. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif untuk membedah masalah manajerial arsip fisik. Kelebihannya adalah pemaparan mendalam mengenai risiko kerusakan arsip kertas. Namun, penelitian ini tidak menghasilkan solusi teknis berupa sistem aplikasi. Penelitian penulis hadir sebagai jawaban teknis (solusi sistem) atas permasalahan manajerial yang dipaparkan.

Penelitian kelima dari Tim Penulis Pengabdian UMRI (2023) berfokus pada "Pelatihan Pengelolaan Bursa Kerja Khusus (BKK) Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Se-Provinsi Riau" [3]. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan kompetensi

pengelola BKK. Kekurangannya, solusi yang ditawarkan hanya bersifat pelatihan SDM, bukan penyediaan infrastruktur sistem permanen. Penelitian penulis melengkapi hal ini dengan menyediakan *tools* (sistem arsip digital) yang dapat digunakan oleh SDM tersebut untuk bekerja lebih efisien.

Penelitian keenam oleh Yuliana Putri Widyastuti (2024) berjudul "Perancangan *Private cloud Storage* Menggunakan *Nextcloud* untuk Meningkatkan Kinerja Administrasi di Sekolah" [10]. Penelitian ini menggunakan *tools* yang sama, yaitu *Nextcloud*. Kelebihannya adalah bukti empiris bahwa *Nextcloud* efektif untuk sekolah. Namun, implementasinya masih standar. Penelitian penulis mengembangkan antarmuka khusus yang terintegrasi dengan API wajah.

Penelitian ketujuh oleh Abdul Rafar (2023) merancang "Sistem Absensi Pengenalan Wajah Mahasiswa Prodi Teknologi Informasi Berbasis Website" [13]. Penelitian ini menggunakan *library face-api.js* untuk mencatat kehadiran. Kelebihannya adalah akurasi deteksi wajah yang baik. Namun, fungsinya hanya untuk presensi harian. Penulis memanfaatkan teknologi serupa namun menaikkan level fungsinya menjadi fitur keamanan (*security feature*) untuk memvalidasi hak kepemilikan dokumen.

Penelitian kedelapan oleh Ferdy Mohamad Firdaus & Hidayat (2025) tentang "Perancangan dan Implementasi Sistem Absensi Siswa Berbasis Web" [14]. Sistem ini dilengkapi fitur notifikasi ke orang tua. Kelebihannya adalah fitur *real-time monitoring*. Namun, fokusnya adalah pemantauan kehadiran, bukan pengamanan aset data. Penelitian penulis melengkapi digitalisasi sekolah dengan berfokus pada aspek keamanan aset jangka panjang (ijazah).

8 Penelitian kesembilan oleh Pitrasacha Adytia, dkk (2022) mengimplementasikan "*Private cloud Computing* untuk Praktek Siswa dengan Menggunakan *OpenStack*" [15]. Penelitian ini membangun infrastruktur *cloud* yang kompleks untuk laboratorium. Kelebihannya adalah performa komputasi yang tinggi. Namun, tujuannya adalah sarana praktik siswa, bukan manajemen arsip. Penelitian penulis lebih fokus pada fungsi manajerial tata usaha dalam mengelola dokumen.

27 Penelitian kesepuluh oleh Miftahul Jannah, dkk (2024) mengevaluasi "*Implementasi Autentikasi Biometrik untuk Meningkatkan Keamanan dan Privasi Pengguna Dompot Digital*" [16]. Penelitian ini menyoroti pentingnya biometrik dalam transaksi finansial. Penulis mengadopsi standar keamanan tinggi ini ke dalam ranah pendidikan, dengan argumen bahwa ijazah adalah aset yang nilainya setara dengan aset finansial.

2.6 Kesimpulan Studi Literatur

9 Berdasarkan kajian literatur dan pemetaan penelitian terdahulu yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa teknologi pengelolaan arsip digital, *Private Cloud*, dan autentikasi biometrik wajah umumnya masih diimplementasikan secara terpisah atau berjalan dalam silo masing-masing. Sebagian besar penelitian sebelumnya cenderung berfokus pada satu domain spesifik, misalnya hanya pada digitalisasi arsip menggunakan penyimpanan awan publik (*public cloud*) yang rentan terhadap kebijakan pihak ketiga, atau penggunaan deteksi wajah yang sebatas untuk keperluan presensi kehadiran tanpa integrasi ke sistem dokumen vital.

Penelitian ini hadir sebagai solusi strategis dan komprehensif untuk menjembatani celah keamanan tersebut. Sistem ini mengintegrasikan tiga elemen teknologi krusial arsitektur *cloud computing*, autentikasi biometrik, dan manajemen arsip digital ke dalam satu ekosistem terpadu yang kokoh. Di tengah eskalasi ancaman siber dan rentannya kebocoran data pada layanan awan publik, kebutuhan akan infrastruktur mandiri menjadi sangat mendesak bagi institusi pendidikan guna melindungi aset informasi bernilai tinggi seperti dokumen ijazah.

Melalui penerapan infrastruktur mandiri (*Self-Hosted Private Cloud*) berbasis Nextcloud yang diarsiteki di atas lingkungan virtual Linux, sistem ini menjamin kedaulatan data (*data sovereignty*) secara penuh. Sebagai lapis pertahanan akses, diterapkan protokol *Multi-Factor Authentication* (MFA) yang mengombinasikan faktor inherensi (biometrik wajah) dengan validasi kontak unik. Lebih jauh lagi, penggunaan teknologi *face-api.js* diperkuat dengan fitur *liveness detection* (deteksi kehidupan) melalui serangkaian tantangan interaktif seperti deteksi ekspresi senyum, kedipan mata, dan tolehan wajah. Lapisan keamanan ini secara mutlak memastikan bahwa hak akses pengunduhan arsip hanya diberikan kepada pemilik identitas asli yang hadir secara *real-time*, sehingga secara signifikan meminimalisir risiko pembuatan akun ganda, pencurian kredensial, hingga manipulasi identitas (*spoofing*) menggunakan foto statis maupun rekaman video.

Dengan mengalihkan paradigma dari layanan awan publik ke infrastruktur privat yang terisolasi, institusi pendidikan tidak sekadar mengamankan data, melainkan memperoleh kendali mutlak atas tata kelola dan kebijakan privasi. Langkah mitigasi ini menjamin kemudahan akses bagi pengguna sah sekaligus memberikan perlindungan ekstra terhadap potensi penyalahgunaan dokumen.

6

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri (SMKN) 1 Tembilahan. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada relevansi permasalahan yang dihadapi instansi, khususnya pada bagian Tata Usaha terkait pengelolaan arsip ijazah alumni yang saat ini masih berjalan secara konvensional, sehingga memerlukan digitalisasi untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan data. Adapun detail identitas lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

Nama Instansi : SMKN 1 Tembilahan
Alamat : JL.Baharuddin Yusuf Tembilahan
Fokus Penelitian : Bagian Tata Usaha /Pengelolaan
Arsip Ijazah
Waktu Penelitian : September 2025 s.d Februari
2026

4

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Untuk menunjang kelancaran penelitian dan pembangunan sistem, penulis menggunakan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) dengan spesifikasi sebagai berikut:

3.2.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan meliputi satu unit laptop yang difungsikan ganda sebagai media pengembangan (development) sekaligus simulasi server lokal.

1. Laptop / PC Server:

Merk/Tipe	: TOSHIBA
Processor	: Intel Core i7
RAM	: 16 GB
Penyimpanan	: SSD 238 GB
Sistem Operasi Host	: Windows

2. Perangkat Pendukung:

- a. Kamera/*Webcam*: Perangkat kamera standar smartphone atau *webcam* yang mendukung pengambilan citra digital dengan kualitas yang memadai untuk proses deteksi wajah."
- b. Koneksi Jaringan Lokal (LAN/Wi-Fi): Untuk simulasi akses *Intranet*

3.2.2 Perangkat Lunak (*Software*)

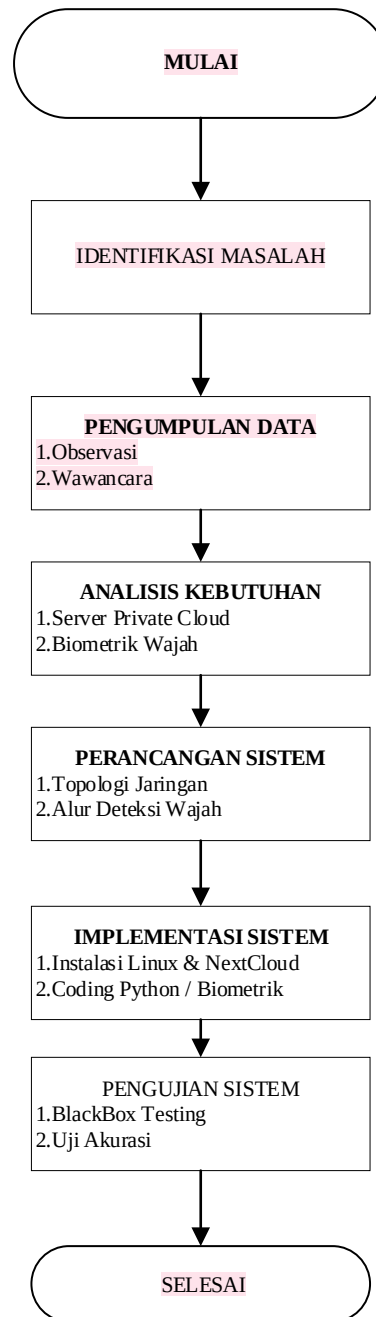
Perangkat lunak yang digunakan dalam pembangunan dan implementasi sistem ini adalah:

1. **Sistem Operasi *Server***: *Linux Ubuntu Server* (Dijalankan via Virtualisasi/*VirtualBox*).
2. **Platform *Cloud***: *Nextcloud* (sebagai manajemen penyimpanan arsip digital).

3. **Bahasa Pemrograman:** *PHP* (untuk sistem informasi utama) & *JavaScript* (menggunakan *library Face-API.js* untuk pemrosesan biometrik wajah)..
4. **Library Pendukung:** *OpenCV* dan *Face Recognition* (untuk pengolahan citra digital).
5. **Web Server:** *Apache / Nginx*
6. **Database Management System:** *MariaDB / MySQL*.
7. **Tools Pengembangan:** *Visual Studio Code, Web Browser (Chrome/Edge)*.

