

**IMPLEMENTASI ALGORITMA KOMPRESI LEMPEL-ZIV 4
PADA SISTEM INFORMASI PERGURUAN TINGGI
SEBAGAI TAHAP PRA-ENKRIPSI DENGAN AES-256**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



ANDIKA NUR PARATAMA

21533472

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO**

2024

HALAMAN PENGESAHAN

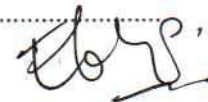
Nama : Andika Nur Pratama
NIM : 21533472
Program Studi : Teknik Informatika
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Implementasi Algoritma Kompresi Lempel-Ziv 4 Pada Sistem Informasi Perguruan Tinggi Sebagai Tahap Pra-Enkripsi Dengan AES-256

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Ponorogo, 11 Agustus 2025

Menyetujui,

Adi Fajaryanto Cobantoro, S.Kom, M.Kom.
NIK. 19840924 201309 13
(Dosen Pembimbing Utama)


:

:

Dr. Elok Putri Nimasari, S.Pd, M.Pd
NIK. 19910505 202109 12
(Dosen Pembimbing Pendamping)

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Informatika



(Edy Kurniawan, ST., MT)
NIK: 19771026 200810 12



(Adi Fajaryanto Cobantoro, S.Kom, M.Kom.)
NIK. 19840924 201309 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andika Nur Pratama

NIM : 21533472

Program Studi : Teknik Informatika

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul: "Implementasi Algoritma Kompresi Lempel-Ziv 4 Pada Sistem Informasi Perguruan Tinggi Sebagai Tahap Pra-Enkripsi Dengan Aes-256" bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang/teliti di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan Oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, saya bersedia Ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Ponorogo, 10 Agustus 2025

Mahasiswa,



Andika Nur Pratama

NIM. 21533472

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Andika Nur Pratama

NIM : 21533472

Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Implementasi Algoritma Kompresi Lempel-Ziv 4 Pada Sistem Informasi Perguruan Tinggi Sebagai Tahap Pra-Enkripsi Dengan AES-256

Telah diuji dan dipertahankan di hadapan

Dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 29 Juli 2025

Dosen Penguji,

Adi Fajaryanto Cobantoro, S.Kom, M.Kom.

NIK. 19840924 201309 13

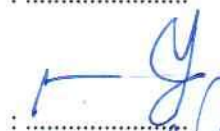
(Ketua Penguji)



Yovi Litanianda, SPd, M. Kom

NIK. 19810221 201309 13

(Anggota Penguji 1)



Dr. Fauzan Masykur, S.T., M.Kom

NIK. 19810316 201112 13

(Anggota Penguji 2)



Mengetahui,

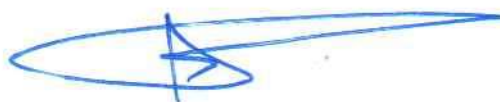
Ketua Program Studi Teknik Informatika



Dekan Fakultas Teknik

(Edy Kurniawan, ST., MT)

NIK: 19771026 200810 12



(Adi Fajaryanto Cobantoro, S.Kom, M.Kom.)

NIK. 19840924 201309 13

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Andika Nur Pratama

NIM : 215 339 72

Judul Skripsi : Implementasi Algoritma Kompresi Lempel-Ziv 9 pada Sistem Informasi Perguruan Tinggi Sebagai Tahap Pra Enkripsi dengan AES-256

Dosen Pembimbing Utama : Adi Fajaryanto Cahantoro, S.kom, M.kom

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	07/11/2029	- Judul skripsi - Penulisan Bab I	- Tambahkan Referensi dan data pendukung - Perbaiki hubungan antar paragraf - Perjelas rumusan masalah	
2	19/11/2029	- BAB I	- Tambah sitasi - ikuti penulisan SPD/SPOC - Tambah data perbandingan	
3	21/11/2029	- BAB I - BAB II	- Perkuat hubungan antar paragraf - Tambah referensi BAB II - Perjelas algoritma kompresi yg digunakan	
4	16/12/2029	- BAB I - BAB II - BAB III	- hubungan antar penelitian di bab II diperbaiki menjadi lebih halus - BAB II diselesaikan	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	12/2024 12	BAB II BAB III	- Perbaiki isi gambar - Perbaiki bagian pengujian dengan menambahkan bagian yang dikaji di uji	
6	23/24 12	BAB I - 3	ACC	
7	10/25 09	BAB IV	Perbaiki penulisan sesuai dengan buku panduan	
8	29/25 09	Sistem yang dikembangkan	Tambahkan Role based authorization model	
9	22/25 05	Role based Authentication model	Sistem yang ada harus diintegrasikan dengan sistem lama, Serta membuat paper untuk skripsi	
10	18/25 06	BAB IV	Perbaiki penulisan bab IV dan pengujian disesuaikan dengan bab 3	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	18/25 07	Penarikan Lab 5	Acc Sidang	
12				
13				
14				
15				
16				

