

**ARSITEKTUR SMART CONTRACT DINAMIS UNTUK SERTIFIKAT  
PENDIDIKAN SEKOLAH DASAR BERBASIS BLOCKCHAIN DAN  
CHATBOT AI**



**TESIS**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Magister Komputer (M. Kom)

**MAGHFIROH MAULANI**

**14230021**

Program Studi Ilmu Komputer

Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Nusa Mandiri

Jakarta

2026

**SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS DAN  
BEBAS PLAGIARISME**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Maghfiroh Maulani  
NIM : 14230031  
Program Studi : Ilmu Komputer  
Fakultas : Teknologi Informasi  
Jenjang : Strata Dua (S2)  
Peminatan : *AI dan Blockchain*

Dengan ini menyatakan bahwa tesis yang telah saya buat dengan judul: "**Arsitektur Smart Contract Dinamis Untuk Sertifikat Pendidikan Sekolah Dasar Berbasis Blockchain dan ChatBot AI**" adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar, serta belum pernah diterbitkan atau dipublikasikan dimanapun dan dalam bentuk apapun.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila dikemudian hari ternyata saya memberikan keterangan palsu dan atau ada pihak lain yang mengklaim bahwa tesis yang telah saya buat adalah hasil karya milik seseorang atau badan tertentu, saya bersedia diproses baik secara pidana maupun perdata dan kelulusan saya dari Program Studi Ilmu Komputer (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri dicabut/dibatalkan.

Jakarta, 07 Januari 2026

Yang menyatakan,

  


Maghfiroh Maulani

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

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Maghfiroh Maulani  
NIM : 14230031  
Program Studi : Ilmu Komputer  
Fakultas : Teknologi Informasi  
Jenjang : Strata Dua (S2)  
Peminatan : *AI dan Blockchain*  
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini menyetujui untuk memberikan izin kepada pihak Program Studi Ilmu Komputer (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri, **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalti-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **“Arsitektur Smart Contract Dinamis Untuk Sertifikat Pendidikan Sekolah Dasar Berbasis Blockchain dan ChatBot AI”** beserta perangkat yang diperlukan (apabila ada).

Dengan **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** ini, pihak Universitas Nusa Mandiri berhak menyimpan, mengalih-media atau bentuk-kan, mengelolanya dalam pangkalan data (*database*), mendistribusikannya dan menampilkan atau mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta karya ilmiah tersebut.

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 07 Januari 2026

Yang menyatakan,



Maghfiroh Maulani

## PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TESIS

Proposal tesis ini diajukan oleh:

Nama : Maghfiroh Maulani  
NIM : 14230021  
Program Studi : Ilmu Komputer  
Fakultas : Teknologi Informasi  
Jenjang : Strata Dua (S2)  
Peminatan : *AI dan Blockchain*  
Judul Tesis : Arsitektur Smart Contract Dinamis Untuk Sertifikat Pendidikan Sekolah Dasar Berbasis Blockchain dan ChatBot AI.

Untuk dipertahankan pada periode 2025-2 dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) pada Program Studi Ilmu Komputer (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri.

Jakarta, 02 Februari 2026

### PEMBIMBING TESIS

Pembimbing : Dr. Irwansyah Saputra, M.Kom

### DEWAN PENGUJI

Penguji I : Dr. Nita Merlina, M.Kom.

Penguji II : Dr. Lindung Parningotan  
Manik, S.T., M.T.I.

## PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TESIS

Proposal tesis ini diajukan oleh:

Nama : Maghfiroh Maulani  
NIM : 14230021  
Program Studi : Ilmu Komputer  
Fakultas : Teknologi Informasi  
Jenjang : Strata Dua (S2)  
Peminatan : *Data Engineering*  
Judul Tesis : Arsitektur Smart Contract Dinamis Untuk Sertifikat Pendidikan Sekolah Dasar Berbasis Blockchain dan ChatBot AI.

Telah dipertahankan pada periode 2025-2 dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) pada Program Studi Ilmu Komputer (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri.

