



Skema Penyembunyian Data pada Gambar Berbasis Interpolasi Kubik B-Spline Menggunakan Metode *Least Significant Bit* (LSB)

Garno^{#1}, Riza Ibnu Adam^{#2}

[#]Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. H.S. Ronggowaluyo, Telukjambe Timur, Karawang 41361

¹garno@staff.unsika.ac.id

²riza.adam@staff.unsika.ac.id

Abstrak— Maraknya kasus pencurian data menyebabkan sistem keamanan pesan harus ditingkatkan. Salah satu cara untuk mengamankan pesan adalah dengan memasukkan pesan ke dalam gambar digital. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas gambar digital dalam sistem keamanan pesan tersembunyi. Teknik yang digunakan untuk keamanan pesan adalah steganografi. *Cover image* akan dikonversi menjadi bit piksel dalam domain spasial. *Cover image* digunakan dalam bentuk gambar digital dengan format *jpg*. Teknik meningkatkan kualitas dan kapasitas gambar digital dilakukan dengan menambahkan dan meningkatkan bit piksel menggunakan metode interpolasi *Cubic B-Spline*. *Cover image* yang telah di interpolasi, kemudian disisipi pesan menggunakan metode *least significant bit* (LSB) untuk memperoleh stegoimage. Pesan yang diselipkan berbentuk *file .doc, .docx, .pdf, .xls, .rar, .iso* dan *.zip* dengan ukuran berbeda-beda kapasitasnya. Teknik uji dibuat dengan bantuan perangkat lunak MATLAB versi 2017a. Penelitian melakukan uji dengan mengukur nilai kualitas penyamaran dari stegoimage menggunakan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dengan rata-rata perolehan stegoimage terhadap *Original image* 29.06 dB dan stegoimage terhadap *Image interpolation* 64.34 dB dan uji *mean squared error* (MSE) dengan rata-rata perolehan 97.54 dB pada *Image interpolation* terhadap *original image* dan 97.55 dB pada stegoimage terhadap *original image*, 0.13 dB nilai MSE stegoimage terhadap *Image interpolation*. Hasil uji pada penelitian dengan proses interpolasi pada *coverimage* dengan *Cubic B-Spline* mempengaruhi terhadap nilai samar atau Nilai PSNR.

Kata kunci— *Steganography, interpolation, Cubic B-Spline, Stegoimage, Hiding message, Least Significant Bit (LSB), Digital Image.*

I. PENDAHULUAN

Keamanan data menjadi isu penting dalam perkembangan teknologi informasi dan komunikasi saat ini[1-4]. Salah satu teknik yang dapat digunakan dalam komunikasi rahasia, yaitu *steganography*[5-7]. Teknik yang memanfaatkan media penampung (citra digital) untuk menyembunyikan atau menyelipkan pesan

sebenarnya merupakan metode yang digunakan oleh *steganography*[8][9]. Metode kerja *steganography* yaitu pesan disisipi secara acak dalam bentuk bit-bit piksel yang terdapat pada citra digital[10][11]. Penggunaan citra digital sebagai media penampung mempunyai kelebihan karena indera penglihatan manusia memiliki keterbatasan terhadap warna, sehingga sulit membedakan citra digital yang asli dengan citra digital yang telah disisipi pesan yang bersifat rahasia[12][13]. Meskipun begitu, untuk data yang berukuran besar sangat mungkin terjadinya perubahan kualitas citra digital[14][15].

Perubahan kualitas citra terjadi karena proses penyisipan pesan ke dalam media penampung menambahkan/menghapus nilai-nilai frekuensi tinggi. Selain itu, perubahan pada bit-bit terakhir (*least significant bit*) media penampung harus memiliki kekuatan citra yang sangat dalam. Bahkan perubahan penyesuaian kontras/kecerahan dapat merubah kualitas citra[16]. K.H. Jung dan K.Y.Yoo menunjukkan bahwa interpolasi mampu meningkatkan kualitas citra media penampung sebesar 35 dB[17][18]. Hasil lainnya diperkuat oleh I. Gholampour dan K. Khosravi yang menunjukkan bahwa interpolasi memiliki nilai rata-rata kualitas citra terbaik dibandingkan metode *Exploiting Modification Direction* (EMD), metode *Integrated Encoding* dan metode *Double Layer Embedding* (DLE)[19]. Selain itu, penerapan interpolasi dalam *steganography* juga memiliki kompleksitas komputasi yang lebih rendah namun tetap memiliki kualitas citra yang baik[20].

