

16/S/TEKKOM-KCBR/PK.03.08/10/JULI/2024

**IMPLEMENTASI ALGORITMA KRIPTOGRAFI SERPENT DAN
STEGANOGRAFI LSB UNTUK PENGAMANAN DATA TEKS BERBASIS
APLIKASI ANDROID**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik Komputer Konsentrasi Pengembangan Keamanan dan Jaringan



oleh:

Rastra Wardana Nanditama

NIM 2003075

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KOMPUTER
KAMPUS UPI DI CIBIRU
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2024**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA KRIPTOGRAFI SERPENT DAN
STEGANOGRAFI LSB UNTUK PENGAMANAN DATA TEKS BERBASIS
APLIKASI ANDROID**

oleh

Rastra Wardana Nanditama

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Komputer

© **Rastra Wardana Nanditama** 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2024

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-undang.

Skripsi ini tidak diperbolehkan seluruhnya atau sebagian diperbanyak, dengan
dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

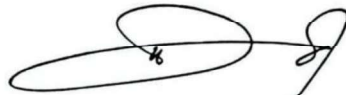
LEMBAR PENGESAHAN

RASTRA WARDANA NANDITAMA

**IMPLEMENTASI ALGORITMA KRIPTOGRAFI SERPENT DAN
STEGANOGRAFI LSB UNTUK PENGAMANAN DATA TEKS BERBASIS
APLIKASI ANDROID**

disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



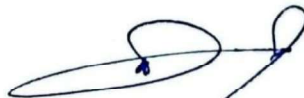
Deden Pradeka, S.T., M.Kom.
NIP. 920200419890816101

Pembimbing II



Devi Aprianti Rimadhani Agustini, S.Si., M.Si.
NIP. 920200819890421201

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Komputer



Deden Pradeka, S.T., M.Kom.
NIP. 920200419890816101

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rastra Wardana Nanditama
NIM : 2003075
Program Studi : Teknik Komputer

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "IMPLEMENTASI ALGORITMA KRIPTOGRAFI SERPENT DAN STEGANOGRAFI LSB UNTUK PENGAMANAN DATA TEKS BERBASIS APLIKASI ANDROID" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2024

Yang membuat pernyataan,



Rastra Wardana Nanditama

NIM. 2003075

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya memungkinkan penulis untuk menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi Algoritma Kriptografi Serpent dan Steganografi LSB Untuk Pengamanan Data Teks Berbasis Aplikasi Android” tepat waktu. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan selama penulisan skripsi ini. Oleh penuh rasa hormat, penulis bermaksud menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ayah, Ibu, Rai, dan Kakak penulis yang selalu memberikan dukungan dengan doa serta dorongan motivasi moral untuk bisa menyelesaikan skripsi tepat waktu.
2. Keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan motivasi dan selalu mengingatkan untuk menyelesaikan skripsi tepat waktu
3. Bapak Deden Pradeka, S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer, dosen pembimbing pertama, wali dosen yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan moral serta ilmiah yang berarti selama penyusunan skripsi ini
4. Ibu Devi Aprianti Rimadhani Agustini, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing kedua yang membantu dalam penulisan skripsi ini dengan memberikan bimbingan dalam setiap langkah penulisan skripsi.
5. Seluruh dosen dan civitas akademika Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan segala kebaikan dan jasa selama masa perkuliahan.
6. Dhimaz Purnama Adjhi dan Mohamad Rizal Hanafi. Rekan seperjuangan dalam grup “Tidak Semua UGM part 0.1” yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menjalani perkuliahan.
7. Rifqi, Ivan, Aksyal, Rifty, Radya, Ferdinand, Dzulfikar, Haryanto, serta teman dan rekan dari komunitas “JMK NATION” yang telah saling mengingatkan, menyemangati, dan memberikan dukungan moral serta motivasi yang tak ternilai selama penulis menyelesaikan skripsi ini.

8. Seluruh rekan dan teman dari Teknik Komputer yang tidak bisa disebut satu per satu, namun telah memberikan dukungan dan semangat selama penulis menyelesaikan skripsi ini.