Jakarta, 02 Februari 2026

### PEMBIMBING TESIS

Pembimbing : Dr. Irwansyah Saputra, M.Kom



### DEWAN PENGUJI

Penguji I : Dr. Nita Merlina, M.Kom.



Penguji II : Dr. Lindung Parningotan Manik, S.T., M.T.I.





## LEMBAR BIMBINGAN TESIS

UNIVERSITAS NUSA MANDIRI

NIM : 14230021  
Nama : Maghfiroh Maulani  
Dosen Pembimbing : Dr. Irwansyah Saputra, M.Kom  
Judul Tesis : Arsitektur SMART CONTRACT untuk Sertifikat Pendidikan Sekolah Dasar BERBASIS BLOCKCHAIN.

No	Tanggal Bimbingan	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing
1	29 September 2025	Pengajuan Judul dan Literature Review	
2	03 Oktober 2025	Penguatan Literature Review	
3	10 Oktober 2025	Pengajuan Desain Penelitian dan Sistem	
4	14 Oktober 2025	Pengajuan Bab I	
5	21 Oktober 2025	Acc Bab I dan Pengajuan Bab II	
6	24 Oktober 2025	Pengajuan Bab II	
7	31 Oktober 2025	Acc Bab II dan Pengajuan Bab III	
8	05 November 2025	Pengajuan Bab III	
9	12 November 2025	Acc Bab III dan Pengajuan Bab IV	
10	26 November 2025	Revisi Bab IV dan Sistem	
11	07 Desember 2025	Acc Bab IV dan Pengajuan Bab V	
12	06 Januari 2026	Acc Keseluruhan	

Catatan untuk dosen pembimbing

Bimbingan Tesis

- Dimulai pada tanggal : 29 September 2025
- Diakhiri pada tanggal : 06 Januari 2026
- Jumlah pertemuan bimbingan : 12 (dua belas) kali bimbingan

Disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing

(Dr. Irwansyah Saputra, M.Kom)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah, SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan tesis ini tepat pada waktunya. Dimana laporan tesis ini penulis sajikan dalam bentuk buku yang sederhana. Adapun judul tesis, yang penulis ambil sebagai berikut “**Arsitektur Smart Contract Dinamis Untuk Sertifikat Pendidikan Sekolah Dasar Berbasis Blockchain dan ChatBot AI**”.

Tujuan penulisan laporan tesis ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Magister Komputer (M.Kom) pada Program Studi Ilmu Komputer (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri.

Penelitian ini berfokus pada penerapan teknologi Blockchain dalam menjamin keaslian sertifikat pendidikan, yang diintegrasikan dengan Artificial Intelligence (AI) Agent serta OCR (Optical Character Recognition) Parsing untuk mengotomatiskan proses verifikasi dokumen. Melalui kombinasi teknologi ini, diharapkan dapat meningkatkan transparansi, efisiensi, serta keandalan proses validasi sertifikat di lingkungan pendidikan dasar.

Dalam penyusunan tesis ini, penulis melakukan penelitian yang melibatkan analisis literatur, perancangan sistem, serta implementasi prototipe berbasis blockchain dan AI screening. Referensi diperoleh dari berbagai sumber, seperti jurnal ilmiah, buku, maupun publikasi daring yang relevan dengan topik penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dukungan dari semua pihak dalam pembuatan laporan tesis ini, maka penulis tidak dapat menyelesaikan laporan tesis ini tepat pada waktunya. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Rektor Universitas Nusa Mandiri
2. Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Mandiri
3. Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri
4. Ketua Program Studi Ilmu Komputer (S2)

5. Bapak Dr. Irwansyah Saputra, M.Kom selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, pikiran dan tenaga dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
6. Orang tua tercinta yang telah memberikan dukungan material dan moral kepada penulis
7. Saudara-saudari kandung tersayang yang telah memberikan dukungan material dan moral kepada penulis
8. Seluruh Dosen Program Studi Ilmu Komputer (S2) Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri yang telah memberikan pelajaran yang berarti bagi penulis selama menempuh studi
9. Seluruh staf di lingkungan Universitas Nusa Mandiri yang telah melayani penulis dengan baik selama kuliah

Serta semua pihak yang terlalu banyak untuk penulis sebutkan satu persatu sehingga terwujudnya penulisan laporan tesis ini. Penulis menyadari bahwa penulisan laporan tesis ini masih jauh sekali dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Akhir kata semoga laporan tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.