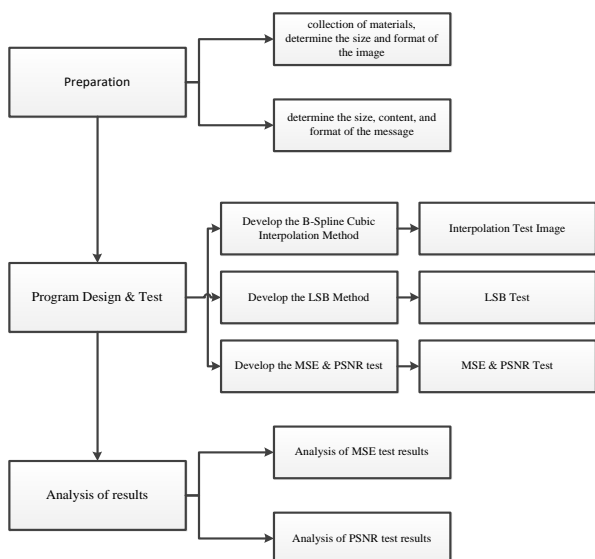
Secara umum, peningkatan kualitas dan kapasitas citra digital dapat dilakukan dengan metode interpolasi[21][22]. Teknik interpolasi menghasilkan titik-titik data baru dari perhitungan titik-titik yang sudah ada sebelumnya[23][24]. Proses peningkatan kualitas citra dilakukan dengan meningkatkan (atau mengurangi) jumlah piksel dari sebuah warna ataupun intensitas[25]. Salah satu metode terbaik dalam pengolahan citra yaitu metode interpolasi *Cubic B-Spline*, metode ini mampu bekerja 50% lebih

baik dibandingkan dengan interpolasi *bicubic*[26]. Metode interpolasi *Cubik B-Spline* juga mampu mengatasi permasalahan citra digital seperti penyaringan, ekstraksi fitur, pencocokan, pemblokkan, reduksi, dan pembesaran gambar[27][28].

Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode interpolasi *Cubik B-Spline* atau Kubik B-Spline digunakan untuk interpolasi *cover image* kemudian hasilnya menjadi *image interpolation* yang berguna sebagai media penyulip pesan. Metode *least significant bit* (LSB) digunakan untuk menyisipkan pesan kedalam citra digital[29] dan menghasilkan stegoimage. Metode interpolasi *Cubik B-Spline* sebagai proses peningkatan kualitas dan kapasitas citra digital. Penelitian ini, pengukuran nilai kesamaran dan kualitas stegoimage dilakukan dengan mengukur nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dan *Mean Squared Error* (MSE)[30].

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dimaksudkan untuk memperoleh nilai perubahan kualitas citra pada media penampung dengan menerapkan metode interpolasi *Cubik B-Spline*. Adapun tahapan penelitian meliputi persiapan, perancangan program, dan analisa hasil. Keseluruhan tahapan penelitian diperlihatkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