Ucapan terima kasih ini penulis persembahkan kepada semua pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini hingga selesai. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat berbagai kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

IMPLEMENTASI ALGORITMA KRIPTOGRAFI SERPENT DAN STEGANOGRAFI LSB UNTUK PENGAMANAN DATA TEKS BERBASIS APLIKASI ANDROID

Rastra Wardana Nanditama

2003075

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan zaman, teknologi informasi dan komunikasi juga berkembang dengan pesat sehingga menjadi salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan ini mempermudah komunikasi jarak jauh melalui internet. Selain membawakan beragam manfaat dan keuntungan, terdapat kerugian yang dapat diakibatkan oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab, seperti pencurian data penting atau penyadapan data pribadi. Oleh karena itu, perlu adanya langkah-langkah keamanan yang kuat untuk melindungi data rahasia saat berkomunikasi. Beberapa penelitian dilakukan dengan mengimplementasikan berbagai teknik untuk meningkatkan keamanan data rahasia, termasuk menggunakan algoritma enkripsi dan teknik steganografi. Salah satu pendekatan yang sering digunakan adalah teknik steganografi *Least Significant Bit* (LSB), yang bekerja dengan menyisipkan data dalam bit terkecil pada media yang digunakan. Selain teknik steganografi, algoritma enkripsi sering juga digunakan untuk mengacak data agar menghilangkan makna asli dari data dan tidak dapat terbaca. Penelitian ini mengembangkan aplikasi Android yang mengimplementasikan algoritma enkripsi *Serpent* dan teknik steganografi LSB. Algoritma *Serpent* dipilih karena keunggulannya dalam keamanan data dengan 32 putaran enkripsi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 10 kata dengan panjang 32 karakter lalu menghitung korelasi *pearson* antara *plaintext* dan *ciphertext*. Untuk menilai kualitas gambar setelah penyisipan data, perhitungan *Mean Squared Error* (MSE) dan *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR) digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata korelasi $-0,047388859$ untuk perbandingan *plaintext* dan *ciphertext*, sedangkan nilai rata-rata MSE $0,0054$ dan nilai rata-rata PSNR 70.5 dB. Hal ini mengindikasikan bahwa teknik steganografi yang digunakan efektif dalam menyembunyikan data tanpa mengubah kualitas visual secara signifikan. Kombinasi dengan algoritma *Serpent* lebih lanjut meningkatkan keamanan pada data teks.

Kata Kunci: Steganografi LSB, Enkripsi *Serpent*, Keamanan Data Teks, Aplikasi Android

IMPLEMENTATION OF SERPENT CRYPTOGRAPHY ALGORITHM AND LSB STEGANOGRAPHY FOR SECURING TEXT DATA BASED ON ANDROID APPLICATION

Rastra Wardana Nanditama

2003075

ABSTRACT

As time goes by, information and communication technology also developed rapidly so that it becomes one of the widely used technologies in everyday life. This development facilitates long-distance communication via the internet. In addition to bringing various benefits and advantages, there are disadvantages that can be caused by irresponsible parties, such as theft of important data or interception of personal data. Therefore, there is a need for strong security measures to protect confidential data while communicating. Previous research has implemented various techniques to enhance confidential data, including using encryption algorithms and steganography techniques. One frequently used approach is the Least Significant Bit (LSB) steganography technique, which works by inserting data in the smallest bit on the medium used. In addition to steganography techniques, encryption algorithms are often also used to scramble data in order to remove the original meaning of the data and make it unreadable. This research develops an Android application that implements the Serpent encryption algorithm and LSB steganography technique. Serpent algorithm was chosen because of its advantage in data security with 32 rounds of encryption. The test was conducted using 10 words with a length of 32 characters and then calculating the Pearson correlation between plaintext and ciphertext. To assess the image quality after data insertion, Mean Squared Error (MSE) and Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) calculations were used. The results showed that the average correlation value was -0.047388859 for the comparison of plaintext and ciphertext, while the average MSE value was 0.0054 and the average PSNR value was 70.5 dB. This indicates that the steganography technique used is effective in hiding data without significantly altering the visual quality. The combination with Serpent algorithm further enhances the security of the text data.

Keywords: *LSB Steganography, Serpent Encryption, Text Data Security, Android Application*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1. Manfaat Teoritis.....	5
1.5.2. Manfaat Praktis	5
1.6 Struktur Organisasi Skripsi	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terkait.....	7
2.2 Kriptografi	9
2.2.1 Enkripsi dan Dekripsi.....	10
2.2.2 Jenis-Jenis Kriptografi	10
2.3 <i>Serpent</i>	12
2.3.1 Proses Pembangkitan Kunci.....	13
2.3.2 Proses Enkripsi.....	17
2.3.3 Proses Dekripsi	20
2.4 Steganografi LSB	23
2.5 Android.....	25
2.5.1. Android Studio	25