Jakarta, 07 Januari 2026

Penulis



Maghfiroh Maulani

## ABSTRAK

Nama : Maghfiroh Maulani  
NIM : 14230021  
Program Studi : Ilmu Komputer  
Fakultas : Teknologi Informasi  
Jenjang : Strata Dua (S2)  
Peminatan : *Data Engineering*  
Judul : Arsitektur Smart Contract Dinamis Untuk Sertifikat Pendidikan Sekolah Dasar Berbasis Blockchain dan ChatBot AI.

Pemalsuan dan duplikasi dokumen sertifikat pendidikan masih menjadi permasalahan dalam pengelolaan arsip akademik, khususnya pada jenjang sekolah dasar. Proses verifikasi yang masih bersifat manual dan terpusat menyebabkan rendahnya transparansi serta sulitnya memastikan keaslian dokumen. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem sertifikasi pendidikan sekolah dasar berbasis blockchain guna menjamin keaslian dan integritas dokumen sertifikat.

Sistem yang dikembangkan memanfaatkan teknologi blockchain sebagai media penyimpanan data sertifikat yang bersifat terdistribusi dan tidak dapat diubah. Setiap dokumen sertifikat diproses melalui mekanisme hashing menggunakan algoritma SHA-256 untuk menghasilkan nilai hash unik sebagai identitas dokumen. Proses registrasi dan validasi sertifikat dilakukan melalui smart contract, sedangkan alur otomatisasi sistem diimplementasikan menggunakan workflow n8n yang terintegrasi dengan Telegram Bot sebagai antarmuka pengguna.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan sertifikat yang baru dan sertifikat yang telah terdaftar sebelumnya secara konsisten. Dokumen dengan konten yang sama menghasilkan hash identik sehingga terdeteksi sebagai duplikat, sementara dokumen yang berbeda menghasilkan hash yang berbeda dan diregistrasikan sebagai transaksi baru pada blockchain. Dengan demikian, sistem ini mampu meningkatkan keandalan proses verifikasi sertifikat serta menyediakan jejak audit yang transparan dan dapat dipercaya.

Kata Kunci: Blockchain, Sertifikat Pendidikan, Sekolah Dasar, Hashing, Smart Contract.

## **ABSTRACT**

*Name* : Maghfiroh Maulani  
*NIM* : 14230021  
*Study of Program* : Computer Science  
*Faculty* : Information Tecnology  
*Levels* : Master Degree (S2)  
*Concentration* : Data Engineering  
*Title* : A Dynamic Smart Contract Architecture for Managing  
Elementary School Educational Certificates Using Blockchain  
and an AI Chatbot.

*Forgery and duplication of educational certificates remain significant challenges in academic document management, particularly at the elementary school level. Manual and centralized verification processes often lack transparency and make it difficult to ensure document authenticity. This study aims to design and implement a blockchain-based certification system for elementary education to ensure the authenticity and integrity of certificate documents.*

*The proposed system utilizes blockchain technology as a distributed and immutable storage medium for certificate data. Each certificate document is processed using the SHA-256 hashing algorithm to generate a unique hash value that represents the document's identity. Certificate registration and validation are executed through smart contracts, while system automation is implemented using n8n workflows integrated with a Telegram Bot as the user interface.*

*The evaluation results indicate that the system can consistently distinguish between newly submitted certificates and previously registered ones. Documents with identical content produce the same hash and are detected as duplicates, whereas different documents generate distinct hashes and are registered as new transactions on the blockchain. Therefore, the proposed system enhances the reliability of certificate verification and provides a transparent and trustworthy audit trail.*

*Keywords: Blockchain, Educational Certificates, Elementary School, Hashing, Smart Contract.*