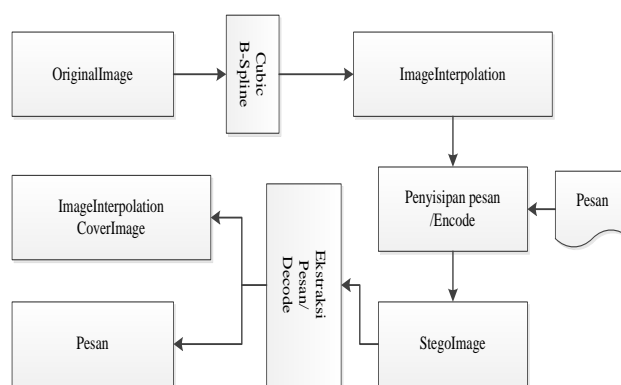
A. Tahap Persiapan

Media penampung yang digunakan berupa citra digital. Citra digital memiliki format *file* berupa jpg, dengan ukuran *file* masing-masing sebesar 46.2 KB Tulips.jpg, 41.7 KB Desert.jpg, 49.0 KB Koala.jpg, 40.8 KB Penguins.jpg, 37.8KB Lighthouse.jpg, 54.5 KB Chrysanthemum.jpg, 277 KB Tiger.jpg dan 44.2 KB Hydrangeas.jpg. Sedangkan untuk pesan yang disisipkan berformat *docx, pdf, excel/xls, iso, zip* dan *rar* berukuran masing-masing sebesar 13.4 KB docx, 172 KB *file excel*

dan 87.7 KB *file zip*, 148 KB *file ISO*, 86.8 KB *rar*, 237 KB *file pdf*.

B. Perancangan Program

Pada tahap ini citra digital akan diubah kedalam bit-bit piksel domain spasial. Bit-bit tersebut selanjutnya diolah secara komputasi menggunakan metode interpolasi *Cubik B-Spline*. Hasilnya akan diperoleh citra digital baru yang memiliki kerapatan piksel yang berbeda. Citra digital yang telah di interpolasi kemudian akan disisipi pesan teks. Proses penyisipan pesan dilakukan menggunakan metode LSB. Citra digital yang telah disisipi pesan selanjutnya akan diukur nilai PNSR dan MSE. Proses perancangan program untuk pengujian dilakukan menggunakan *software Matlab 2017a*. Keseluruhan proses perancangan program diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses perancangan program

C. Uji Kualitas Image dan Analisis Hasil

Analisis hasil dilakukan dengan cara mengukur nilai PNSR, MSE, pada *original image* dan citra digital hasil interpolasi mendapatkan rata-rata nilai kemiripan atau PSNR seberapa besar *decibel/dB*nya, dan mengukur rata-rata nilai *error* atau MSEnya. Berikutnya mengukur hasil stegoimage terhadap *original image* dengan nilai rata-rata kemiripan dengan *original image* seberapa besar *dB*nya, serta nilai *error*nya atau MSE seberapa *dB*nya, terakhir mengukur stegoimage yang telah disisipi pesan terhadap *imageinterpolasi* didapatkan nilai rata-rata PSNR dan MSE seberapa *dB*nya. Semakin tinggi nilai PNSR, dan semakin kecil MSE maka akan semakin baik kualitas citra digital yang dihasilkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN







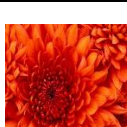

Hasil penelitian dari persiapan *image* yang digunakan sebagai *cover image*, jenis *file* pesan yang diselipkan dan hasil uji interpolasi, hasil uji *encode* berbagai pesan ke dalam *image* interpolasi serta uji PSNR dan MSE baik pada stegoimage terhadap *original image*, dan stegoimage terhadap *image interpolation*. Adapun bahan dan hasil uji dapat dilihat pada tabel.

A. Bahan uji (OriginalImage)

Image yang digunakan untuk pengujian berjenis *image* 24 bit dan berukuran menyesuaikan besar pesan yang akan

diselipkan, rata-rata *image* dengan dimensi 256x256 piksel dan satu *image* berukuran dimensi 1280x1280 piksel. Tabel 1 merupakan daftar *image* yang digunakan sebagai uji *image* yang akan diproses *Cubic B-Spline*.