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Andika Nur Pratama

NIM : 21533972

Judul Skripsi : Implementasi Algoritma Kompresi LZ9 pada Sistem Informasi Perguruan Tinggi Sebagai tahap pra-Enkripsi dengan AES-256
Eble Putri Ningsari

Dosen Pembimbing Pendamping :

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	22/24 /12	Bab ? Referensi kegiatan pustaka	Mengikuti pola jurnal	Eble
2	09/29 /12	- BAB I - BAB II - BAB III	- Penelitian terdahulu dijadikan paragraf - Perjelas kontribusi penelitian - Perbaiki daftar pustaka sesuai IEEE - Perbaikan penulisan	Eble
3	16/29 /12	- BAB III - BAB III	- Revisi Penulisan Judul - Revisi Ringkasan, tambahkan kontribusi dan tujuan - Perbaikan numbering dan penulisan - Perbaiki Kontribusi - Perjelas penjabaran tiap modul/bab/bab 2	Eble
4	27/29 /12	- Bab III	ACCC	Eble

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	03/25/03	Penulisan bab IV	Perbaiki referensi bab IV harus menjiung penelitian sebelumnya pada bab 2	
6	29/25/03	Penulisan bab IV	Penulisan diperbaiki dengan menghilangkan kata kata yang menimbulkan bias Penelitian	
7	14/25/09	Penulisan bab IV	analisis data yang didapatkan dapat ditingkatkan perbaiki bahasa menjadi lebih teknis	
8	09/25/06	Penulisan bab IV, V dan Paper	- Perbaiki kesimpulan apakah sesuai dengan Tujuan Penelitian - Perbaiki grammar section 1 dan 2	
9	23/25/06	Bab V Paper	- Perbaiki grammar section 2 dibuat lebih teknis dan menghilangkan kalimat yang mungkin menimbulkan bias	
10	12/25/07	Paper	- isi section 4 dan 5 disesuaikan dengan skripsi dan ambil poin pentingnya tidak perlu semua bagian	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	21/05/07	- Penulisan artikel	- Perbaiki grammar pada section 4-5 - ACC sidang	
12	25/05/07	- Penulisan artikel	Submission artikel to Informatica. (Q3.)	
13				
14				
15				
16				

IMPLEMENTASI ALGORITMA KOMPRESI LEMPEL-ZIV 4 PADA SISTEM INFORMASI PERGURUAN TINGGI SEBAGAI TAHAP PRA-ENKRIPSI DENGAN AES-256

Andika Nur Pratama, Adi Fajaryanto Cobantoro, Elok Putri Nimasari

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Email: andikanp@proton.me, adifajaryanto@umpo.ac.id, elokputrinimasari@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan volume data digital di sektor pendidikan memerlukan penanganan keamanan informasi yang lebih baik. Penelitian ini mengusulkan integrasi algoritma kompresi Lempel-Ziv 4 (LZ4) sebagai tahap pra-enkripsi dan Advanced Encryption Standard (AES-256) untuk menggantikan implementasi Caesar Cipher pada Sistem Informasi Fakultas Teknik (SimFT). LZ4 dipilih berdasarkan kecepatan kompresinya, sedangkan AES-256 merupakan standar enkripsi yang banyak diadopsi. Implementasi dilakukan pada modul pengunggahan berkas SimFT dan diuji menggunakan berkas DOCX, PDF, dan PNG. Hasil pengujian menunjukkan LZ4 menghasilkan penghematan ruang penyimpanan 21,4%–29,8% untuk berkas DOCX dan PDF, dengan rasio kompresi ~1,00 untuk PNG. Waktu eksekusi kompresi berkisar antara 65,8–81,9 ms, dengan tambahan waktu enkripsi AES-256 0,9–9,5 ms. Integritas data terkonfirmasi melalui pemeriksaan hash SHA-256 pada 1.200 sampel. Penelitian menunjukkan bahwa kombinasi LZ4 dan AES-256 dapat meningkatkan efisiensi penyimpanan dan keamanan SimFT. Penelitian ini terbatas pada tiga jenis berkas dan mengimplementasikan *multithreading* untuk skalabilitas, dengan analisis mendalam mengenai *multithreading* berada di luar cakupan makalah ini.