3.3 Metode Penelitian

Dalam melaksanakan pengembangan Sistem Arsip Ijazah Digital ini, penulis mengadopsi kerangka kerja *System Development Life Cycle (SDLC)* dengan model pengembangan *Waterfall* (Air Terjun). Pemilihan model ini didasarkan pada karakteristiknya yang sistematis, terstruktur, dan bersifat sekuensial linear, di mana setiap fase penelitian harus diselesaikan secara menyeluruh dan terdokumentasi dengan baik sebelum melangkah ke tahapan berikutnya. Dengan mengikuti struktur yang kaku namun terorganisir, risiko kesalahan logika pada sistem keamanan dapat diminimalisir sedini mungkin. Secara visual, kronologi dan tahapan logis dari metodologi penelitian ini dipetakan ke dalam sebuah diagram alir (*flowchart*) sistematis sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

3.4 Uraian Tahapan Penelitian

Mengacu pada kerangka kerja yang telah divisualisasikan dalam Gambar 3.1 di atas, proses penelitian ini dilaksanakan secara sistematis melalui serangkaian tahapan yang saling berkesinambungan. Berikut adalah uraian komprehensif

mengenai aktivitas teknis dan luaran (*output*) yang dihasilkan pada setiap fase penelitian:

3.4.1 Identifikasi Masalah

Tahap ini merupakan langkah awal penelitian di mana penulis melakukan perumusan masalah yang terjadi di SMKN 1 Tembilahan. Fokus identifikasi masalah terletak pada risiko pengelolaan arsip ijazah fisik, serta kebutuhan mendesak akan sistem penyimpanan digital yang berdaulat (*sovereign*) dan aman.

3.4.2 Pengumpulan Data

Dalam upaya memperoleh data yang akurat, komprehensif, dan relevan sebagai landasan analisis kebutuhan sistem, penulis menerapkan teknik pengumpulan data primer yang dilakukan secara langsung di lokasi penelitian.

Data-data tersebut dihimpun melalui dua pendekatan metodologis, yaitu:

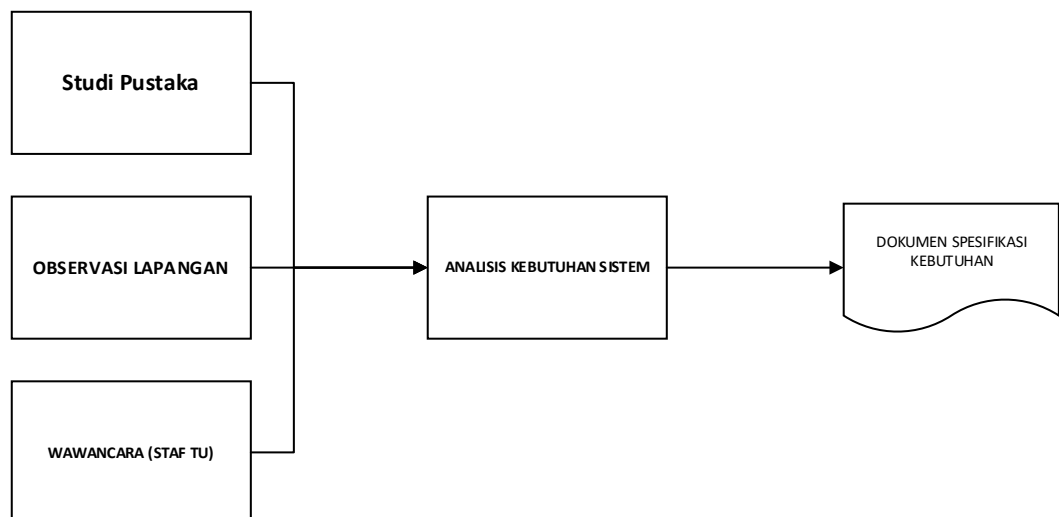
1. Observasi

Penulis melakukan pengamatan langsung di ruang Tata Usaha SMKN 1 Tembilahan untuk memetakan alur kerja manajemen arsip yang sedang berjalan. Fokus utama observasi meliputi kondisi fisik fasilitas penyimpanan (lemari arsip), tata letak dokumen ijazah alumni, serta identifikasi risiko lingkungan yang berpotensi merusak arsip fisik, seperti kelembaban suhu ruangan dan ancaman hama (*rayap*). Selain itu, penulis juga mengamati proses pencarian kembali (*retrieval*) dokumen saat terjadi permintaan legalisir untuk mengukur rata-rata waktu yang dibutuhkan staf dalam melayani satu permohonan.

2. Wawancara

Penulis melakukan sesi tanya jawab mendalam dengan Kepala Tata Usaha dan staf pengelola arsip SMKN 1 Tembilahan. Wawancara ini bertujuan untuk menggali permasalahan spesifik yang tidak terlihat saat observasi, seperti kendala prosedural saat pengambilan ijazah, frekuensi kejadian kehilangan dokumen, serta kekhawatiran pihak sekolah terkait keamanan data alumni. Informasi yang diperoleh dari wawancara ini digunakan sebagai landasan utama dalam menyusun analisis kebutuhan sistem (*user requirement*) agar aplikasi yang dibangun benar-benar menjadi solusi tepat guna bagi permasalahan sekolah.

3.4.3 Analisis Kebutuhan

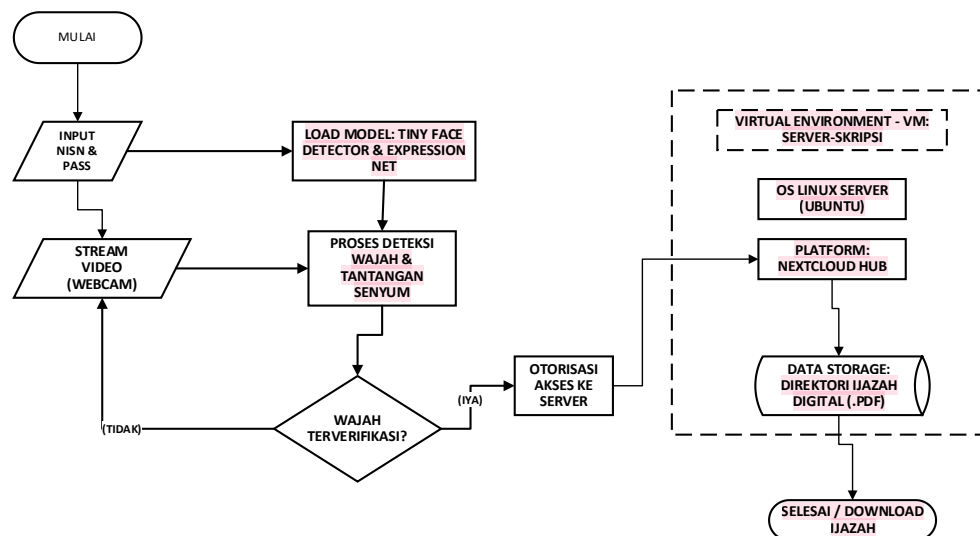


Gambar 3. 2 Diagram Analisis Kebutuhan

Proses analisis kebutuhan dalam penelitian ini digambarkan melalui alur kerja sistematis pada Gambar 3.2. Tahapan diawali dengan pengumpulan data primer dan sekunder melalui studi pustaka terhadap model *AI face-api.js* serta arsitektur

Private cloud. Selanjutnya, dilakukan observasi mendalam dan wawancara di SMKN 1 Tembilahan untuk memetakan kendala pada pengelolaan arsip ijazah konvensional. Seluruh informasi yang terkumpul kemudian diproses dalam tahap analisis kebutuhan fungsional, yang mencakup identifikasi fitur autentikasi biometrik dan manajemen dokumen pada *cloud storage*. Selain itu, analisis kebutuhan non-fungsional juga dilakukan untuk memastikan standar keamanan data dan performa sistem pada jaringan lokal. *Output* dari tahapan ini adalah Dokumen Spesifikasi Kebutuhan Sistem yang menjadi landasan utama dalam menentukan perangkat keras (*hardware*) berupa server berbasis *Virtual Machine* dan perangkat lunak (*software*) yang akan digunakan pada tahap pengembangan.

3.4.4 Perancangan Sistem



Gambar 3. 3 Diagram Alur Kerja Sistem

Pada tahap ini, penulis merancang arsitektur topologi jaringan *Private cloud* dan logika alur kerja sistem. Perancangan sistem usulan secara menyeluruh dipetakan dalam bentuk arsitektur terintegrasi sebagaimana terlihat

pada Gambar 3.3. Arsitektur ini membagi sistem ke dalam tiga zona utama. Zona pertama dan kedua merupakan sisi *client* di mana *website* menangani proses login NISN dan inisialisasi biometrik wajah secara *asynchronous* menggunakan *library face-api.js*. Pada tahap ini, dilakukan *liveness detection* melalui ekspresi senyum untuk memverifikasi keaslian subjek pengguna.

Zona ketiga merupakan sisi *server* yang diimplementasikan dalam lingkungan *virtual (Virtual Machine)*. Jika verifikasi biometrik pada sisi *client* dinyatakan valid, sistem akan mengirimkan otorisasi untuk membuka gerbang akses menuju *server Linux Ubuntu*. Di dalam *server* tersebut, platform *Nextcloud Hub* berperan sebagai pengelola basis data dan direktori penyimpanan file ijazah PDF. Integrasi antara logika biometrik di *browser* dengan infrastruktur *Private cloud* ini memastikan bahwa dokumen vital hanya dapat diakses setelah melewati dua lapis autentikasi yang ketat. Implementasi Sistem

Tahap ini merupakan eksekusi teknis yang meliputi instalasi sistem operasi *Linux Ubuntu*, konfigurasi platform *Nextcloud*, serta penulisan kode program (*coding*) untuk mengintegrasikan modul deteksi wajah ke dalam sistem keamanan arsip.

3.4.5 Pengujian Sistem

Dilakukan pengujian fungsionalitas menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan seluruh fitur berjalan lancar. Selain itu, dilakukan pengujian akurasi biometrik menggunakan sampel data wajah 100 alumni untuk mengukur tingkat keberhasilan sistem dalam mengenali pengguna yang sah.

3.5 Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam kurun waktu 6 (enam) bulan. Berikut adalah estimasi jadwal kegiatan penelitian:

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Sep 25	Oct 25	Nov 25	Dec 25	Jan 26	Feb 26
1	Identifikasi Masalah	✓					
2	Pengumpulan Data		✓				
3	Analisis Kebutuhan		✓	✓			
4	Perancangan Sistem			✓	✓		
5	Implementasi Sistem					✓	
6	Pengujian & Laporan						✓

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang telah dilaksanakan sesuai dengan judul penelitian, yaitu "Pengembangan Sistem Arsip Ijazah Digital Berbasis *Private cloud* dengan Autentikasi Biometrik Wajah". Pembahasan pada bab ini mengacu pada tahapan penelitian yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, dimulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data melalui observasi, dan wawancara, hingga analisis kebutuhan sistem. Selanjutnya, bab ini menguraikan hasil perancangan sistem, proses implementasi, serta hasil pengujian sistem. Melalui pembahasan ini, diharapkan dapat diketahui sejauh mana sistem yang dikembangkan mampu memenuhi tujuan penelitian serta meningkatkan efektivitas pengelolaan arsip ijazah di SMKN 1 Tembilahan.

4.1 Pembahasan

Pada subbab ini dibahas secara rinci hasil penelitian yang diperoleh dari pengembangan Sistem Arsip Ijazah Digital Berbasis *Private cloud*. Pembahasan disusun berdasarkan tahapan penelitian yang telah dilakukan, meliputi analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi, serta pengujian sistem. Setiap tahapan tersebut dibahas untuk menunjukkan keterkaitan antara permasalahan yang dihadapi dengan solusi sistem yang dikembangkan.