TABEL I
COVER IMAGE/ORIGINAL IMAGE









No	Original image	Nama	Dimensi	Size
1.		Tulips.jpg	256x256 px	47 KB
2.		Desert.jpg	256x256 px	43 KB
3.		Koala.jpg	256x256 px	43 KB
4.		Penguins.jpg	256x256 px	42 KB
5.		Lighthouse.jpg	256x256 px	39 KB
6.		Tiger.jpg	1280x1280 px	233 KB
7.		Chrysanthemum.jpg	256x256 px	56 KB
8.		Hydrangeas.jpg	256x256 px	45 KB

B. File Pesan untuk diselipkan

File pesan yang digunakan untuk diselipkan terdiri dari berbagai tipe file seperti jenis *docx*, *pdf*, *pdf* yang berisi *text* dan gambar, file *.zip*, file *.iso*, *.rar*, *.xls*, *excel* yang di

kompres *.rar*, semuanya memiliki ukuran yang berbeda-beda seperti pada Tabel 2.



TABEL II
MACAM-MACAM PESAN YANG DISELIPKAN















No	Pesan		
	Jenis dan Nama file	Size	Keterangan
1	 Teksfull.docx	14 KB	Pesan isinya Full Text berformat docx
2	 Teksfull.pdf	86 KB	Pesan isinya full text berformat pdf
3	 TeksFullNGambar.pdf	33 KB	Pesan isinya full text dan gambar berformat pdf
4	 teksetengah.zip	90 KB	Pesan berisi text full berformat docx dan pdf dikompres zip
5	 filePesan.iso	152 KB	Pesan berisi text full berformat docx dan pdf dikompres iso
6	 filePesan.rar	89 KB	Pesan berisi text full berformat docx dan pdf dikompres rar
7	 KOMMASMHS2014 UTSUAS...72017.xls	177 KB	Pesan berisi document excel berformat exls
8	 filepesanExcel.rar	73 KB	Pesan berisi document excel berformat exls dan dikompres rar



















C. Uji Interpolasi

Pengujian interpolasi terhadap *Original image* untuk digunakan sebagai *cover* digunakan untuk penyelipan pesan dilakukan pada gambar berformat *jpg*, interpolasi menggunakan fungsi *Cubic B-Spline* terhadap *image* dengan proses pembesaran sebanyak 1.5 kali atau 2 kali. Adapun hasil uji dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL III
UJI INTERPOLATION KUBIK B-SPLINE IMAGE

No	Original image	Image interpolation
1	 Tulips.jpg 47 KB, 256 x 256	 Tulips inter.jpg 23 KB, 384 x 384







2		Desert.jpg 43 KB, 256 x 256		Desert.jpg 998 KB 4608x4608
3		Koala.jpg 43 KB, 256 x 256		Koala inter.jpg 1.3MB 4608 x 4608
4		Penguins .jpg 42 KB, 256 x 256		Penguins inter.jpg 940 KB 4608 x 4608
5		Lighthouse.jpg 39 KB, 256 x 256		LightHouse inter.jpg 887 KB 4608 x 4608
6		Tiger.jpg 233 KB, 1280 x 1280		Tiger inter.jpg 356 KB 1920 x 1920
7		Chrysanthemum.jpg 56 KB, 256x256		Chrysanthemum inter.jpg 1.1MB 4608 x 4608
8		Hydrangeas.jpg, 45 KB, 256 x 256		Hydrangeas.jpg, 21 KB

3		 TeksFullNGambar.pdf 33 KB, Pesan isinya full text dan gambar berformat pdf.		Stegoimage TextfullNGaMbarpdf.jpg 1.3 MB, 4608x 4608
4		 teksetengah.zip 90 KB, Pesan berisi text full berformat docx dan pdf dikompres zip.		Stegoimage TextSetengahZip.jpg 940 KB, 4608 x 4608
5		 filePesan.iso 152 KB, Pesan berisi text full berformat docx dan pdf dikompres iso.		Stegoimage filePesan ISO.jpg, 887 KB, 4608x4608
6		 filePesan.rar 89 KB, Pesan berisi text full berformat docx dan pdf dikompres rar		StegoimagefilePesanrar.jpg 356 KB 1920x1920
7		 KOMMASMHS2014 UTSUAS...72017.xls 177 KB, Pesan berisi document excel berformat exls.		StegoimagefilePesanexcel.jpg 1.1 MB 4608 x 4608
8		 filepesanExcel.rar 73 bytes, Pesan berisi document berformat exls dan dikompres rar		Stegoimage filePesanexcelrar.jpg 21 KB, 384x384