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS DAN BEBAS PLAGIARISME .....	ii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	vi
PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TESIS .....	vii
LEMBAR BIMBINGAN TESIS .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
ABSTRAK .....	x
ABSTRACT .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	63
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>17</b>
1.1 Latar Belakang .....	17
1.2 Identifikasi Masalah .....	18
1.3 Tujuan Penelitian .....	18
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	19
1.5 Sistematika Penulisan .....	21
<b>BAB II LANDASAN/KERANGKA PEMIKIRAN .....</b>	<b>22</b>
2.1 Kerangka Teori .....	22
2.1.1 Blockchain .....	23
2.1.2 Smart Contract .....	23
2.1.3 Fungsi Hash Kriptografi .....	24
2.1.4 Artificial Intelligence Screening .....	25
2.1.5 Integrasi AI-Blockchain .....	25
2.1.6 Otomasi Proses Verifikasi Dengan N8N Workflow .....	26
2.1.7 Penelitian Terdahulu .....	27
2.1.8 Kerangka Pemikiran .....	30
2.2 Tinjauan Obyek Penelitian .....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Desain Penelitian .....	32
3.2 Data dan Sumber Data .....	36
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	37
3.4 Tahapan Penelitian .....	38
3.5 Alat dan Lingkungan Penelitian .....	38
3.6 Evaluasi Penelitian .....	39

<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>41</b>
4.1 Analisis Prosedur Sistem Berjalan .....	41
4.2 Implementasi Sistem .....	43
4.2.1 Analisis Smart Contract .....	46
4.2.2 Analisis Kebutuhan Non Fungsional .....	47
4.2.3 Analisis Kebutuhan Pengguna .....	49
4.3 Analisis Kebutuhan Fungsional .....	50
4.3.1 Diagram Use Case .....	51
4.3.2 Diagram Activity .....	53
4.3.3 Diagram Sequence .....	54
4.4 Lingkungan dan Skenario Pengujian .....	55
4.5 Hasil Pengujian Sistem .....	56
4.5.1 Pengujian Sertifikat Baru .....	58
4.5.2 Pengujian Sertifikat Duplikat .....	58
4.6 Analisis Waktu Proses Verifikasi .....	59
4.7 Pembahasan.....	59
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>61</b>
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	62
DAFTAR REFERENSI.....	6
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	6
SURAT KETERANGAN RISET.....	6
LAMPIRAN.....	67

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1. Penelitian Terdahulu .....	1
Tabel IV.1. Format penyimpanan data pada <i>SmartContract</i> .....	1
Tabel IV.2. Kebutuhan Perangkat Keras .....	1
Tabel IV.3. Kebutuhan Perangkat Lunak.....	1
Tabel IV.4. Kebutuhan Perangkat Pengguna .....	1
Tabel IV.5. Diagram Use Case .....	1
Tabel IV.6. Tabel Pengujian Sertifikat Baru.....	1
Tabel IV.7. Lingkungan dan Skenario Pengujian .....	1
Tabel IV.8. Analisis Waktu Proses Verifikasi .....	1
Tabel IV.9. Hasil Pengujian Fungsionalitas Smart Contract .....	1
Tabel IV.10. Hasil Rincian Smart Contract Upload Dokumen Sertifikat Lomba .....	1

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar I.1. Ukuran Pasar Blockchain Global di Bidang Pendidikan 2033 .....	1
Gambar III.1. Desain Tahapan Penelitian.....	1
Gambar III.1. Tahapan Penelitian .....	1
Gambar IV.1. Analisis Prosedur Sistem Berjalan.....	1
Gambar IV.2. Gambaran Umum Implementasi Sistem .....	1
Gambar IV.3. Gambaran Implementasi Sistem N8N Workflow .....	1
Gambar IV.4. Smart Contract .....	1
Gambar IV.6 Analisis Prosedur Sistem Berjalan.....	1
Gambar IV.7. Diagram Usecase .....	1
Gambar IV.8. Diagram Activity .....	1
Gambar IV.9. Diagram Sequence .....	1
Gambar IV.10. Transaksi Data Siswa1 Pada Jaringan Blockchain .....	1
Gambar IV.11. Transaksi Data Siswa2 Pada Jaringan Blockchain .....	1
Gambar IV.12. Transaksi Data Siswa3 Pada Jaringan Blockchain .....	1