2.6	Parameter Pengukuran Kualitas Gambar.....	25
2.7	Korelasi <i>Pearson</i>	26
BAB III METODE PENELITIAN		28
3.1	Analisis	28
3.2	Desain atau Perancangan Sistem.....	29
3.2.1	Diagram Arsitektur.....	29
3.2.2	Diagram Kasus Penggunaan	31
3.2.3	Diagram Kelas.....	32
3.2.4	Diagram Aktivitas	34
3.3	Pengembangan.....	36
3.3.1.	Alat dan Bahan.....	37
3.3.2.	Metode Pengembangan Aplikasi.....	37
3.4	Pengujian dan Evaluasi.....	39
3.5	Pelaporan	41
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		42
4.1	Hasil Pengembangan Aplikasi.....	42
4.1.1	Hasil Implementasi Algoritma <i>Serpent</i>	42
4.1.2	Hasil Implementasi Steganografi LSB.....	44
4.1.3	Hasil Antarmuka Aplikasi.....	45
4.2	Hasil Pengujian Fungsionalitas Aplikasi.....	48
4.2.1	Hasil Pengujian Enkripsi dan Dekripsi	48
4.2.2	Hasil Pengujian Steganografi.....	53
4.2.3	Hasil Pengujian Black-Box.....	59
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI		62
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Implikasi	63
5.3	Rekomendasi	63
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN.....		69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait	8
Tabel 2. 2 S-Box Algoritma <i>Serpent</i>	16
Tabel 2. 3 Inversi S-box Algoritma <i>Serpent</i>	22
Tabel 2. 4 Nilai dan Kriteria Korelasi Pearson	27
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Enkripsi dan Dekripsi	49
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Korelasi Pearson Algoritma <i>Serpent</i>	51
Tabel 4. 3 Perbandingan Berapa Lama Waktu yang Diperlukan untuk Serangan <i>Bruteforce</i>	53
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian MSE dan PSNR Steganografi LSB	54
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian MSE dan PSNR pada Gambar Berukuran Kecil	57
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Black Box Aplikasi Android	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kriptografi Simetris	11
Gambar 2. 2 Kriptografi Asimetris	12
Gambar 2. 3 Tabel ASCII	13
Gambar 2. 4 Proses Pembangkitan Kunci <i>Serpent</i>	14
Gambar 2. 5 Pembagian Key Menjadi $w_0 - w_7$	14
Gambar 2. 6 Perhitungan Prekey w_8	15
Gambar 2. 7 Proses Pembangkitan Kunci <i>Serpent</i>	16
Gambar 2. 8 Diagram Alur Proses Enkripsi Algoritma <i>Serpent</i>	18
Gambar 2. 9 Alur Proses Transformasi Linier	20
Gambar 2. 10 Diagram Alur Proses Dekripsi Algoritma <i>Serpent</i>	21
Gambar 2. 11 Alur Proses Inversi Transformasi Linier.....	23
Gambar 2. 12 Perbedaan MSB dan LSB dalam 1 Byte	24
Gambar 2. 13 Proses Penyisipan Data Dengan Teknik Steganografi LSB.....	25
Gambar 3. 1 Alur Penelitian Metode <i>Design and Development</i>	28
Gambar 3. 2 Diagram Arsitektur Aplikasi Android.....	30
Gambar 3. 3 Diagram Arsitektur Sistem Enkripsi dan Steganografi	30
Gambar 3. 4 Diagram Kasus Penggunaan Aplikasi Android.....	31
Gambar 3. 5 Diagram Kelas Aktivitas Utama	33
Gambar 3. 6 Diagram Kelas Algoritma Enkripsi <i>Serpent</i>	34
Gambar 3. 7 Diagram Kelas Steganografi LSB	34
Gambar 3. 8 Diagram Aktivitas Encode	35
Gambar 3. 9 Diagram Aktivitas Decode	36
Gambar 3. 10 Metode Pengembangan Sistem Agile	38
Gambar 3. 11 Cara Kerja Metode Pengujian Black Box	40
Gambar 4. 1 Metode Encrypt pada Class <i>Serpent</i>	43
Gambar 4. 2 Potongan Kode Dalam Class <i>DataConversion</i>	44
Gambar 4. 3 Metode <i>encryptMessage</i> dalam Class <i>Crypto</i>	44
Gambar 4. 4 Penggunaan Class <i>imageSteganography</i> dan <i>textEncoding</i>	45
Gambar 4. 5 Tampilan Menu Utama.....	46
Gambar 4. 6 Tampilan Menu Encode	47