D. Uji Penyelipan Pesan dengan LSB (Encode)

Penyelipan pesan dengan berbagai jenis file di encode ke dalam Image interpolation dan menghasilkan stegoimage. Adapun hasil uji yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL IV
UJI EMBED PESAN DENGAN LSB

No	Image Interpolation	Pesan	Stegoimage
1	 Tulipsinter.jpg, 23 KB, 384 x 384 px	 Teksfull.docx 14 KB, Pesan isinya Full Text berformat docx.	 StegoimageTextfull.jpg, 23 KB 384 x 384
2	 Desertinter.jpg, 998 KB, 4608 x 4608	 Teksfull.pdf 86 KB, Pesan isinya Full Text berformat pdf.	 Stegoimage Textfullpdf.jpg, 997 KB, 4608 x 4608

E. Uji Kualitas Image

Pengujian kualitas image yang dilakukan dengan menguji PSNR dan MSE terhadap original image dengan Image interpolation dan stegoimage, Image interpolation dengan stegoimage.

1. Uji Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)

Uji kualitas image (Peak Signal-to-Noise Ratio) PSNR yang dilakukan dengan membandingkan antara hasil

Image interpolation terhadap Original image, stegoimage terhadap Original image serta stegoimage terhadap Image interpolation. Adapun hasil uji dapat dilihat pada Tabel 5.

TABEL V
HASIL UJI PEAK SIGNAL-TO-NOISE RATIO (PSNR)

No	Original Image name	Image Interpolation (dB)	Stegoimage	
			to Original image (dB)	to Image Interpolation (dB)
1	Tulips.jpg	30.15	30.14	49.15
2	Desert.jpg	27.02	27.02	68.53
3	Koala.jpg	27.14	27.14	69.67
4	Ping uins.jpg	25.95	25.95	65.55
5	Light house.jpg	27.90	27.90	68.06
6	Tiger.jpg	28.92	28.92	74.66
7	Chrysan Them um.jpg	37.06	37.06	61.56
8	Hydra ngeas.jpg	28.32	28.33	57.37

Perolehan hasil pengujian Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) yang semula diharapkan bahwa semakin besar PSNR maka semakin baik stegoimage yang dihasilkan. Beberapa nilai yang didapatkan yaitu pengujian PSNR antara Image interpolation terhadap Original image didapatkan rata-rata 29.06 dB, PSNR Stegoimage terhadap Original image mendapatkan rata-rata 29.06 dB, tetapi PSNR stegoimage terhadap Image interpolation mendapatkan rata-rata 64.34 dB.

2. Uji Mean Squared Error (MSE)

Uji kualitas image mean squared error (MSE) yang dilakukan dengan membandingkan antara hasil Image interpolation terhadap Original image, stegoimage terhadap Original image serta stegoimage terhadap Image interpolation. Adapun hasil uji yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 6.

TABEL VI
HASIL UJI MEAN SQUARED ERROR (MSE)

No	Original image name	Image Interpolation (dB)	Stegoimage	
			to Original image (dB)	to Image Interpolation (dB)
1	Tulips.jpg	62.84	62.98	0.7908
2	Desert.jpg	129.25	129.25	0.0091
3	Koala.jpg	125.73	125.72	0.0070
4	Ping uins.jpg	165.12	165.11	0.0181
5	Light house.jpg	105.49	105.49	0.0102
6	Tiger.jpg	83.42	83.42	0.0022

7	Chrysan Them um.jpg	12.80	12.81	0.0454
8	Hydra ngeas.jpg	95.64	95.62	0.1192

Hasil pengujian dari Mean Squared Error (MSE) Image interpolasi terhadap Original image mendapatkan rata-rata 97.54 dB, stegoimage terhadap Original image mendapatkan MSE rata-rata 97.55 dB, serta stegoimage terhadap Image interpolation mendapatkan nilai rata-rata MSE 0.13 dB.