4.2 Hasil Analisis Kebutuhan

Hasil analisis kebutuhan diperoleh dari proses pengumpulan data yang dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan pihak staf Tata

Usaha di SMKN 1 Tembilahan. Analisis ini bertujuan untuk membedah secara mendalam permasalahan pada sistem pengelolaan arsip ijazah manual, untuk kemudian dirumuskan spesifikasi kebutuhan sistem baru yang ideal.

Dalam penelitian ini, identifikasi masalah dan analisis kebutuhan dilakukan menggunakan pendekatan kerangka kerja *PIECES (Performance, Information, Economy, Control, Efficiency, dan Service)*. Berikut adalah penjabaran hasil analisis *PIECES* yang membandingkan kelemahan sistem lama dengan solusi yang ditawarkan oleh Sistem Arsip Ijazah Digital:

1. *Performance (Kinerja)*

- a. **Sistem Lama :** Kinerja staf Tata Usaha dalam melakukan pencarian dokumen ijazah fisik sangat lambat karena harus membongkar tumpukan map dan lemari arsip secara manual, yang memakan waktu berjam-jam untuk menemukan satu dokumen alumni dari tahun kelulusan lama.
- b. **Sistem Baru :** Sistem digital menawarkan kinerja pencarian (*retrieval*) yang sangat cepat. Admin atau alumni hanya perlu memasukkan Nomor Induk Siswa Nasional (NISN) ke dalam sistem, dan *database* akan langsung memanggil tautan direktori dokumen ijazah PDF dari peladen Private Cloud dalam hitungan detik.

2. *Information (Informasi)*

- a. **Sistem Lama:** Media penyimpanan berupa kertas fisik sangat rentan terhadap kerusakan akibat faktor usia, kelembapan, bencana alam, atau dimakan rayap. Selain itu, tidak ada mekanisme cadangan (*backup*) informasi jika dokumen asli tersebut rusak.

- b. **Sistem Baru:** Informasi dijaga keutuhannya dalam format digital (PDF) yang tersimpan di dalam infrastruktur *Private Cloud (Nextcloud)*. Sistem ini memungkinkan adanya pencadangan data (*backup*) berkala, sehingga informasi arsip negara tidak akan pernah hilang atau rusak secara fisik.

3. *Economy* (Ekonomi/Biaya)

- a. **Sistem Lama:** Terdapat pemborosan anggaran sekolah secara berkelanjutan untuk pengadaan ruang penyimpanan, lemari besi, map, serta biaya perawatan fisik arsip dari tahun ke tahun seiring bertambahnya jumlah lulusan.
- b. **Sistem Baru:** Jauh lebih ekonomis untuk jangka panjang. Sekolah hanya membutuhkan satu investasi awal berupa perangkat peladen (*server*) lokal, yang mampu menyimpan puluhan ribu dokumen arsip ijazah tanpa memerlukan tambahan ruang fisik atau pembelian lemari arsip baru.

4. *Control* (Kontrol/Keamanan)

- a. **Sistem Lama:** Tingkat keamanan arsip fisik sangat rendah, karena ruang arsip atau lemari hanya dikunci menggunakan gembok biasa. Dokumen rentan dipinjam, dipalsukan, atau diakses oleh pihak yang tidak memiliki otorisasi.
- b. **Sistem Baru:** Mengimplementasikan tingkat kontrol keamanan tingkat tinggi melalui dua lapis perlindungan. Pertama, sentralisasi dokumen di dalam *Private Cloud* yang membatasi akses publik. Kedua, kontrol akses di sisi pengguna (*Alumni*) menggunakan teknologi *Artificial Intelligence* berupa **Autentikasi Biometrik Wajah (*Face Liveness*)**, yang memastikan

bahwa dokumen ijazah hanya dapat diunduh oleh pemilik sah wajah tersebut, anti-pemalsuan terhadap foto statis maupun video.

5. *Efficiency* (Efisiensi)

- a. **Sistem Lama:** Proses pelayanan legalisir atau permintaan salinan ijazah oleh alumni sangat tidak efisien dan membebani jam kerja staf Tata Usaha yang harus melayani pencarian secara fisik.
- b. **Sistem Baru:** Sistem bekerja secara terotomatisasi. Staf Tata Usaha hanya perlu mengunggah dokumen satu kali pada saat tahun kelulusan. Setelah itu, beban kerja pencarian diambil alih oleh sistem, membebaskan staf TU untuk mengerjakan tugas administratif lainnya.

6. *Service* (Layanan)

- a. **Sistem Lama:** Layanan kepada alumni lambat dan tidak fleksibel, mengharuskan alumni datang langsung ke sekolah di jam kerja hanya untuk meminta salinan arsip.
- b. **Sistem Baru:** Meningkatkan mutu layanan publik sekolah secara drastis. Alumni dapat melakukan swalayan (*self-service*) mengakses brankas arsip digital mereka sendiri kapan saja dan di mana saja setelah berhasil melewati tantangan *Face Liveness*, memberikan layanan yang jauh lebih cepat, modern, dan profesional.

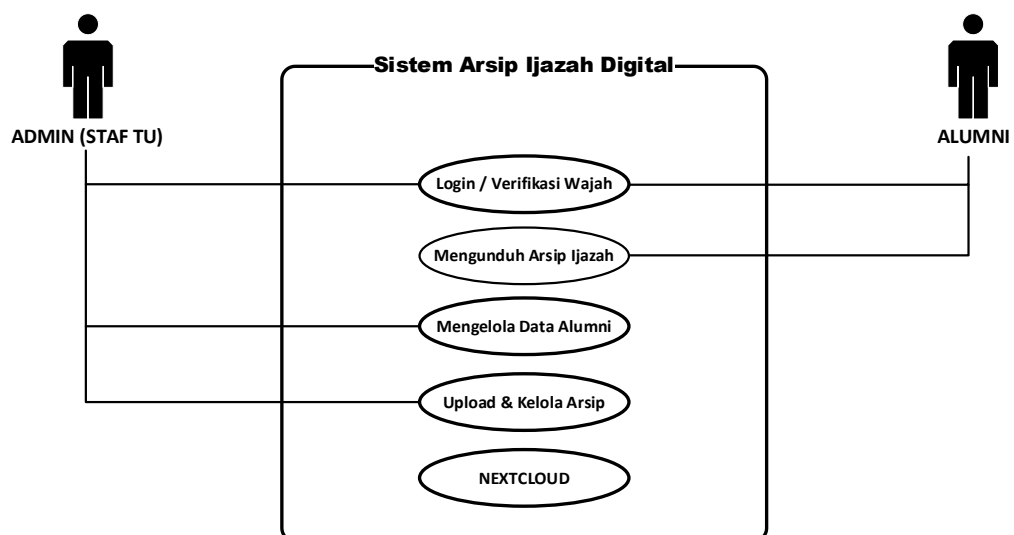
4.3 Hasil Desain Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem dengan menggunakan pendekatan berorientasi objek atau *Unified Modeling Language* (UML). Perancangan sistem bertujuan untuk memberikan gambaran alur kerja, struktur

keamanan biometrik, serta penyimpanan arsip ijazah pada *server* yang telah dibangun sebelum tahap implementasi dilakukan. Beberapa alat bantu yang digunakan dalam perancangan sistem antara lain *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, dan *Class Diagram*, yang masing-masing berfungsi untuk menggambarkan interaksi pengguna dengan sistem, alur proses autentikasi, serta struktur data dalam sistem.

4.3.1 Usecase Diagram

Use Case Diagram merupakan salah satu diagram dalam *Unified Modeling Language* (UML) yang digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna (aktor) dengan sistem serta fungsi-fungsi yang dapat dijalankan. Pada Sistem Arsip Ijazah Digital Berbasis *Private Cloud*, *Use Case Diagram* digunakan untuk menjelaskan peran aktor seperti Admin (Staf TU) dalam mengelola direktori *Nextcloud* dan data master, serta Alumni sebagai pengguna akhir yang melakukan verifikasi biometrik wajah untuk mengakses dokumen ijazah.



Gambar 4. 1 usecase Diagram Sistem Arsip Ijazah Digital

2

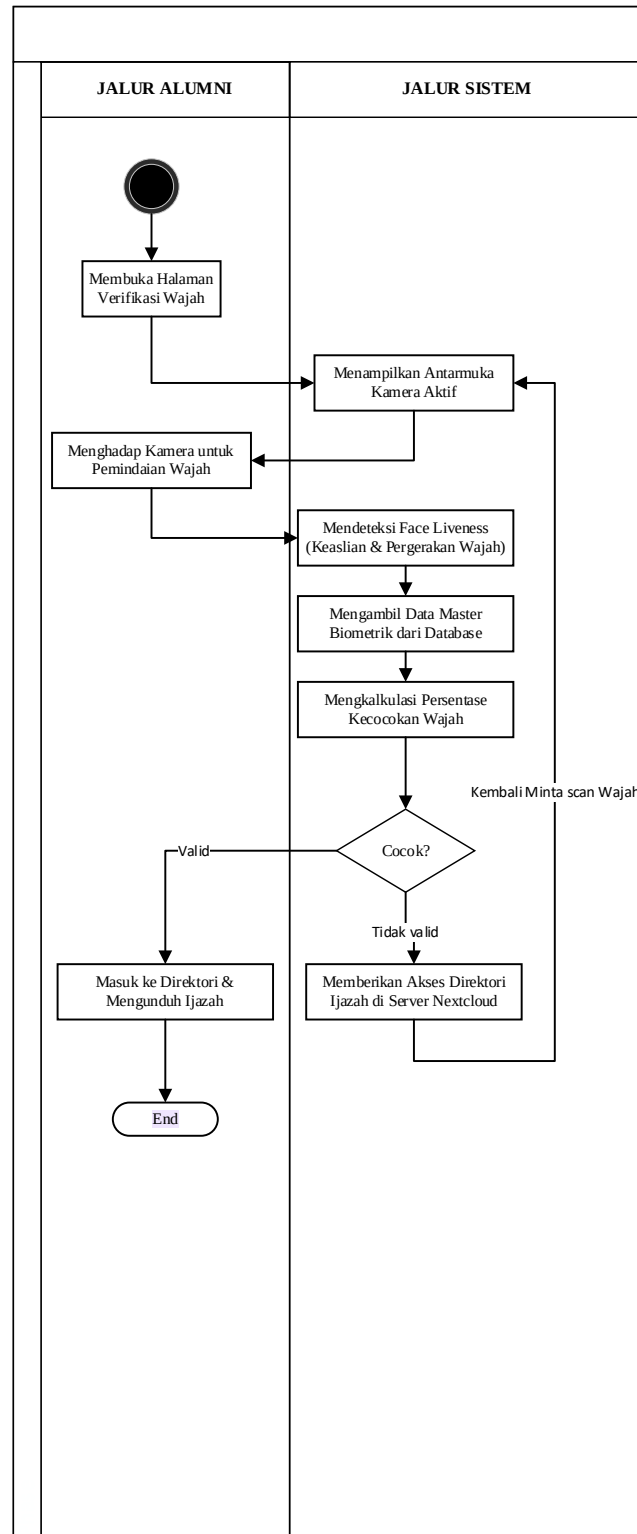
Gambar 4.1 adalah *Use case diagram* sistem yang menampilkan dua aktor utama: Admin dan Alumni. Admin memiliki hak akses penuh ke dalam server untuk mengelola data master alumni, arsip dokumen PDF, dan log sistem. Sedangkan Alumni hanya memiliki akses terbatas untuk melakukan verifikasi *Face Liveness* (biometrik wajah) dan mengunduh arsip ijazah miliknya sendiri. Pembagian otorisasi ini bertujuan untuk menjaga kedaulatan dan privasi data arsip secara terpusat.