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 9. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 10. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1
Lampiran 1. Isi Lampiran.....	1

```

Deploying...
Proxy deployed at: 0x1FBe886a92ccA3D2b0011658475069572647E000
Implementation: 0x0D0823ab2d32BA3D0867151c082dEB6D4D3e17f96
PS C:\Users\maghfiroh_maulani\Downloads\cert-project-final\backend\blockchain-cert\cert-hardhat> npx hardhat console --network ganache
[dotenv@17.2.3] injecting env (5) from .env -- tip: ✨ write to custom object with { processEnv: myObject }
[dotenv@17.2.3] injecting env (0) from .env -- tip: ✨ run anywhere with 'dotenvx run -- yourcommand'
Welcome to Node.js v22.21.0.
Type ".help" for more information.
> const PROXY="0x1FBe886a92ccA3D2b0011658475069572647E000";
undefined
> const c = await ethers.getContractAt("DynamicCertificateRegistry", PROXY);
undefined
> await c.owner()
'0xb96b39c5cDD491751CF5DFE465A274A84A1b1Dc1'
> await c.allowRevocation()
true
> await c.allowReRegistration()
false

```

```

> const h = ethers.id("ujicobal23"); // ke bytes32
undefined
> await c.registerCertificate(h);
ContractTransactionResponse {
  provider: HardhatEthersProvider {
    _hardhatProvider: LazyInitializationProviderAdapter {
      _providerFactory: [AsyncFunction (anonymous)],
      _emitter: [EventEmitter],
      _initializingPromise: [Promise],
      provider: [BackwardsCompatibilityProviderAdapter]
    },
    _networkName: 'ganache',
    _blockListeners: [],
    _transactionHashListeners: Map(0) {},
    _eventListeners: []
  },
}

```

```

blockNumber: 10,
blockHash: '0xb6ef5917ab4817e65f6fe3134b3367f7ddd67721fc54c74826dab51e228164ff',
index: undefined,
hash: '0xbdbb9fdedd1fd296a54c7a3150a011e82761aab6dfcfcfc47e2f319622289',
type: 2,
to: '0x1FBe886a92ccA3D2b0011658475069572647E000',
from: '0xb96b39c5cDD491751CF5DFE465A274A84A1b1Dc1',
nonce: 9,
gasLimit: 73829n,
gasPrice: 419545885n,
maxPriorityFeePerGas: 99771628n,
maxFeePerGas: 419545885n,
maxFeePerBlobGas: null,
data: '0xf10dce83b34061c211b75bfb427ced7c0514b2b41c4820c9131245e657da933ce2f402b',
value: 0n,
chainId: 1337n,
signature: Signature { r: 0x0d2e92ad0c4dd79b31fb91cb29d347f565084557398a9be0f4458db3c175f6ee, s: 0x742c125a6f89ec4b439cc6af7e8bd218b338cc87b29cddb651038aa7bea698e, v: 27 },
accessList: [],
blobVersionedHashes: null,
authorizationList: null
}
> await c.isRegistered(h);
true
>

```

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] AntiER Solutions, “Global Blockchain In Education Market Size 2024--2033.” [Online]. Available: [https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/blockchain-in-education-market-102379?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/blockchain-in-education-market-102379?utm_source=chatgpt.com)
- [2] S. Boonkrong, “Design of an academic document forgery detection system,” *International Journal of Information Technology (Singapore)*, no. 0123456789, 2024, doi: 10.1007/s41870-024-02006-6.
- [3] M. A. C. Quispe and A. Pacheco, “Blockchain ensuring academic integrity with a degree verification prototype,” *Sci Rep*, vol. 15, no. 1, pp. 1–15, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-93913-6.
- [4] S. H. Said, M. A. Dida, E. M. Kosia, and R. S. Sinde, “A Blockchain-based Conceptual Model to Address Educational Certificate Verification Challenges