3. Pembahasan Analisis hasil

Setiap pengujian dari awal sampai akhir penggunaan cover image berformat jpg dimaksudkan format tersebut paling banyak dipergunakan oleh rata-rata pengguna perangkat digital. Hasil pengujian Image interpolasi memiliki rata-rata PSNR terhadap Original image 29.06 dB yang artinya tingkat kemiripan image hasil interpolasi terhadap Original image memiliki nilai kurang baik. Penyebabnya berdasarkan beberapa literatur bahwa PSNR yang baik jika nilainya minimal 40 dB, jika nilai dalam skala logaritmik nilai decibel dB nilai PSNR jatuh di bawah 30dB alasannya bahwa kualitas stegoimage mengindikasikan relative rendah, karena distorsi penyisipan pesan terlihat kasat mata[31][32]. Perbedaan yang sangat jauh ini disebabkan karena adanya proses pembesaran image secara 2 kali lipat dan dimensi dari Original image dan Image interpolation yang berbeda. Uji PSNR stegoimage hasil dari penyisipan pesan berupa file doc, docx, pdf, rar, iso, zip, excel dan berukuran berbeda-beda terhadap original image memiliki hasil nilai rata-rata 29.06 dB. Berbeda jauh dengan PSNR pada stegoimage terhadap Image interpolation mendapatkan nilai rata-rata PSNR 64.34 dB artinya sangat baik, hal ini disebabkan karena rata-rata secara dimensi dari Image interpolasi dan stegoimage sama. Artinya PSNR salah satunya dipengaruhi oleh dimensi image.

Uji mean squared error (MSE) pada Image interpolasi terhadap Original image mendapatkan rata-rata 97.54 dB dan 97.55 dB pada stegoimage hasil penyisipan pesan berupa file doc, docx, zip, rar, pdf, iso dan excel terhadap Original image, artinya hasil MSE yang ada sangat tidak baik, dengan tingkat error sangat tinggi. Hal ini disebabkan karena efek dari dimensi yang jauh berbeda dan menyebabkan tingkat blur yang terlihat. Berbeda jauh jika dibandingkan dengan hasil uji MSE pada stegoimage terhadap Image interpolation yaitu mendapatkan hasil rata-rata MSE 0.13 dB sangat baik, alasannya sama yaitu banyak dari sample uji karena memiliki dimensi yang sama saat di uji. Berarti nilai pengujian MSE juga dipengaruhi oleh dimensi dari image uji.

IV. KESIMPULAN

Penyelipan pesan dengan istilah steganografi dengan preparation proses pada original image untuk

mendapatkan kemampuan daya tampung yang besar dengan cara interpolasi *Cubic B-Spline* mempengaruhi hasil kualitas stegoimage yang terjadi. Rata-rata dari hasil stegoimage yang didapatkan nilai PSNR tingkat kemiripan stegoimage terhadap *Original image* sangat rendah yaitu dibawah 30 dB, begitu juga dengan uji MSE dengan hasil tingkat *error* yang sangat tinggi. Hasil uji atau stegoimage yang diperoleh artinya memiliki kondisi secara kasat mata terlihat perbedaannya. Penyebab ini semua karena adanya pembesaran terhadap *Original image*. Pembesaran mengakibatkan dimensi keduanya berbeda jauh.

Sebagai saran model interpolasi *Cubic B-Spline* yang digunakan untuk untuk *zooming image* pada teknik steganografi sebaiknya dilakukan proses perbaikan *image* dengan teknik atau algoritma tertentu agar mendapatkan kualitas stegoimage yang baik dan memiliki nilai PSNR yang tinggi dan MSE yang sangat kecil.