37

4.3.2 Activity Diagram

67

Activity Diagram merupakan diagram yang memodelkan alur kerja (*workflow*) atau aktivitas dari sebuah sistem yang dirancang. Diagram ini menunjukkan langkah-langkah berurutan dari suatu proses, mulai dari titik awal hingga titik akhir, serta keputusan (*decision*) yang mungkin terjadi di dalam alur tersebut. Pada Sistem Arsip Ijazah Digital ini, *Activity Diagram* akan melakukan pembedahan detail proses-proses utama yang telah didefinisikan pada *Usecase Diagram*, seperti alur verifikasi *Face Liveness* untuk autentikasi pengguna, serta alur manajemen arsip ke dalam server *Private Cloud*. Penjabaran alur melalui diagram ini sangat esensial untuk memvisualisasikan sinkronisasi interaksi antara antarmuka pengguna dengan infrastruktur *back-end*. Pemodelan aktivitas ini sekaligus bertindak sebagai cetak biru (*blueprint*) guna memastikan bahwa logika keamanan biometrik mampu mendeteksi anomali akses sebelum sistem memberikan izin masuk ke brankas dokumen. Dengan demikian, setiap proses penarikan dan sinkronisasi *file* ijazah yang berpusat di dalam Nextcloud dapat dipastikan hanya tereksekusi oleh pengguna yang telah tervalidasi.



Gambar 4.2 Activity Diagram Verifikasi Biometri Wajah

Gambar 4.2 menjelaskan alur aktivitas saat alumni mencoba mengakses arsip ijazahnya. Proses dimulai ketika pengguna membuka sistem dan diarahkan ke

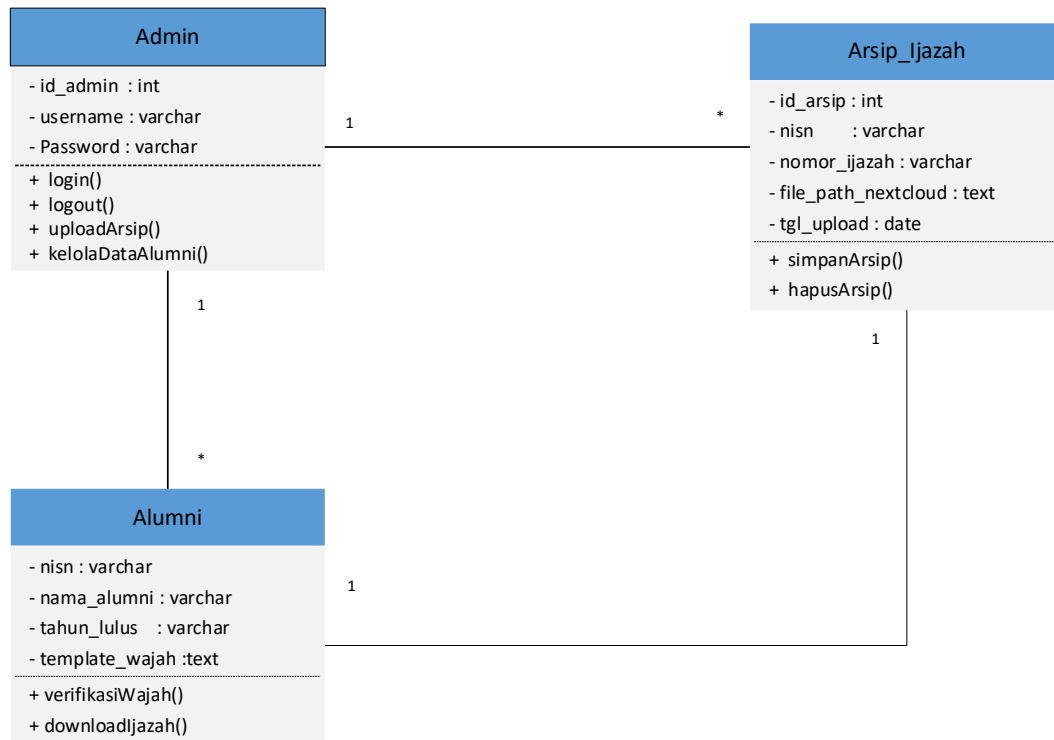
antarmuka pemindaian wajah. Sistem akan menangkap gambar wajah secara *real-time* menggunakan kamera dan mencocokkannya dengan data biometrik yang telah didaftarkan. Jika verifikasi (deteksi *liveness* dan pencocokan wajah) berhasil, sistem akan memberikan hak akses bagi alumni untuk mengunduh dokumen dari server *Nextcloud*. Sebaliknya, jika gagal, sistem akan menampilkan pesan peringatan dan meminta pengguna untuk melakukan pemindaian ulang.

4.3.3 Class Diagram

Pada Sistem Arsip Ijazah Digital ini, *Class Diagram* dirancang secara spesifik untuk merepresentasikan seluruh entitas data yang saling berinteraksi secara kompleks demi mendukung proses autentikasi biometrik wajah dan manajemen penyimpanan arsip. Mengingat sistem ini mengintegrasikan teknologi kecerdasan buatan berupa algoritma pemindaian wajah (*Face Liveness*) dan sistem penyimpanan terpusat pada server *private cloud Nextcloud*, pemodelan kelas ini menjadi krusial untuk memetakan bagaimana data identitas alumni disinkronisasikan secara aman dengan data templat biometrik wajah serta berkas digital ijazah. Hal ini bertujuan agar sistem dapat menjamin keamanan data tingkat tinggi, mencegah adanya manipulasi akses, dan memastikan distribusi hak unduh dokumen ijazah berjalan secara otomatis namun tetap menjaga privasi setiap individu.

Melalui *Class Diagram* ini, relasi ketergantungan (*dependency*) dan aturan kardinalitas (*multiplicity*) antar komponen data didefinisikan secara tegas untuk mengatur lalu lintas data antara aplikasi *web* dengan komponen *server*. Struktur statis yang dirancang ini menjadi fondasi utama dalam membangun skema *database* dan menuliskan kode program, sehingga seluruh fungsi autentikasi dan penarikan

arsip ijazah dapat dieksekusi oleh mesin dengan valid. Rancangan detail mengenai skema kelas, atribut, metode, serta hubungan keterikatan antar entitas di dalam sistem ini secara *visual* dapat dilihat pada Gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3 Class Diagram Sistem Arsip Ijazah Digital

Berdasarkan Gambar 4.3, arsitektur data sistem ini dibangun atas tiga entitas (kelas) utama, yaitu Admin, Alumni, dan Arsip_Ijazah. Kelas Admin memiliki hak operasional penuh untuk melakukan aksi seperti mengunggah arsip dan mengelola data master alumni. Kelas Alumni berfungsi menyimpan informasi identitas siswa berserta atribut khusus template_wajah, yang di dalamnya menyimpan data vektor biometrik sebagai acuan pencocokan (*Face Liveness*) pada saat proses verifikasi login.

Sementara itu, kelas Arsip_Ijazah berfungsi sebagai entitas dokumen yang menyimpan detail pengarsipan, termasuk atribut *file path nextcloud* yang

merupakan tautan (*link*) langsung menuju *server private cloud* tempat fisik dokumen ijazah PDF bernaung. Pada pemodelan relasinya, interaksi *one-to-many* (1 ke *) antara Admin dengan Alumni maupun Arsip_Ijazah menunjukkan bahwa satu admin berwenang mengelola banyak data. Sedangkan relasi *one-to-one* (1 ke 1) antara Alumni dan Arsip_Ijazah menegaskan integritas privasi, di mana setiap satu alumni hanya memiliki hak akses eksklusif terhadap satu dokumen ijazah miliknya sendiri.

4.4 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap penerjemahan dari hasil perancangan sistem (*blueprint*) yang telah dibuat ke dalam bentuk bahasa pemrograman, sehingga menghasilkan sebuah perangkat lunak yang nyata dan siap untuk dioperasikan. Pada tahap ini, seluruh logika proses, basis data, dan desain antarmuka yang telah dimodelkan sebelumnya pada UML (*Unified Modeling Language*) dieksekusi menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak pendukung. Tujuan dari tahap implementasi ini adalah untuk memastikan bahwa Sistem Arsip Ijazah Digital Berbasis *Private Cloud* dengan Autentikasi Biometrik Wajah dapat berjalan sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan.

4.4.1 Lingkungan Implementasi

Lingkungan implementasi mencakup spesifikasi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan, baik selama proses pembuatan (*development*) maupun pada saat sistem dijalankan (*production*). Spesifikasi yang memadai sangat diperlukan, terutama untuk menjamin kelancaran pemrosesan algoritma deteksi biometrik wajah (*Face Liveness*) dan akses

pertukaran berkas dengan *server Nextcloud*. Berikut adalah spesifikasi lingkungan implementasi yang digunakan:

a. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan sebagai environment utama dalam proses penulisan kode program (*development*) sekaligus simulasi server lokal adalah satu unit komputer jinjing (*laptop*) dengan rincian spesifikasi sebagai berikut:

Perangkat	: Laptop TOSHIBA
Prosesor	: Intel® Core™ i7
Memori (RAM)	: 16 GB
Media Penyimpanan	: Solid State Drive (SSD) dengan kapasitas operasional 238 GB

b. Perangkat Lunak (*Software*)

Untuk mendukung seluruh rangkaian pembuatan program, pengelolaan *database*, pemrosesan algoritma biometrik, hingga simulasi *server cloud*, sistem ini dibangun menggunakan kolaborasi beberapa perangkat lunak berikut:

Sistem Operasi (<i>Host</i>)	: Microsoft Windows
	Distribusi Linux (dijalankan
Sistem Operasi (<i>Server/Guest</i>)	: secara tervirtualisasi sebagai <i>server</i> untuk <i>Nextcloud</i>).