Gambar 4. 7 Tampilan Menu Decode	48
Gambar 4. 8 Sampel Perhitungan Korelasi Pearson Menggunakan Spreadsheet .	50
Gambar 4. 9 Histogram Perbandingan Channel Warna	56
Gambar 4. 10 Histogram Perbandingan Channel Warna Gambar Ukuran 10x10	58
Gambar 4. 11 Histogram Perbandingan Channel Warna Gambar Ukuran 16x16	58
Gambar 4. 12 Histogram Perbandingan Channel Warna Gambar Ukuran 32x32	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Penelitian	69
Lampiran 2. <i>Repository Github</i> untuk <i>Source Code</i> Aplikasi.....	69
Lampiran 3. Kode MATLAB untuk Perhitungan MSE dan PSNR	69
Lampiran 4. Dokumentasi Pengujian Algoritma Enkripsi <i>Serpent</i>	70
Lampiran 5. Hasil Pengujian Enkripsi dan Dekripsi Panjang Data 1KB dan 2KB	71
Lampiran 6. Hasil Pengujian MSE dan PSNR Panjang Data 1KB dan 2KB	71
Lampiran 7. Perbandingan <i>Cover Image</i> dan <i>Stego Image</i>	74

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, R., Biham, E., & Knudsen, L. (1998). Serpent : A Proposal for the Advanced Encryption Standard. *NIST AES Proposal*, 1–23. <https://bitbucket.org/nicholascapo/network-security-project/src/fcbc6e93e555/Literature/serpent.pdf>
- Basri. (2016). Kriptografi Simetris dan Asimetris dalam Perspektif Keamanan Data dan Kompleksitas Komputasi. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 2(2), 16–23. <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id/index.php/jikom/article/view/82%0Ahttp://ejournal.fikom-unasman.ac.id/index.php/jikom/article/download/82/55>
- Buulolo, N., & Sindar, A. (2020). Analisis dan Perancangan Keamanan Data Menggunakan Algoritma Kriptografi DES (Data Encryption Standard). Dalam *Jurnal Teknologi Informasi: Vol. XV*
- Damanik, H. A., & Anggraeni, M. (2018). Teknik Pengujian Keamanan Data Teks Bertingkat dengan Metode Steganography LSB dan Teknik Enkripsi. *Jurnal Penelitian Pos dan Informatika*, 8(2), 109–122. <https://doi.org/10.17933/jppi.2018.080204>
- Darmawan, I., Nurdian, I., Rahmatulloh, A., & Rianto. (2022). Selection of the Best Color Space for Image Steganography with the Least Significant Bit Method. *Proceedings - International Conference Advancement in Data Science, E-Learning and Information Systems, ICADEIS 2022*. <https://doi.org/10.1109/ICADEIS56544.2022.10037373>
- Handoyo, A. E., Setiadi, D. R. I. M., Rachmawanto, E. H., Sari, C. A., & Susanto, A. (2018). Message Concealment and Encryption Technique in Digital Image with Combination of LSB and RSA Methods. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 6(1), 37–43. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.6.1.2018.37-43>
- Herlina, & KH, M. (2019). Pemrograman Aplikasi Android dengan Android Studio, Photoshop, dan Audition. Dalam *PT Elex Media komputindo* (Nomor July 2019). Elex Media Komputindo.

https://www.google.co.id/books/edition/Pemrograman_Aplikasi_Android_dengan_Andr/pEyrDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=pengertian+android&pg=PA1&printsec=frontcover

- Izevbizua, P. O. (2015). Data Security in the Cloud Using Serpent Encryption and Distributed Steganography. *European Scientific Journal*, 11(18), 347–359.
- J. Ellis, T., & Levy, Y. (2010). A Guide for Novice Researchers: Design and Development Research Methods. *Proceedings of the 2010 InSITE Conference, March*, 107–118. <https://doi.org/10.28945/1237>
- Joshi, K., Yadav, R., & Allwadhi, S. (2016). PSNR and MSE based investigation of LSB. *2016 International Conference on Computational Techniques in Information and Communication Technologies, ICCTICT 2016 - Proceedings*, 280–285. <https://doi.org/10.1109/ICCTICT.2016.7514593>
- Lutfi, S., & Rosihan, R. (2018). Perbandingan Metode Steganografi Lsb (Least Significant Bit) Dan Msb (Most Significant Bit) Untuk Menyembunyikan Informasi Rahasia Kedalam Citra Digital. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 1(1), 34–42. <https://doi.org/10.33387/jiko.v1i1.1169>
- Mulyono, I. U. W., Susanto, A., Anggraeny, T., & Sari, C. A. (2018). Encryption of Text Message on Audio Steganography Using Combination Vigenere Cipher and LSB (Least Significant Bit). *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*, 4(1), 63–74. <https://doi.org/10.22219/kinetik.v4i1.701>
- Nechvatal, J., Barker, E., Bassham, L., Burr, W., Dworkin, M., Foti, J., & Roback, E. (2001). Report on the development of the Advanced Encryption Standard (AES). *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*, 106(3), 511–577. <https://doi.org/10.6028/jres.106.023>
- Prasetya, A. W. Y., Suhardjo, B., & Munir, R. (2023). Penggunaan Kombinasi Kriptografi Triple DES dan Teknik Steganografi LSB dalam Mengamankan Pesan Militer. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 12(2), 193–199.