REFERENSI

- [1] L. Rahmi and G. T. Nugroho, "Kebijakan informasi," *Shaut al-Maktabah J. Perpustakaan, Arsip dan Dokumentasi*, vol. 8, no. 2, pp. 155–168, 2011.
- [2] F. P. Nugroho, R. W. Abdullah, S. Wulandari, and Hanafi, "Keamanan big data di era digital di indonesia," *J. Inf. Politek. Indonusa Surakarta*, vol. 5, no. 1, 2019.
- [3] B. Anwar, N. B. Nugroho, J. Prayudha, and A. Azanuddin, "Implementasi Algoritma RSA Terhadap Keamanan Data Simpan Pinjam," *J. SAINTIKOM (Jurnal Sains Manaj. Inform. dan Komputer)*, vol. 18, no. 1, pp. 30–34, 2019.
- [4] H. N. Saputra and Jamroni, "Analisis Keamanan Data Sistem Informasi Di Puskesmas Pleret Bantul Yogyakarta," *J. Ilm. ILMU KEPERAWATAN DAN ILMU Kesehat. Masy.*, vol. 12, no. 2, pp. 96–105, 2017.
- [5] jhoni V. Purba, M. Situmorang, and D. Arisandi, "Implementasi Steganografi Pesan Text Ke Dalam File Sound (.wav) Dengan Modifikasi jarak Byte Pada Algoritma Least Significant Bit (LSB)," *J. Dunia Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 50–55, 2012.
- [6] M. F. Syawal, D. C. Fikriansyah, and N. Agani, "Implementasi Teknik Steganografi Menggunakan Algoritma Vigenere Cipher Dan Metode LSB," *J. TICOM*, vol. 4, no. 3, 2016.
- [7] A. F. Aziza and E. M. Imah, "Studi Steganografi Pada Citra Digital Menggunakan Shuffled Singular Value Decomposition (SSVD)," *J. Math. Its Appl.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–10, 2019.
- [8] M. Azlansyah and B. Setiyono, "Penyisipan Pesan pada Citra Digital Menggunakan Metode Least Significant Bit," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 8, no. 1, 2019.
- [9] S. A. Meliala, "Perancangan Aplikasi Pengkodean dan Penyembunyian Pesan dalam Media Citra dengan Menggunakan Algoritma Atbash Chiper dan Metode Bit Plane Complexity Segmentation," *J. Pelita Inform.*, vol. 18, no. 1, pp. 113–120, 2019.
- [10] A. Hafiz, "Steganografi Berbasis Citra Digital Untuk Menyembunyikan Data Menggunakan Metode Least Significant Bit (Lsb)," *J. Cendikia*, vol. 17, no. 1 April, pp. 194–198, 2019.
- [11] M. Syahril and H. Jaya, "Aplikasi Steganografi Pengamanan Data Nasabah di Standard Chartered Bank Menggunakan Metode Least Significant Bit dan RC4," *Semin. Nas. Sains Teknol. Inf.*, pp. 505–509, 2019.
- [12] Apriza, I. I. Tritoasmoro, and N. A. Ramatryana, "Deteksi Posisi Pesan Rahasia Pada Steganografi Citra Berbasis Analisis Raw Quick Pair (Rqp) Dan Discrete Wavelet Transform (DWT)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 616–625, 2019.
- [13] S. Lutfi and Rosihan, "Perbandingan Metode Steganografi LSB (Least Significant Bit) Dan MSB (Most Significant Bit) Untuk Menyembunyikan Informasi Rahasia Kedalam Citra Digital," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer) Ternate*, vol. 2, no. 1, pp. 34–42, 2018.
- [14] D. B. Leksono, I. J. Raharjo, I. Safitri, and M. Sc, "Analisis Compressive Sampling Menggunakan Teknik Gabungan SWT-DST pada Steganografi Citra Digital Berbasis QIM," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 249–255, 2019.
- [15] S. Nur'aini, "Steganografi Pada Digital Image Menggunakan Metode Least Significant Bit Insertion," *Walisongo J. Inf. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 73–87, 2019.