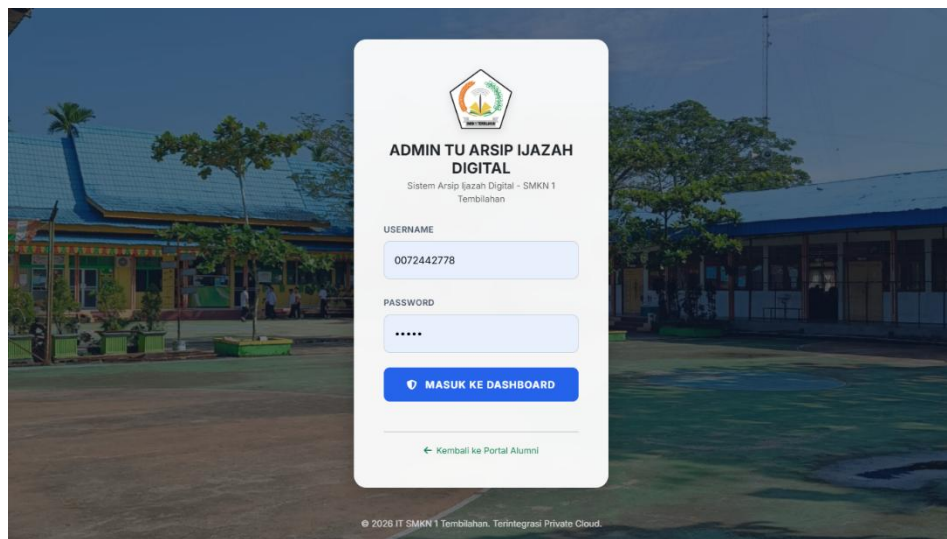
Web Server & Database	:	<i>Oracle VM VirtualBox</i>
Web Server & Database	:	<i>XAMPP</i> (menggunakan <i>web server Apache</i> dan <i>MySQL</i>)
Bahasa Pemrograman Utama	:	<i>PHP, HTML, CSS,</i> dan <i>JavaScript</i>
Library Kecerdasan Buatan	:	<i>face-api.js</i> (memanfaatkan model <i>Tiny Face Detector</i> untuk menjalankan fungsi <i>Face Liveness</i>)
Platform Private Cloud	:	<i>Nextcloud</i>
Text Editor	:	<i>Visual Studio Code</i>
Web Browser	:	Peramban web untuk mengakses antarmuka sistem secara <i>localhost</i>

4.4.2 Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka (*User Interface Implementation*) merupakan bentuk nyata dari hasil perancangan sistem yang telah dibangun menjadi sebuah halaman interaktif. Pada tahap ini, antarmuka sistem dirancang agar mudah digunakan (*user friendly*) sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan sistem secara optimal. Berikut adalah pemaparan dari antarmuka Sistem Arsip Ijazah Digital yang telah diimplementasikan:

1. Halaman Login Admin

Halaman login admin merupakan tampilan awal yang digunakan oleh petugas Tata Usaha (TU) untuk mengakses Sistem Arsip Ijazah Digital. Pada halaman ini, admin diwajibkan memasukkan *username* dan *password* yang valid sebagai proses autentikasi sebelum dapat masuk ke dalam sistem untuk mengelola data master dan dokumen ijazah alumni.



Gambar 4. 4 Tampilan Halaman Login Admin

Gambar 4.4 menunjukkan halaman login sebagai pintu gerbang utama bagi admin TU. Antarmuka halaman ini didesain secara menarik dengan latar belakang lingkungan SMKN 1 Tembilahan serta menampilkan logo resmi sekolah untuk memperkuat identitas instansi. Admin harus mengisi kolom "USERNAME" dan "PASSWORD", kemudian menekan tombol biru "MASUK KE DASHBOARD" untuk memvalidasi hak akses. Jika data yang dimasukkan sesuai, sistem akan mengarahkan admin ke halaman utama (*dashboard*). Selain itu, terdapat tautan "Kembali ke Portal Alumni" untuk berpindah ke halaman

akses siswa, serta keterangan hak cipta dan status integrasi *Private Cloud* pada bagian bawah halaman.

2. Halaman Dashboard dan Data Alumni

Halaman dashboard dan data alumni merupakan pusat kendali utama bagi admin dalam Sistem Arsip Ijazah Digital. Pada halaman ini, admin dapat memantau statistik keseluruhan sistem secara cepat sekaligus mengelola data identitas alumni yang terintegrasi langsung dengan *server* penyimpanan *Private Cloud*.

Sistem Pengelolaan Arsip Digital
Private Cloud & Biometric Security Management

Halo, Administrator TU

TOTAL ALUMNI TERDAFTAR
5 Siswa

IJAZAH TELAH DIUNDUH
1 Dokumen

Daftar Alumni Terdaftar + Tambah Data Baru

NO	NISN	NAMA LENGKAP	STATUS CLOUD	STATUS DOKUMEN	AKSI
1	0061259508	SETIANI NURHASANAH	Terhubung	Belum Diunduh	[Edit] [Hapus]
2	0073189156	MHD.RAGIL WANDIKA	Terhubung	Belum Diunduh	[Edit] [Hapus]
3	0077570355	RIZKI	Terhubung	Belum Diunduh	[Edit] [Hapus]
4	0072442775	AQILLA SYAHELLUNA	Terhubung	Belum Diunduh	[Edit] [Hapus]
5	0035891999	MUHAMMAD ALGARIN WIDODO	Terhubung	Sudah Diunduh	[Edit] [Hapus]

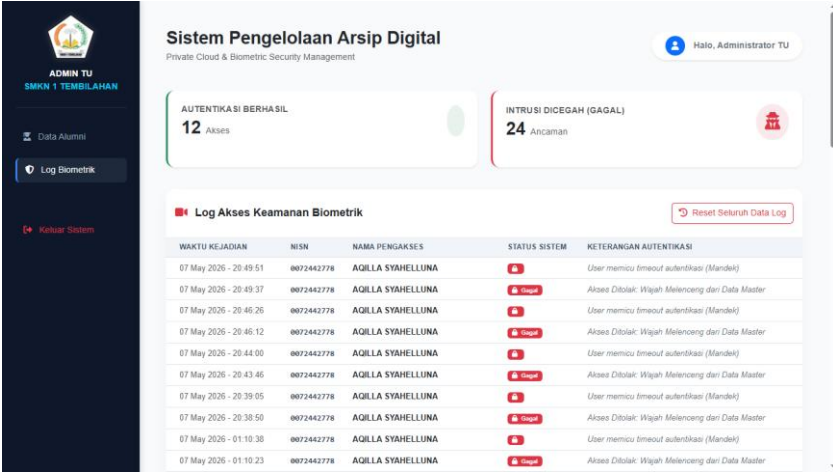
Gambar 4.5 Tampilan Halaman Dashboard dan Data Alumni

Gambar 4.5 menunjukkan tampilan halaman dashboard admin yang informatif dan terstruktur. Pada bagian kiri (*sidebar*), terdapat identitas instansi SMKN 1 Tembilahan beserta menu navigasi utama yang mencakup Data Alumni dan Log Biometrik. Di bagian atas halaman, sistem menampilkan kartu ringkasan data berupa metrik Total Alumni Terdaftar dan jumlah Ijazah Telah Diunduh. Pada area utama, terdapat tabel "Daftar Alumni Terdaftar" yang memuat informasi terperinci meliputi NISN, Nama Lengkap, Status *Cloud*, dan Status Dokumen.

Halaman ini juga dilengkapi dengan tombol biru "Tambah Data Baru" serta kolom Aksi untuk mengubah (*edit*) atau menghapus data, sehingga memudahkan admin TU dalam melakukan pembaruan informasi secara seketika (*real-time*).

3. Halaman Log Keamanan Biometrik

Halaman log keamanan biometrik berfungsi sebagai sistem rekam jejak (*audit trail*) untuk memantau seluruh aktivitas percobaan autentikasi wajah pada sistem. Halaman ini merupakan fitur keamanan esensial bagi admin untuk mengawasi arus lalu lintas data dan mendeteksi potensi akses ilegal terhadap dokumen negara.



WAKTU KEJADIAN	NISN	NAMA PENGAKSES	STATUS SISTEM	KETERANGAN AUTENTIKASI
07 May 2026 - 20:49:51	0072442778	AQILLA SYAHELLUNA	✓	User memicu timeout autentikasi (Mandek)
07 May 2026 - 20:49:37	0072442778	AQILLA SYAHELLUNA	✗ Gagal	Akses Ditolak: Wajah Melencong dari Data Master
07 May 2026 - 20:46:26	0072442778	AQILLA SYAHELLUNA	✗	User memicu timeout autentikasi (Mandek)
07 May 2026 - 20:46:12	0072442778	AQILLA SYAHELLUNA	✗ Gagal	Akses Ditolak: Wajah Melencong dari Data Master
07 May 2026 - 20:44:00	0072442778	AQILLA SYAHELLUNA	✗	User memicu timeout autentikasi (Mandek)
07 May 2026 - 20:43:46	0072442778	AQILLA SYAHELLUNA	✗ Gagal	Akses Ditolak: Wajah Melencong dari Data Master
07 May 2026 - 20:39:05	0072442778	AQILLA SYAHELLUNA	✗	User memicu timeout autentikasi (Mandek)
07 May 2026 - 20:38:50	0072442778	AQILLA SYAHELLUNA	✗ Gagal	Akses Ditolak: Wajah Melencong dari Data Master
07 May 2026 - 01:10:38	0072442778	AQILLA SYAHELLUNA	✗	User memicu timeout autentikasi (Mandek)
07 May 2026 - 01:10:23	0072442778	AQILLA SYAHELLUNA	✗ Gagal	Akses Ditolak: Wajah Melencong dari Data Master

Gambar 4. 6 Tampilan Halaman Log Keamanan Biometrik

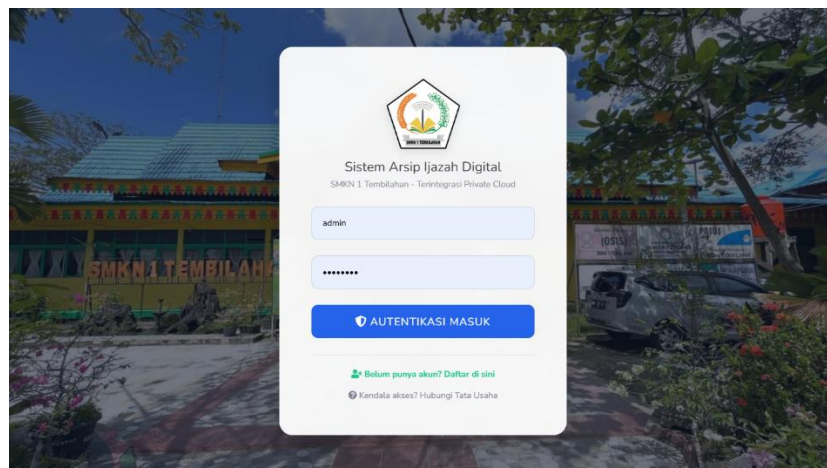
Gambar 4.6 menunjukkan tampilan halaman log keamanan biometrik.

Pada halaman ini, sistem menyajikan rekapitulasi akses yang memisahkan jumlah autentikasi yang berhasil dengan upaya intrusi yang dicegal (gagal). Di bagian bawah, terdapat tabel rekaman riwayat keamanan biometrik yang mencatat setiap percobaan akses ke dalam sistem. Seluruh aktivitas ini direkam secara real-time, lengkap dengan informasi detail mengenai waktu kejadian serta identitas akun yang melakukan percobaan. Transparansi data pada log ini memberikan jaminan

keamanan penuh kepada pihak sekolah bahwa dokumen ijazah selalu berada di bawah pengawasan ketat.

4. Halaman Portal Alumni (*Login*)

Halaman portal alumni merupakan antarmuka awal bagi pengguna akhir (alumni) untuk masuk ke dalam sistem pengarsipan. Sebelum alumni dapat melakukan verifikasi biometrik wajah dan mengunduh ijazah, mereka diwajibkan untuk melewati tahap autentikasi dasar ini guna memastikan bahwa pengguna yang mencoba mengakses sistem telah terdaftar secara resmi di pangkalan data sekolah.