- Pressman, R. S. (2010). Software Quality Engineering: A Practitioner's Approach. Dalam *Software Quality Engineering: A Practitioner's Approach* (Seventh Ed, Vol. 9781118592). McGraw-Hill Higher Education. <https://doi.org/10.1002/9781118830208>
- Putri, A. A. (2010). *Studi dan Implementasi Enkripsi Pengiriman Pesan Suara dengan Algoritma Serpent*.
- Putri, D. A. P. (2019). Rancang Bangun Media Pembelajaran Bahasa Arab Untuk Anak Usia Dini Berbasis Android. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 10(3), 156–164.
- Putri, J., Ernawati, & Vatesia, A. (2019). Aplikasi Pengamanan Pesan Teks pada Citra Digital Menggunakan AES 128 Dan LSB 1 Bit. *Rekursif*, 7(2), 116–124. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/rekursif/article/view/6970>
- Ramadhan, M. Z., & Angelia, F. (2023). Mengoptimalkan pengembangan aplikasi mobile melalui perbandingan metode pengembangan perangkat lunak (Waterfall, Prototype, Mobile-D, Agile, RAD). *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Sains*, 3(2), 13–19.
- Ramadhinara, P., Saputra, D., & Anam, M. K. (2015). Penyembunyian Pesan Dengan Menggunakan Steganografi LSB Dan Algoritma Enkripsi Serpent Pada Citra Digital. *Proceeding of the 1st Informatics Conference 2015 (ICF-2015)*, 2015, 64–70.
- Rampalemba, F. P. (2016). Analisis Iterated Cipher Berdasarkan Avalanche Effect pada Rancangan Skema Transposisi (P-Box) dan S-Box Crypton: Suatu Tinjauan Optimasi Putaran pada Block Cipher. *Universitas Kristen Satya Wacana Institutional Repository*, April. <https://repository.uksw.edu/handle/123456789/13569>
- Rizki, B., R Rumani, & Nasrun, M. (2015). Analisis Perbandingan Antara Algoritma Kriptografi Serpent Dan Aes Pada Implementasi Enkripsi Sms Di Perangkat Android. *e-Proceeding of Engineering*, 2(2), 3511–3517.

- Sahrn, N., & Sularno, S. (2023). Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Menemukan Lokasi Dokter Hewan Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(1), 21–32. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v5i1.732>
- Schneier, B. (2015). *Applied cryptography: protocols, algorithms, and source code in C*. (20th Anniv). John Wiley & Sons, Inc.
- Shah, T., Haq, T. U., & Farooq, G. (2020). Improved SERPENT Algorithm: Design to RGB Image Encryption Implementation. *IEEE Access*, 8, 52609–52621. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2978083>
- Sofian, N., Wicaksana, A., & Hansun, S. (2019). LSB steganography and AES encryption for multiple PDF documents. *Proceedings of 2019 5th International Conference on New Media Studies, CONMEDIA 2019*, 100–105. <https://doi.org/10.1109/CONMEDIA46929.2019.8981842>
- Veriarinal, & Wanadi, R. (2024). Implementasi Sistem Steganografi Citra Dengan Metode Substitusi LSB (LEAST SIGNIFICANT BIT). *Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(11), 10–20.
- Wildasyah, S. (2019). *WhatsApp Dirut Tempo Toriq Hadad Dibajak, 2 Pelaku Ditangkap Polisi*. detiknews. Diakses pada 10 Januari 2024 dari <https://news.detik.com/berita/d-4621517/whatsapp-dirut-tempo-toriq-hadad-dibajak-2-pelaku-ditangkap-polisi>
- Yanti, F., & Budayawan, K. (2023). Implementasi Steganografi Menggunakan Metode Least Significant Bit (LSB) dalam Pengamanan Informasi pada Citra Digital. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, 11(1), 63. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v11i1.121968>