- [16] T. N. Turnip, J. Doloksaribu, V. Purba, and I. Saragih, "Pengaruh Kapasitas Dimensi Citra Watermark terhadap Audio Watermarking dengan Perpaduan Metode DWT (Discrete Wavelet Transform) dan SVD (Singular Value Decomposition)," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 2, p. 141, 2019.
- [17] K. Jung and K. Yoo, "Steganographic method based on interpolation and LSB substitution of digital images," 2014.
- [18] K. H. Jung and K. Y. Yoo, "Data hiding method using image interpolation," *Comput. Stand. Interfaces*, vol. 31, no. 2, pp. 465–470, 2009.
- [19] I. Gholampour and K. Khosravi, "Interpolation of steganographic schemes," *Signal Processing*, vol. 98, pp. 23–36, 2014.
- [20] M. Tang, S. Zeng, X. Chen, J. Hu, and Y. Du, "An adaptive image steganography using AMBTC compression and interpolation technique," *Optik (Stuttg.)*, vol. 127, no. 1, pp. 471–477, 2016.
- [21] J. Sanubari, R. Christanto, J. Sanubari, I. K. Timotius, and I. Bilinear, "Peningkatan Resolusi Citra Digital dengan Interpolasi Bilinear," *Techne'Jurnal Ilm. Elektron.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2006.
- [22] N. M. Abdi and S. Aisyah, "Peningkatan Kualitas Citra Digital Menggunakan Metode Super Resolusi Pada Domain Spasial," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 9, no. 3, pp. 137–142, 2011.
- [23] J. Shi and S. E. Reichenbach, "Image interpolation by two-dimensional parametric cubic convolution," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 15, no. 7, pp. 1857–1870, 2006.
- [24] I. H. Amin, V. Lusiana, and B. Hartono, "Pencarian Lintasan pada Collision Detection Menggunakan Pendekatan Interpolasi Linier," *Pros. SINTAK 2018*, pp. 57–61, 2018.
- [25] C. Darujati, S. Anam, H. D. Cahyono, and A. B. Gumelar, "Magnifikasi Perbaikan Citra Dijital Multi Resolusi dengan Metode Gabungan Tapis Lolos Bawah dan Interpolasi Bilinear," *J. Ilm. Mikrotek*, vol. 1, no. 2, 2014.
- [26] Z. Pan, W. Chen, Z. Jiang, L. Tang, Y. Liu, and Z. Liu, "Performance of global look-up table strategy in digital image correlation with cubic B-spline interpolation and bicubic interpolation," *Theor. Appl. Mech. Lett.*, pp. 3–7, 2016.
- [27] M. Abbas, A. Abd, and J. Ali, "Positivity-preserving rational bi-cubic spline interpolation for 3D positive data," *Appl. Math. Comput.*, vol. 234, pp. 460–476, 2014.
- [28] M. Wulandari, "Pengukuran ssim dan analisis kinerja metode interpolasi untuk peningkatan kualitas citra digital," *J. Muara*, vol. 1, no. 1, pp. 184–195, 2017.
- [29] R. Zaheer, R. S. Gaur, and V. Dixit, "A Literature Survey on Various Approaches of Data hiding in Images," *Int. Conf. Innov. Inf. Embed. Commun. Syst.*, 2017.
- [30] S. Hemalatha, U. D. Acharya, and A. Renuka, "Wavelet transform based steganography technique to hide audio signals in image .," *Procedia - Procedia Comput. Sci.*, vol. 47, pp. 272–281, 2015.
- [31] A. Cheddad, J. Condell, K. Curran, and P. Mc Kevitt, "Digital image steganography: Survey and analysis of current methods," *Signal Processing*, vol. 90, no. 3, pp. 727–752, 2010.
- [32] A. Solichin, "Mengukur Kualitas Citra Hasil Steganografi," *Mengukur Kualitas Citra Has. Steganografi*, no. April, pp. 1–4, 2015.