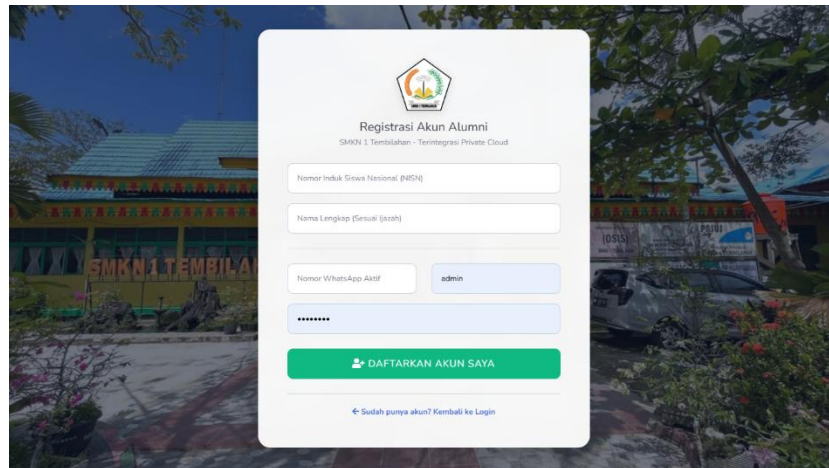
Gambar 4. 7 Tampilan Halaman Portal Alumni (Login)

Gambar 4.7 menunjukkan antarmuka halaman login khusus alumni. Halaman ini didesain seragam dengan halaman admin, menampilkan logo dan nama instansi untuk menjaga konsistensi antarmuka pengguna (UI). Pada halaman ini, alumni diminta memasukkan *username* dan *password* yang telah dibuat sebelumnya, kemudian menekan tombol biru "AUTENTIKASI MASUK". Selain itu, halaman ini juga dilengkapi dengan tautan navigasi "Belum punya akun? Daftar di sini" untuk mengarahkan alumni baru ke form pendaftaran, serta

fitur mitigasi bantuan "Kendala akses? Hubungi Tata Usaha" jika pengguna mengalami kesulitan teknis.

5. Halaman Registrasi Akun Alumni

Halaman registrasi akun alumni berfungsi sebagai sarana bagi lulusan SMKN 1 Tembilahan yang belum memiliki hak akses untuk mendaftarkan diri ke dalam sistem. Proses pendaftaran ini merupakan tahapan pengumpulan data identitas dasar sebelum pengguna dapat melangkah ke tahap pendaftaran keamanan biometrik wajah.



Gambar 4. 8 Tampilan Halaman Registrasi Akun Alumni

Gambar 4.8 menunjukkan antarmuka halaman registrasi akun pengguna baru. Desain halaman ini tetap mempertahankan konsistensi visual dengan latar belakang sekolah dan menampilkan logo serta identitas instansi. Pada halaman ini, alumni diwajibkan mengisi formulir pendaftaran secara akurat yang terdiri dari Nomor Induk Siswa Nasional (NISN), Nama Lengkap (Sesuai Ijazah), Nomor WhatsApp Aktif, alamat email, serta membuat kata sandi baru. Pengisian atribut nama yang diwajibkan sesuai dengan ijazah bertujuan untuk menjaga integritas data arsip. Setelah seluruh data diri terisi dengan valid, pengguna

menekan tombol hijau bertuliskan "DAFTARKAN AKUN SAYA" untuk menyimpan data ke dalam basis data sistem. Terdapat pula tautan navigasi navigasi tambahan "Sudah punya akun? Kembali ke Login" di bagian bawah layar untuk memudahkan pengguna kembali ke halaman autentikasi.

6. Halaman Verifikasi Biometrik Wajah (*Face Liveness*)

Halaman verifikasi biometrik wajah merupakan fitur keamanan paling krusial (*core security*) dalam Sistem Arsip Ijazah Digital. Mengingat dokumen ijazah merupakan arsip negara yang bernilai tinggi dan bersifat rahasia, metode autentikasi konvensional seperti sekadar menggunakan kata sandi dinilai tidak lagi memadai untuk mencegah penyalahgunaan hak akses. Oleh karena itu, pada tahap ini sistem mengimplementasikan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) melalui pustaka *face-api.js* untuk melakukan *Face Liveness Detection*. Tujuannya adalah memastikan secara mutlak bahwa pengguna yang sedang meminta akses adalah manusia hidup (pemilik sah identitas) dan untuk memblokir segala bentuk upaya pemalsuan, baik menggunakan foto statis, cetakan topeng, maupun rekaman video. Proses pencocokan citra wajah ini membandingkan tangkapan kamera secara langsung dengan matriks vektor biometrik yang telah didaftarkan sebelumnya di dalam pangkalan data. Pendekatan keamanan tingkat tinggi ini juga sangat selaras dengan prinsip *Private Cloud*, di mana seluruh proses verifikasi identitas dieksekusi secara terpusat di dalam infrastruktur jaringan sekolah secara mandiri, tanpa perlu mengirimkan data wajah alumni ke peladen (*server*) pihak ketiga.



Gambar 4. 9 Tampilan Halaman Verifikasi Biometrik Wajah

Gambar 4.9 menunjukkan antarmuka pemindaian wajah yang beroperasi secara seketika (*real-time*) memanfaatkan kamera web (*webcam*). Pada antarmuka tersebut, sistem memproyeksikan titik-titik pemetaan (*facial landmarks*) untuk menganalisis dan mencocokkan struktur wajah pengguna dengan basis data. Guna menjamin tingkat keamanan berlapis, pengguna diwajibkan melewati serangkaian instruksi tantangan sistem (*challenge-response*). Tahap pertama dimulai dengan pencocokan pengenalan wajah awal selama beberapa detik. Tahap kedua, pengguna diminta untuk tersenyum dengan pengaturan nilai ambang batas (*threshold*) sebesar 0.30, yang dirancang untuk mendeteksi senyuman tingkat menengah (*natural*). Tahap ketiga adalah deteksi kedipan mata sebanyak dua kali. Tahap keempat, seperti yang diinstruksikan pada gambar, pengguna diinstruksikan untuk menolehkan kepala ke arah kanan. Apabila seluruh rangkaian autentikasi ini tervalidasi dengan sukses, sistem akan langsung membuka gerbang otorisasi dan mengarahkan alumni menuju halaman brankas *Private Cloud* untuk mengunduh ijazah. Tersedia pula tombol mitigasi

"Autentikasi Mandek? Kembali ke *Login*" apabila pengguna mengalami kendala deteksi cahaya atau perangkat.

Secara keseluruhan, estimasi waktu pemrosesan yang dibutuhkan untuk satu siklus autentikasi biometrik wajah (*Face Liveness*) dimulai dari inisialisasi tangkapan kamera, respons tantangan dinamis (senyum dan tolean kepala), ekstraksi titik wajah, hingga kalkulasi persentase kecocokan dengan data *master* di peladen berjalan sangat responsif. Rata-rata waktu yang dibutuhkan hanyalah berkisar antara 3 hingga 5 detik per sesi akses. Durasi yang singkat ini dimungkinkan berkat penggunaan arsitektur jaringan lokal (*Intranet*) dari *Private Cloud* yang memangkas latensi internet, serta efisiensi beban komputasi dari model *Tiny Face Detector* yang bekerja langsung di sisi peramban web pengguna.

7. Halaman Brankas Arsip Digital (Sukses Autentikasi)

Halaman brankas arsip digital merupakan antarmuka akhir yang ditampilkan oleh sistem setelah pengguna berhasil melewati seluruh tahapan autentikasi biometrik wajah. Halaman ini berfungsi sebagai portal distribusi dokumen, di mana alumni yang sah dapat mengakses dan mengunduh berkas ijazah digital mereka yang tersimpan secara terpusat di *server Private Cloud*.



Gambar 4. 10 Tampilan Halaman Brankas Arsip Digital (Sukses Autentikasi)

32

Gambar 4.10 menunjukkan antarmuka halaman brankas arsip digital setelah proses verifikasi biometrik dinyatakan valid. Pada halaman ini, sistem memberikan umpan balik visual berupa ikon centang hijau beserta pesan "Autentikasi Wajah Berhasil!", diikuti dengan penyebutan nama lengkap alumni yang menandakan bahwa pencocokan identitas telah akurat. Sistem kemudian menampilkan kartu dokumen resmi yang penamaan berkasnya merujuk pada Nomor Induk Siswa Nasional (NISN) alumni bersangkutan. Guna memberikan fleksibilitas akses, halaman ini dilengkapi dengan dua tombol fungsional utama: tombol biru "Lihat Dokumen" untuk meninjau (*preview*) berkas secara langsung melalui peramban *web* (*browser*), serta tombol hijau "Unduh PDF" untuk menyimpan salinan ijazah ke dalam perangkat lokal pengguna. Terdapat pula tombol "Keluar" di sudut kanan atas untuk menutup sesi secara aman.

8. Tampilan Pratinjau Dokumen Ijazah

Tampilan pratinjau (*preview*) dokumen merupakan pembuktian fungsional bahwa integrasi antara antarmuka aplikasi web dengan direktori penyimpanan di peladen (*server*) *Private Cloud* telah berjalan dengan sukses.

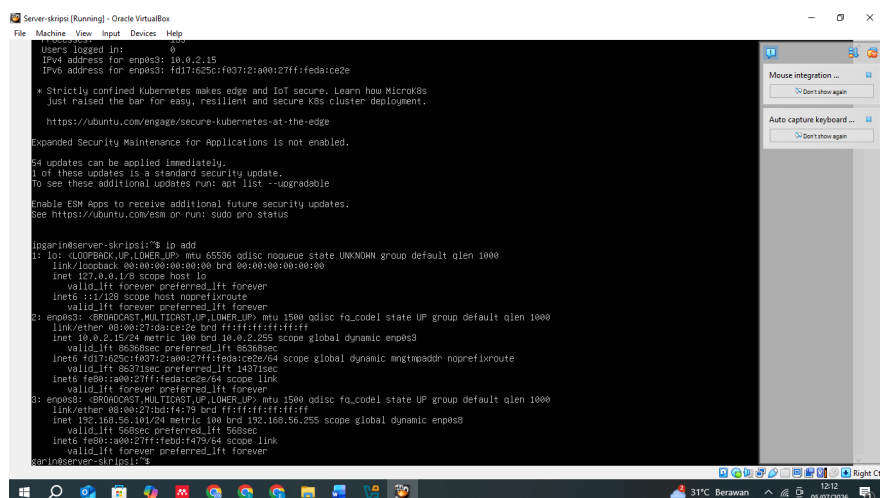


Gambar 4. 11 Tampilan Pratinjau Dokumen Ijazah PDF

Gambar 4.11 menunjukkan hasil eksekusi ketika alumni menekan tombol "Lihat Dokumen" pada halaman sebelumnya. Sistem berhasil memanggil dan merender berkas PDF ijazah secara langsung di dalam peramban web (*browser*) tanpa mengharuskan pengguna menggunakan aplikasi pembaca PDF pihak ketiga. Tampilan ini memungkinkan alumni untuk memverifikasi keabsahan, kejelasan, dan keutuhan dokumen arsip mereka sebelum memutuskan untuk mengunduhnya ke penyimpanan lokal. Keberhasilan pemanggilan dokumen ini sekaligus menjadi indikator utama bahwa seluruh siklus sistem mulai dari login, deteksi *Face Liveness*, hingga penarikan berkas dari *Private Cloud* telah terintegrasi dan beroperasi sesuai dengan rancangan tujuan penelitian.