- in Tanzania,” *Engineering, Technology and Applied Science Research*, vol. 13, no. 5, pp. 11691–11704, 2023, doi: 10.48084/etasr.6170.
- [5] D. K. R. Kumar and Vanaja, “Analysis of Feature Selection Algorithms on Classification: A Survey,” *Int J Comput Appl*, vol. 96, pp. 28–35, 2014, doi: 10.5120/16888-6910.
- [6] Ninda Lutfiani, Desy Apriani, Efa Ayu Nabila, and H. L. Juniar, “Academic Certificate Fraud Detection System Framework Using Blockchain Technology,” *Blockchain Frontier Technology*, vol. 1, no. 2, pp. 55–64, 2022, doi: 10.34306/bfront.v1i2.55.
- [7] S. Pathak, V. Gupta, N. Malsa, A. Ghosh, and R. Shaw, “Blockchain-Based Academic Certificate Verification System—A Review,” 2022, pp. 527–539. doi: 10.1007/978-981-19-2980-9\_42.
- [8] T. Rahman, S. I. Mouno, A. M. Raatul, A. K. Al Azad, and N. Mansoor, “Verifi-Chain: A Credentials Verifier Using Blockchain and IPFS,” *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 757 LNNS, pp. 361–371, 2023, doi: 10.1007/978-981-99-5166-6\_24.
- [9] D. Setiowati, M. U. H. Al Rasyid, and I. Syarif, “A Blockchain System For Digital Certificate Verification On E-Learning,” *Kumpulan jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*, vol. 08, no. 3, pp. 265–278, 2021, [Online]. Available: <https://klik.ulm.ac.id/index.php/klik/article/view/397>
- [10] S. V. Mahadevkar, S. Patil, K. Kotecha, L. W. Soong, and T. Choudhury, “Exploring AI-driven approaches for unstructured document analysis and future horizons,” *J Big Data*, vol. 11, no. 1, 2024, doi: 10.1186/s40537-024-00948-z.
- [11] X. Zhao, *OPEN A hybrid deep learning and fuzzy logic framework for feature-based evaluation of english Language learners*. 2025.
- [12] X. Bi, D. Chen, H. Huang, S. Wang, and H. Zhang, “Combining Pixel-Level and Structure-Level Adaptation for Semantic Segmentation,” *Neural Process Lett*, vol. 55, no. 7, pp. 9669–9684, 2023, doi: 10.1007/s11063-023-11220-5.
- [13] Z. Li, D. Kong, Y. Niu, H. Peng, X. Li, and W. Li, “An Overview of AI and Blockchain Integration for Privacy-Preserving,” no. February, 2023.
- [14] H. Atkar, S. Karale, A. Sathe, V. Tambe, and R. Kadam, “AI-Blockchain Driven Official Document Verification Framework,” vol. 7, no. 2, pp. 1–11.
- [15] X. Zhao, T. Zhang, and W. Xiao, “An Automated Design Method for Plane Trusses Based on User Preference Information,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 3, 2023, doi: 10.3390/app13031543.
- [16] M. Wali and T. Iqbal, “Implementing Workflow Automation with N8N to Enhance Operational Efficiency and Performance in the Sharia Cooperative of Bank Indonesia , Aceh Province,” vol. 4, no. 1, pp. 36–47, 2025.