Kata kunci: LZ4, AES-256, efisiensi penyimpanan, keamanan informasi

ABSTRACT

The increasing volume of digital data in the education sector necessitates enhanced information security measures. This study proposes integrating the Lempel-Ziv 4 (LZ4) compression algorithm as a pre-encryption stage and the Advanced Encryption Standard (AES-256) to replace the existing Caesar Cipher implementation in the Faculty of Engineering Information System (SimFT). LZ4 was selected for its compression speed, while AES-256 is a widely adopted encryption standard. Implementation was conducted on SimFT's file upload module and evaluated using DOCX, PDF, and PNG file types. Test results indicate LZ4 achieved storage savings of 21.4%–29.8% for DOCX and PDF files, with a compression ratio of ~1.00 for PNG files. Compression execution times ranged from 65.8 ms to 81.9 ms, with AES-256 encryption adding 0.9 ms to 9.5 ms. Data integrity was confirmed via SHA-256 hash verification across 1,200 samples. Findings demonstrate that the LZ4 and AES-256 combination can improve storage efficiency and security in SimFT. This study is limited to three file types and implements multithreading for scalability, with an in-depth analysis of multithreading being beyond the scope of this paper.

Keyword: LZ4 compression, AES-256 encryption, academic information systems, data security, storage optimization, pre-encryption pipeline

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi Algoritma Kompresi Lempel-Ziv 4 Pada Sistem Informasi Perguruan Tinggi Sebagai Tahap Pra-Enkripsi Dengan AES-256” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada program studi Teknik Informatika.

Data akademik merupakan salah satu aset penting yang perlu dikelola dengan efisien dan aman. Seiring bertambahnya volume data yang tersimpan dalam sistem informasi akademik, dibutuhkan pendekatan yang tidak hanya mampu meminimalkan ukuran data, tetapi juga menjamin kerahasiaannya. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada penerapan algoritma kompresi LZ4 sebelum proses enkripsi menggunakan AES. Dengan pendekatan ini, diharapkan efisiensi penyimpanan dapat ditingkatkan tanpa mengorbankan aspek keamanan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, keluarga, serta semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan penelitian ini.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi yang berguna bagi pengembangan sistem informasi, khususnya yang berkaitan dengan efisiensi dan keamanan data.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Implementasi Algoritma Kompresi Lempel-Ziv 4 Pada Sistem Informasi Perguruan Tinggi Sebagai Tahap Pra-Enkripsi Dengan Aes-256”, sebagai bagian dari pemenuhan syarat akademik pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik. Dengan penuh hormat, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

Kepada Ibu saya Tasmiatun, Ayah saya Kemis, dan Nenek saya Rubinem tercinta, terima kasih atas doa, kasih sayang, serta dukungan moral dan materi yang tak pernah henti. Segala pencapaian ini tidak lepas dari pengorbanan dan perjuangan kalian. Semoga selalu diberi kesehatan dan umur panjang untuk terus menemani setiap langkah hidup saya.

Bapak Adi Fajaryanto Cobantoro, S.Kom, M.Kom. Sebagai dosen pembimbing utama Atas bimbingan, arahan teknis, dan evaluasi yang tajam selama proses penyusunan skripsi, khususnya dalam pembahasan metode kompresi dan kriptografi pada sistem terapan.

Dr. Elok Putri Nimasari, S.Pd, M.Pd. Sebagai dosen pembimbing pendamping Atas masukan metodologis dan koreksi struktural yang membantu menjaga konsistensi dan kedalaman analisis dalam skripsi ini.

Edy Kurniawan, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik. Atas dukungan institusional dan fasilitas yang memungkinkan penelitian ini dapat dilaksanakan secara optimal.

Selanjutnya, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Informatika atas ilmu, kesempatan diskusi, dan wawasan yang telah diberikan selama masa studi. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada keluarga dan rekan-rekan yang turut membantu, baik secara teknis, moral, maupun logistik selama proses penyusunan skripsi ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	ii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR.....	x
UCAPAN TERIMA KASIH	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Penelitian Terdahulu.....	6
2.2. Kompresi Data	8
2.3. Lempel-Ziv 4 (LZ4).....	9
2.3.1. Blok.....	10
2.3.2. Deduplikasi	11
2.3.3. Kompresi.....	13
2.4. Javascript.....	14
2.5. NodeJS	14
4.6. <i>Event Loop</i>	15
2.7. <i>Worker Thread</i>	15
2.8. <i>Thread Pool</i>	15
2.9. Piscina	16