4.4.3 Implementasi Infrastruktur Server Private Cloud

Sub-bab ini menguraikan implementasi dari sisi *back-end*, yaitu infrastruktur peladen (*server*) berbasis sistem operasi distribusi *Linux (Ubuntu Server)* yang menjadi pusat penyimpanan dan manajemen data seluruh arsip digital ijazah.



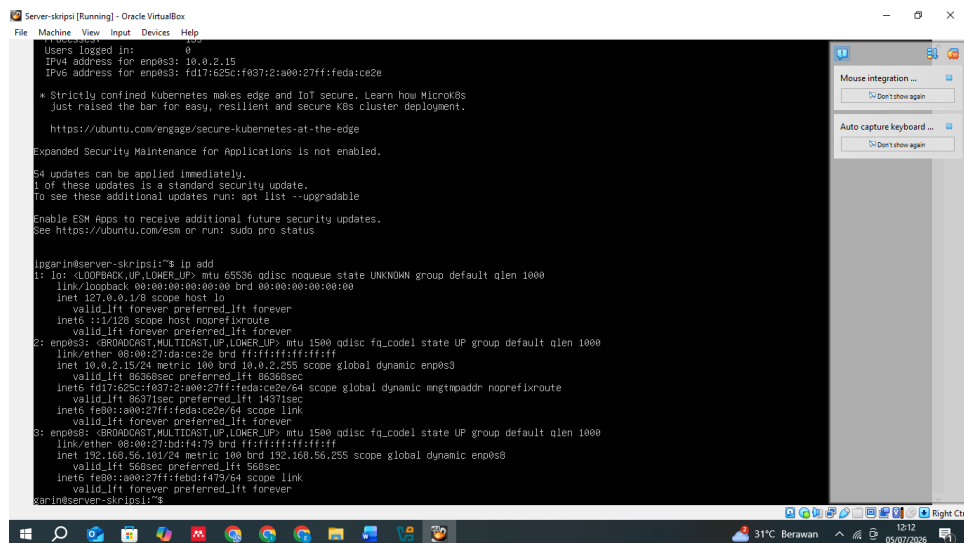
```

Server-Skripsi [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
Users logged in: 0
IPV4 address for enp0s3: 10.0.2.15
IPv6 address for enp0s3: fd17:626c:f037:2:a00:27ff:fed4:ce2e
* Strictly confined Kubernetes makes edge and IoT secure. Learn how MicroK8s
  Just raised the bar for easy, resilient and secure K8s cluster deployment.
https://ubuntu.com/engage/secure-kubernetes-at-the-edge
Expanded Security Maintenance for Applications is not enabled.
64 updates can be applied immediately.
1 of these updates is a standard security update.
To see these additional updates run: apt list --upgradeable
Enable ESM Apps to receive additional future security updates.
See https://ubuntu.com/esm or run: sudo pro status

lgparin@server-skripsi:~$ ip add
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: enp0s3: <BRIDGE,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:0a:ce:2e brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.0.2.15/24 metric 100 brd 10.0.2.255 scope global dynamic enp0s3
        valid_lft 86368sec preferred_lft 86368sec
    inet6 fd17:626c:f037:2:a00:27ff:fed4:ce2e/64 scope global dynamic mngtmpaddr noprefixroute
        valid_lft 86371sec preferred_lft 14371sec
    inet6 fe80::a00:27ff:fed4:ce2e/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: enp0s8: <BRIDGE,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:0a:14:79 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.56.101/24 metric 100 brd 192.168.56.255 scope global dynamic enp0s8
        valid_lft 568sec preferred_lft 568sec
    inet6 fe80::a00:27ff:fed4:1479/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
lgparin@server-skripsi:~$
  
```

Gambar 4. 12 Tampilan *Command Line Interface (CLI) Linux Server*

Perintah ini bertujuan untuk memverifikasi konfigurasi antarmuka jaringan (*network interface*) dan memastikan *server* telah mendapatkan alamat IP lokal yang statis. Berdasarkan keluaran (*output*) pada terminal, *server* beroperasi pada alamat IP 192.168.56.101. Alamat IP ini merupakan titik henti (*endpoint*) krusial yang berfungsi sebagai jembatan komunikasi antara aplikasi *web front-end* dengan mesin *Private Cloud (Nextcloud)*. Melalui alamat IP inilah, sistem aplikasi mampu mengirimkan, memanggil, dan menyinkronkan data berkas ijazah secara seketika (*real-time*) melalui peramban web (*browser*). Setelah infrastruktur peladen beroperasi dan dapat diakses melalui peramban web (*browser*) menggunakan alamat IP lokal, antarmuka manajemen data Nextcloud akan terbuka secara penuh.



```
Server:skripsi [Running] - Oracle VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

Users logged in: 0
IPv4 address for enp0s3: 10.0.2.15
IPv6 address for enp0s3: fd17:625c:f037:2:a00:27ff:feda:ce2e

* Strictly confined Kubernetes makes edge and IoT secure. Learn how MicroK8s
  Just raised the bar for easy, resilient and secure K8s cluster deployment.
  https://ubuntu.com/engage/secure-kubernetes-at-the-edge

Expanded Security Maintenance for Applications is not enabled.

54 updates can be applied immediately.
1 of these updates is a standard security update.
To see these additional updates run: apt list --upgradable

Enable ESM Apps to receive additional future security updates.
See https://ubuntu.com/esm or run: sudo pro status

lpgarin@server-skripsi:~$ ip add
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: enp0s3: <BRROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:bd:f4:79 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.0.2.15/24 metric 100 brd 10.0.2.255 scope global dynamic enp0s3
        valid_lft 86368sec preferred_lft 86368sec
    inet6 fd17:625c:f037:2:a00:27ff:feda:ce2e/64 scope global dynamic mngtnaddr noprefixroute
        valid_lft 86371sec preferred_lft 14371sec
    inet6 fe80:a00:27ff:feda:ce2e/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: enp0s8: <BRROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:bd:f4:79 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.56.101/24 metric 100 brd 192.168.56.255 scope global dynamic enp0s8
        valid_lft 568sec preferred_lft 568sec
    inet6 fe80:a00:27ff:fbd:f479/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever

lpgarin@server-skripsi:~$
```

Gambar 4. 13 Tampilan Direktori Penyimpanan Utama pada Nextcloud

Gambar 4.13 menampilkan struktur direktori utama yang berada di dalam ekosistem *Private Cloud*. Sistem penyimpanan terpusat ini dikelompokkan secara hierarkis di bawah direktori induk bernama "Arsip_Alumni". Guna menjaga keteraturan manajemen basis data, direktori induk tersebut dipisahkan kembali menjadi dua subdirektori krusial, yaitu subdirektori "Ijazah" untuk menyimpan

berkas dokumen PDF, dan subdirektori "Foto_Wajah" untuk menyimpan citra profil lulusan.

Subdirektori "Foto_Wajah", sebagaimana ditunjukkan pada gambar, memegang peranan yang sangat vital dalam arsitektur keamanan sistem. Direktori ini tidak sekadar menjadi tempat penyimpanan pasif, melainkan terintegrasi secara langsung dengan modul algoritma *Face Liveness* pada aplikasi web *front-end*. Sebagai bentuk perlindungan privasi data yang optimal, direktori ini dikonfigurasi dengan kontrol akses (*access control*) yang sangat ketat di dalam lingkungan *Private Cloud*, di mana hanya administrator Tata Usaha dan skrip perantara sistem (*API*) yang memiliki wewenang penuh untuk membaca atau memperbarui isinya. Kumpulan citra wajah yang tersusun menggunakan standar penamaan berkas berdasarkan Nomor Induk Siswa Nasional (NISN) tersebut berfungsi sebagai data master (sampel acuan) biometrik. Penggunaan pengindeksan melalui NISN ini sengaja diterapkan untuk mencegah terjadinya tumpang tindih (duplikasi) identitas antar alumni sekaligus memangkas waktu kueri pencarian data menjadi lebih efisien. Ketika pengguna melakukan pemindaian wajah pada tahap autentikasi, sistem akan secara otomatis melacak dan memanggil citra acuan spesifik dari direktori Nextcloud ini untuk dikalkulasikan persentase kecocokannya dengan tangkapan kamera saat itu. Proses perbandingan titik-titik metrik wajah ini berjalan seketika (*real-time*) di latar belakang (*background process*). Alur integrasi *end-to-end* ini memastikan bahwa hak akses pengunduhan dokumen ijazah hanya akan diotorisasi secara mutlak apabila struktur wajah pengguna di depan kamera terbukti valid, hidup (bukan cetakan foto), dan identik dengan sampel foto resmi yang terenkripsi di dalam peladen.

4.5 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan tahapan krusial untuk memastikan bahwa seluruh fungsi dan logika program pada Sistem Arsip Ijazah Digital Berbasis *Private Cloud* dengan Autentikasi Biometrik Wajah telah berjalan sesuai dengan rancangan yang diharapkan. Pengujian pada penelitian ini menggunakan metode *Black Box Testing*, yang berfokus pada spesifikasi fungsional perangkat lunak tanpa melihat struktur internal atau kode sumbernya.

Tabel 4.1 menyajikan skenario dan hasil pengujian terhadap fitur-fitur utama sistem, baik dari sisi fungsionalitas admin maupun keamanan biometrik dari sisi pengguna (alumni).