- [17] Ayush Mishra, “Blockchain-Based Decentralized Document Verification and Its Applications,” *Journal of Information Systems Engineering and Management*, vol. 10, no. 10s, pp. 137–151, 2025, doi: 10.52783/jisem.v10i10s.1362.
- [18] M. B. Muhammed Busari, “Ai-Powered OCR for Fraud-Resistant Income Verification in Fintech,” *International Journal of Advances in Engineering and Management*, vol. 7, no. 4, pp. 641–646, 2025, doi: 10.35629/5252-0704641646.
- [19] J. Okocha, “A Critical Review of Blockchain in Certificate Verification Systems : Dissecting the Pros , Cons , and Merger with AI,” vol. 7, pp. 358–368, 2025.
- [20] D. Kadam and K. Suvarna, “Certichain – A University Certificate Verifier,” vol. 14, no. 06, 2025.
- [21] Prof. S. N. Shraddha H D, “Secure Academic Certificate Authentication Using Blockchain Technology”.
- [22] S. P. F. S., M. S. L., and T. R. Sree, “Decentralized certificate issuance and verification system using Ethereum blockchain technology,” *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 242, p. 104190, 2025, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2025.104190>.
- [23] N. Chotikakamthorn, A. Mi San, and C. Sathitwiriawong, “On-Chain Verifiable Credential with Applications in Education,” *ECTI Transactions on Computer and Information Technology*, vol. 18, no. 3, pp. 342–355, 2024, doi: 10.37936/ecti-cit.2024183.256091.
- [24] S. Chavan, R. Kute, P. Rathi, V. Narde, and P. R. More, “Eyes of Authenticity : Document Forgery Detection using Siamese and OCR Techniques,” vol. 10, no. 11, pp. 1281–1291, 2024.
- [25] I. N. Science, “INTERNATIONAL JOURNAL OF AI based ID Card and Educational Certificates Fraud Detection using Deep Adversarial Network,” vol. 7, no. 7, 2024, doi: 10.15680/IJMRSET.2024.0707111.
- [26] O. S. Oluwaseyi and R. O. Akinyede, “Utilizing Blockchain Technology for University,” *International Journal of Applied Information Systems (IJ AIS)*, vol. 12, no. 45, pp. 23–40, 2024, [Online]. Available: [www.ijais.org](http://www.ijais.org)
- [27] R. Abdelmagid, M. Abdelsalam, and F. K. Alsheref, “A Blockchain Framework for Academic Certificates Authentication,” *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 15, no. 7, pp. 297–305, 2024, doi: 10.14569/IJACSA.2024.0150729.
- [28] F. Azzam *et al.*, “The Use of Blockchain Technology and OCR in E-Government for Document Management: Inbound Invoice Management as an Example,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 14, 2023, doi: 10.3390/app13148463.

- [29] A. Kareem and A. C. Shakir, "Review: Verification Process of Academic Certificates Using Blockchain Technology," *Kirkuk University Journal-Scientific Studies*, vol. 18, no. 1, pp. 62–75, 2023, doi: 10.32894/kujss.2023.135876.1072.
- [30] P. Khatai, A. K. Shrestha, and J. Vassileva, "Student Certificate Sharing System Using Blockchain and NFTs," pp. 61–70, 2023, doi: 10.1007/978-3-031-45155-3\_7.
- [31] D. E. Nwanze, O. P. Okechukwu, and C. H. Nnaji, "Document Verification System for Fraud Detection Using Machine Learning Technique," *International Journal of Computing, Science and New Technologies (IJCSNT)*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2023, [Online]. Available: [https://www.academia.edu/117467804/Document\\_Verification\\_System\\_for\\_Fraud\\_Detection\\_Using\\_Machine\\_Learning\\_Technique](https://www.academia.edu/117467804/Document_Verification_System_for_Fraud_Detection_Using_Machine_Learning_Technique)
- [32] B. Awaji and E. Solaiman, "Design, Implementation, and Evaluation of Blockchain-based Trusted Achievement Record System for Students in Higher Education," *International Conference on Computer Supported Education, CSEdu - Proceedings*, vol. 2, pp. 225–237, 2022, doi: 10.5220/0011044200003182.
- [33] S. Ambast and T. Sumesh, *A Blockchain Based Credential Verification System using IPFS*. 2022. doi: 10.1109/INDICON56171.2022.10039743.
- [34] M. L. Chayadevi, K. Shreyas, S. Sruthi, and S. L. Gowda, "Literature Review on Certificate Forgery Detection," vol. 5, no. 3, pp. 660–666, 2023, doi: 10.35629/5252-0503660666.
- [35] Isizoh A N, Anyi D O, Onyeyili T C, and Ebih U J, "Certificate Fraud Detection Using Artificial Intelligence Technique," *International Journal of Research Publication and Reviews*, vol. 2, no. 11, pp. 801–818, 2021, [Online]. Available: [www.ijrpr.com](http://www.ijrpr.com)