2.10. Metode Pengembangan Perangkat Lunak	16
2.11. Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	16
2.12. <i>Data Flow Diagram</i> (DFD)	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1. Studi Literatur	18
3.2. Identifikasi Masalah	19
3.3. Pengumpulan Data	19
3.4. Pengembangan Perangkat Lunak	20
3.4.1. Perancangan Kebutuhan.....	20
3.4.2. Desain Sistem.....	21
3.4.3. Implementasi	26
3.5. Evaluasi Sistem	27
3.5.1. Objek Pengujian	28
3.5.2. Prosedur dan Konfigurasi <i>Benchmark</i>	28
3.5.3. Metrik Evaluasi	29
3.6. Pengujian Struktural.....	31
3.6.1. <i>White Box Testing</i>	31
3.6.2. <i>Unit Testing</i>	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Implementasi Alur Pemrosesan File.....	33
4.2.1. Orkestrasi Proses oleh <i>LocalFileStorageService</i>	33
4.2.2. Proses Eksekusi pada <i>Worker Thread</i>	36
4.3. Implementasi LZ4	39
4.4. Evaluasi Hasil	40
4.4.1. Performa Sistem.....	40
4.4.3 Efisiensi Penyimpanan	47
4.4.4 Integritas File	51
4.5. Pengujian Struktural Sistem.....	53
4.5.1. Pendekatan <i>Whitebox</i> dan Unit Testing.....	53
4.5.2. Fokus LZ4 dalam Pengujian	54
4.5.3. Catatan Pengujian Lanjutan	55

4.6. Evaluasi dan Interpretasi Hasil.....	55
BAB V PENUTUP.....	57
5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Struktur Umum Format <i>Frame</i> LZ4.....	9
Tabel 3.1 Fitur praktikum yang ada pada SimFT.....	20
Tabel 3.2 Tabel literal dan <i>match</i>	27
Tabel 3.3 Daftar File Uji dan Karakteristiknya	28
Tabel 3.4 Konfigurasi Pengujian File.....	28
Tabel 4.1 Analisis deskriptif <i>execution time</i> file docx	41
Tabel 4.2 Analisis deskriptif <i>execution time</i> file pdf.....	41
Tabel 4.3 Analisis deskriptif <i>execution time</i> file png	41
Tabel 4.4 Analisis deskriptif <i>Round trip time</i> file DOCX.....	44
Tabel 4.5 Analisis deskriptif <i>Round trip time</i> file PDF	44
Tabel 4.6 Analisis deskriptif <i>Round trip time</i> file PNG	44
Tabel 4.7 Ringkasan statistik rasio kompresi	48
Tabel 4.8 Ringkasan metrik uji dari V8 <i>Coverage Tool</i>	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur urutan LZ4.....	10
Gambar 2.2 <i>Flowchart</i> LSIC	11
Gambar 2.3 Proses decoding algoritma LZ4.....	11
Gambar 2.4 Deduplikasi pada lz4	12
Gambar 2.5 <i>Run length encoding</i> pada LZ4	13
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> tahapan penelitian.....	18
Gambar 3.2 Flowchart pengembangan perangkat lunak.....	20
Gambar 3.3 Flowchart fitur praktikum pada aplikasi SimFT	21
Gambar 3.4 DFD level 0 fitur praktikum SimFT.....	22
Gambar 3.5 DFD level 1 fitur praktikum SimFT.....	23
Gambar 3.6 <i>Sequence diagram</i> pemrosesan file	25
Gambar 3.7 format file header	26
Gambar 4.1 konstruktor LocalFileStorageService.....	34
Gambar 4.2 Tahap Penyimpanan Sementara.....	35
Gambar 4.3 Tahap Delegasi Tugas ke Worker.....	35
Gambar 4.4 Tahap Pembersihan File Sementara	36
Gambar 4.5 Pembuatan Header Biner File	37
Gambar 4.6 Alur encode file dengan kompresi dan enkripsi	38
Gambar 4.7 Interpretasi Header File Biner.....	38
Gambar 4.8 Proses Dekode Berdasarkan Header File	39
Gambar 4.9 Implementasi LZ4 Compressor Service.....	40
Gambar 4.10 Sebaran waktu eksekusi	43
Gambar 4.11 Distribusi <i>round trip time</i>	46
Gambar 4.12 Grafik <i>Compression rasio</i> per file.....	47
Gambar 4.13 Grafik <i>total storage saving</i>	50
Gambar 4.14 Analisis deskriptif total penghematan ruang	51
Gambar 4.15 tampilan file sample.pdf dan nilai hash.....	52
Gambar 4.16 Potongan kode unit test untuk LZ4	55