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian *Black Box Testing* Sistem Arsip Ijazah Digital

NO	Fitur	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1	Login Admin	Memasukkan username dan password yang valid.	Sistem memberikan hak akses dan menampilkan halaman Dashboard admin.	Berhasil
2	Login Admin	Memasukkan username atau password yang salah/tidak valid.	Sistem menolak akses dan menampilkan pesan peringatan error.	Berhasil

Tabel 4.1 Hasil Pengujian *Black Box* Testing Sistem Arsip Ijazah Digital
(lanjutan)

NO	Fitur	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
3	Kelola Data Alumni	Admin menambah, mengubah, atau menghapus data alumni.	Data alumni di dalam <i>database</i> berhasil diperbarui secara <i>real-time</i> .	Berhasil
4.	Upload Arsip Ijazah	Admin mengunggah <i>file</i> PDF ijazah melalui sistem.	<i>File</i> PDF berhasil tersimpan dan tersinkronisasi ke direktori Nextcloud.	Berhasil
5.	Log Keamanan Biometrik	Admin membuka halaman rekam jejak (<i>audit trail</i>).	Sistem menampilkan riwayat percobaan autentikasi wajah secara akurat.	Berhasil
6	Login Alumni	Memasukkan NISN dan password yang valid.	Sistem membuka antarmuka verifikasi wajah.	Berhasil

Tabel 4.1 Hasil Pengujian *Black Box* Testing Sistem Arsip Ijazah Digital

(lanjutan)

NO	Fitur	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
7	<i>Face Liveness</i> (Valid)	Memindai wajah asli yang identik dengan sampel di pangkalan data dan tersenyum.	Sistem memberikan status valid dan mengarahkan ke Brankas Arsip Digital.	Berhasil
8	<i>Face Liveness</i> (Invalid)	Memindai wajah menggunakan foto statis (kertas/layar HP) atau wajah tidak identik.	Sistem menolak akses, menampilkan pesan gagal, dan memblokir sesi.	Berhasil
9	Integrasi <i>Private Cloud</i>	Menekan tombol "Lihat Dokumen" atau "Unduh PDF" pada halaman Brankas.	Sistem berhasil memanggil dan menampilkan/mengunduh <i>file</i> PDF dari Nextcloud.	Berhasil

77 Berdasarkan pemaparan pada Tabel 4.1, hasil keseluruhan dari pengujian *Black Box* menunjukkan bahwa setiap modul dan fitur utama pada sistem telah terintegrasi dan beroperasi secara optimal dengan tingkat keberhasilan 100%.
1 Pengujian fungsional ini secara empiris mengonfirmasi bahwa alur komunikasi data antara aplikasi *web front-end* dan infrastruktur peladen *Private Cloud* di sisi *back-end* berjalan dengan stabil tanpa adanya *error* (galat) atau kendala latensi yang berarti. Dari sisi kontrol administratif, sistem merespons seluruh perintah manipulasi data mulai dari proses autentikasi masuk (*login*), pengelolaan data master alumni, hingga pengunggahan berkas ijazah ke dalam direktori Nextcloud dengan tingkat akurasi pemrosesan yang sangat presisi. Sementara itu, dari sisi interaksi pengguna akhir (alumni), modul algoritma kecerdasan buatan (*Face Liveness Detection*) terbukti memiliki tingkat keandalan keamanan yang sangat ketat. Sistem tidak hanya sukses mengenali dan mencocokkan matriks wajah yang valid secara seketika (*real-time*), tetapi juga memperlihatkan kapabilitas pertahanan (*defense mechanism*) yang solid dalam menangani skenario masukan (*input*) yang tidak valid.
1

Segala bentuk upaya manipulasi atau intrusi, seperti percobaan *spoofing* menggunakan foto dua dimensi, cetakan kertas, maupun pergerakan wajah yang tidak wajar, secara otomatis berhasil ditolak oleh algoritma, di mana sistem langsung memblokir sesi akses tersebut dan merekamnya ke dalam log keamanan.
1 Dengan keberhasilan serangkaian pengujian fungsional dan keamanan berlapis ini, maka perangkat lunak yang telah dibangun secara meyakinkan dinyatakan sangat layak, stabil, dan aman untuk diimplementasikan secara penuh sebagai solusi transformasi digitalisasi arsip ijazah di SMKN 1 Tembilahan.
32

47

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian pada "Pengembangan Arsip Ijazah Digital Berbasis *Private Cloud* dengan Autentikasi Biometrik Wajah" di SMKN 1 Tembilahan, dapat ditarik kesimpulan yang menjawab rumusan masalah sebagai berikut:

1. Perancangan dan pembangunan arsip ijazah digital berbasis *Private Cloud* di SMKN 1 Tembilahan telah berhasil diimplementasikan menggunakan arsitektur peladen lokal (*Nextcloud*). Sistem ini secara efektif mengatasi masalah inefisiensi ruang penyimpanan fisik dan mentransformasi pengelolaan dokumen menjadi terpusat, terenkripsi, serta menjamin kedaulatan data (*data sovereignty*) secara mutlak bagi pihak sekolah.
2. Implementasi fitur autentikasi biometrik wajah (*Face Liveness Detection*) menggunakan pustaka *face-api.js* telah berhasil mengamankan hak akses secara personal. Fitur ini bertindak sebagai lapisan keamanan ganda (*Multi-Factor Authentication*) yang mampu memvalidasi wajah asli alumni secara real-time melalui tantangan respons dinamis (senyum, kedipan mata, tolehan kepala), serta terbukti sukses menolak segala bentuk upaya pemalsuan (*spoofing*) baik menggunakan foto dua dimensi maupun rekaman video.

3. **Efektivitas sistem yang dikembangkan** terbukti jauh lebih tinggi dalam meningkatkan efisiensi pencarian kembali arsip dan keamanan data dibandingkan metode manual. Proses pencarian dokumen kini dapat dilakukan hanya dalam hitungan detik menggunakan Nomor Induk Siswa Nasional (NISN). Lebih lanjut, hasil pengujian menggunakan metode Black Box Testing menunjukkan tingkat keberhasilan fungsional operasional sistem mencapai 100% tanpa kendala galat, sehingga mutlak meningkatkan mutu dan keamanan layanan tata usaha..

5.2 Saran

Meskipun sistem ini telah beroperasi sesuai dengan tujuan penelitian, masih terdapat beberapa ruang pengembangan untuk menyempurnakan fungsionalitas di masa mendatang. Adapun saran yang direkomendasikan adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan Platform Bergerak (Mobile)

Mengingat tingginya mobilitas alumni, disarankan untuk melakukan pengembangan lanjutan sistem ini ke dalam versi aplikasi *mobile* (seperti platform Android), agar akses terhadap brankas ijazah menjadi lebih fleksibel tanpa harus bergantung pada peramban web (*browser*) desktop.

2. Peningkatan Kapasitas Perangkat Keras

Untuk mengantisipasi lonjakan jumlah data lulusan SMKN 1 Tembilahan setiap tahunnya, pihak sekolah disarankan untuk melakukan peningkatan spesifikasi perangkat keras peladen (seperti penambahan

kapasitas *Storage* dan *Random Access Memory* / RAM) guna mempertahankan stabilitas dan kecepatan transfer data dari *Private Cloud*.

3. Integrasi Fitur Optical Character Recognition (OCR)

Pada penelitian selanjutnya, sistem dapat ditambahkan modul pembacaan karakter optik (OCR). Dengan sistem ini, mampu memindai dan mengekstrak teks dari lembar fisik ijazah lama secara otomatis saat diunggah, sehingga admin Tata Usaha tidak perlu lagi memasukkan data secara manual.

4. Implementasi Sistem Pencadangan Terjadwal (Auto-Backup)

Mengingat pentingnya nilai historis dan legalitas dari arsip dokumen negara, disarankan untuk membangun mekanisme pencadangan data (*backup*) secara berkala dan otomatis ke *server* fisik cadangan atau eksternal. Hal ini bertujuan untuk memitigasi risiko kehilangan data secara permanen apabila terjadi kegagalan perangkat keras peladen (*hardware failure*) di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Dwi Santoso and A. Mustopa, “*Private cloud* Computing Infrastructure As A Service Dengan Owncloud Di Smk Al-Islam Joresan Kabupaten Ponorogo,” 2022.
- [2] B. T. Utomo, I. Fitri, and E. Mardiani, “Penerapan Face Recognition Pada Aplikasi Akademik Online,” Dec. 2020.
- [3] A. Kusumah *et al.*, “Pelatihan Pengelolaan Bursa Kerja Khusus (Bkk) Sekolah Menengah Kejuruan (Smk) Se-Provinsi Riau,” *Abdimas Ekodiksosiora Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Ekonomi, Pendidikan, dan Sosial Humaniora*, vol. 3, no. 2, pp. 80–83, 2023, [Online]. Available: <https://tracervokasi.kemdikbud.go.id/>
- [4] F. Puspita, H. Sawiji, and S. Susantiningrum, “Pelaksanaan manajemen kearsipan pada bagian tata usaha di SMK Kristen 1 Surakarta,” *JIKAP (Jurnal Informasi dan Komunikasi Administrasi Perkantoran)*, vol. 8, no. 3, p. 278, May 2024, doi: 10.20961/jikap.v8i3.78843.
- [5] S. Sonya, “Preservasi Arsip Statis di Dinas Perpustakaan dan Kearsipan Provinsi Riau dalam Upaya Pelestarian Arsip,” *Abdi Pustaka*, vol. 5, pp. 79–92, Jan. 2023.
- [6] W. Saputra and A. Fitra Yuza, “Volume: 1 Nomor : 4 Desember 2024 Efektivitas Pelayanan Publik Dalam Memberikan Pelayanan Kepada Masyarakat Di Desa Panglima Raja Kecamatan Concong Luar Kabupaten Indragiri Hilir.”
- [7] Joni, teguh prasandy, and I. revelino murmanto, “Mitigasi Risiko Komputasi Awan,” vol. X, pp. 98–103, Dec. 2019.
- [8] E. A. Laksana, S. -, V. Mardiansyah, Y. M. Madsu, and I. O. Herlistiono, “Perancangan Dokumen Repository Berbasis *Private cloud* untuk Membantu Administrasi Sekolah SMKN 2 Cimahi,” *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*, vol. 6, no. 1, pp. 43–48, Nov. 2023, doi: 10.24853/jpmt.6.1.43-48.
- [9] T. Awaludin, A. Ichsan Pradana, and D. Hartanti, “Analisis Performa Autentikasi Wajah pada Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit Menggunakan Model Tiny Face Detector dari Face-API.js,” *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB)*, p. 2025, Jul. 2025.
- [10] Y. P. Widyastuti, A. A. Setiyanti, K. Satya Wacana, D. Universitas, K. Satya, and W. Abstract, “Perancangan *Private cloud Storage* Menggunakan *Nextcloud* untuk Meningkatkan Kinerja Administrasi di Sekolah,” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 2024, no. 15, pp. 697–709, doi: 10.5281/zenodo.13834069.
- [11] S. Eko Prasetyo and A. Mindy, “Jurnal Manajemen Informatika (Jamika) Implementasi Multi-Factor Authentication Untuk Optimalisasi Keamanan Akses

Data Implementation of Multi-Factor Authentication for Optimizing Data Access Security”, doi: 10.34010/jamika.v15i1.14190.

- [12] Sohiron, “Manajemen Arsip dalam Ketatausahaan di Sekolah Menengah Atas Negeri 12 Pekanbaru Murniati, Sohiron Manajemen Arsip dalam Ketatausahaan di Sekolah Menengah Atas Negeri 12 Pekanbaru Murniati.”
- [13] “Perancangan Sistem Absensi Pengenalan Wajah Mahasiswa Prodi Teknologi Informasi Berbasis Website.”
- [14] F. M. Firdaus and H. Hidayat, “Perancangan dan Implementasi Sistem zAbsensi Siswa Berbasis Web Menggunakan Face Recognition dan SMS Gateway,” *Jurnal Manajemen Informatika (Jamika)*, vol. 15, no. 1, pp. 32–46, Apr. 2025, doi: 10.34010/jamika.v15i1.13601.
- [15] P. Adytia, H. Ekawati, and M. Nurfajri, “Implementasi *Private cloud* Computing Untuk Praktek Siswa Dengan Menggunakan Openstack (Studi Kasus Pada Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 7 Samarinda).”
- [16] M. Jannah, M. Faris Hidayat, M. Agustiyani, P. Wira Buana, and F. Purwani, “Implementation Of Biometric Authentication To Enhance Security And Privacy Of Digital Wallet Users,” *Journal of Sciencetech Research and Development*, vol. 6, no. 2, 2024, [Online]. Available: <https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

LAMPIRAN

