

INVISIBLE WATERMARK PADA VIDEO DIGITAL MENGGUNAKAN METODE DINAMIC CELL SPREADING (DCS)

Muhammad Ikhsan¹, Sriani², Shania Perida Br Tarigan³

¹Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Jln. Lapangan Golf, Desa Durian Jangak, Kecamatan Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang

¹mhdikhsan@uinsu.ac.id, ²sriani@uinsu.ac.id, ³shaniaperida0409@gmail.com

Abstract

The use of digital video is not only easy in terms of distribution, but also easy in the process of duplicating (copying) and storing it for future use. The impact of this convenience is misused without regard to the aspect of copyright (Intellectual Property Right), so it is necessary to think about the protection of copyright. Digital watermarking is one solution to protect copyright which is a technique of embedding information into digital data media such as images, text, audio and video in a confidential manner. The information to be inserted must be retrievable even though the digital data has been distributed. In this study, to protect the ownership of a digital video, an application will be built that can provide an invisible watermark. The process of giving the watermark will be carried out using the Dynamic Cell Spreading (DCS) method. Dynamic Cell Spreading (DCS) is a method that uses a protection against detection model with the basic concept of hiding messages (all electronic data) into digital media such as video. This research was developed with the Android Studio software using XML and the Java programming language so that the results can be used mobile on Android devices and build an application that can apply an invisible watermark to a digital video and can protect proprietary videos.

Keywords : Watermarking, Digital Video, Dynamic Cell Spreading (DCS), Android

Abstrak

Menggunakan video digital tidak hanya mudah dalam hal distribusi, tetapi juga dalam proses penggandaan (*copy*) dan penyimpanannya untuk digunakan dimasa mendatang. Dampak kemudahan ini lah yang di salah gunakan tanpa memperhatikan aspek hak cipta (*Intellectual Property Right*), sehingga perlu dipikirkan adanya perlindungan terhadap hak cipta. Digital watermarking adalah solusi dan teknologi perlindungan hak cipta untuk penyematan informasi rahasia di media digital seperti gambar, teks, audio dan video. Informasi yang akan disisipkan harus dapat diambil kembali meskipun data di distribusikan secara digital. Pada penelitian ini untuk melindungi kepemilikan sebuah video digital akan dibangun sebuah aplikasi yang dapat memberikan *watermark* yang tak kasat mata. Proses pemberian *watermark* tersebut akan dilakukan menggunakan metode *Dynamic Cell Spreading (DCS)*. *Dynamic Cell Spreading (DCS)* merupakan metode yang menggunakan model penyisipan yaitu menyembunyikan pesan (semua data elektronik) di media digital seperti video. Penelitian ini dikembangkan dengan software Android Studio menggunakan XML dan bahasa pemrograman Java Sehingga hasilnya dapat digunakan secara mobile pada perangkat android serta membangun sebuah aplikasi yang dapat menerapkan *watermark* tak kasat mata pada sebuah video digital yang dapat melindungi video hak milik.

Kata kunci : Watermarking, Video Digital, *Dynamic Cell Spreading (DCS)* Android

1. PENDAHULUAN

Menggunakan video digital tidak hanya mudah dalam hal distribusi, tetapi juga

dalam proses penggandaan (*copy*) dan penyimpanannya untuk digunakan di masa mendatang. Efek kenyamanan ini disalahgunakan terlepas dari aspek hak

cipta (hak kekayaan intelektual), jadi Anda perlu memikirkan perlindungan hak cipta. Kezaliman hukumnya adalah haram dan pelanggaran terhadap hak cipta adalah salah satu jenis kezaliman tersebut. Larangan memakan harta orang lain sudah secara tegas disebutkan dalam Q.s. Surat an-Nisaa ayat 29 yaitu:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ إِلَّا أَنْ تَكُونَ
تِجَارَةً عَنْ تَرَاضٍ مِنْكُمْ وَلَا تَقْتُلُوا أَنْفُسَكُمْ إِنَّ اللَّهَ كَانَ بِكُمْ
رَحِيمًا

Yang artinya: "Hai orang beriman! Janganlah kamu saling memakan harta sesamamu dengan jalan yang batil, kecuali dengan jalan perniagaan yang berlaku dengan suka sama-suka di antara kamu. Dan janganlah kamu membunuh dirimu; sesungguhnya Allah adalah Maha Penyayang kepadamu."

Pengolahan citra diperlukan dalam metode keamanan untuk melindungi hak cipta dari citra yang ada untuk diterapkan pada citra tersebut. Anomali yang melanggar hak kekayaan intelektual pemilik data, seperti duplikasi gambar yang tidak sah, pelanggaran hak cipta, manipulasi data konten gambar, dan distribusi ilegal dalam format yang sama dengan gambar asli merupakan perlindungan hak cipta dan otentifikasi gambar. Digunakan untuk mengidentifikasi. Ada beberapa pendekatan dalam perlindungan hak cipta, salah satunya dikenal dengan watermark yang menyisipkan media tersembunyi ke dalam sebuah gambar. Nanti akan ditampilkan apabila data tersebut asli/data asli dan orang lain tanpa izin telah menggunakan data tersebut. [1]

Watermarking adalah solusi perlindungan hak cipta yang merupakan teknik penyematan informasi sebagai informasi sensitif di media digital seperti gambar, teks, audio, dan video. Informasi yang akan disisipkan harus tersedia meskipun data digital telah didistribusikan. Terdapat 2 jenis *watermark*, yaitu *visible watermarking* dan *invisible watermarking*. *Visible watermarking* adalah proses membuat watermark terlihat dengan

kasat mata pada media digital, Sedangkan pada *invisible watermarking*, adalah proses membuat watermark tidak akan terlihat secara kasat mata. Teknik *watermarking* bekerja dengan menyisipkan sedikit informasi yang mengidentifikasi kepemilikan, tujuan, atau data lain pada media digital.

Pada penelitian ini untuk melindungi kepemilikan sebuah video digital akan dibangun sebuah aplikasi yang dapat memberikan watermark yang tak kasatmata. Proses pemberian watermark dilakukan dengan menggunakan metode *DynamicCellSpreading* (DCS). Holger Ohmacht mengembangkan metode yang menggunakan model proteksi deteksi dan memiliki konsep dasar menyembunyikan pesan (semua data elektronik) pada media digital seperti video merupakan metode *Dynamic Cell Spreading* (DCS). [2]

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan pada latar belakang, untuk melindungi hak kepemilikan atas sebuah video digital, Penelitian ini akan membuat sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk memberi *watermark* tak kasat mata pada sebuah video digital menggunakan metode *Dynamic Cell Spreading* (DCS).

1.1. Watermaking

Watermarking merupakan metode untuk menutupi informasi/data sensitif dalam suatu citra digital berbentuk gambar lain yang menyerupai gambar digital asli, teks, logo tanpa merusak gambar digital asli tersebut. Teknik penyembunyian data/informasi ini adalah informasi yang sensitif. Informasi atau data pemilik gambar digital tidak akan diketahui oleh pihak lain jika tersemat di dalamnya.[3]

1.2. Digital watermarking

Digital watermarking dikembangkan sesuai dengan legitimasi penulis atau distributor yang memiliki karya berhak cipta atau data digital. Penambahan atau penghapusan data atau informasi sensitif ke media digital seperti gambar, video, dan audio merupakan pengertian dari watermarking. Adapun turunan dari ilmu steganografi.[4]

1.3. Steganografi

Seni komunikasi rahasia yang menyembunyikan pesan kedalam objek yang tampak biasa saja disebut steganografi. Keberadaan pesan steganografi masih menjadi misteri. Kata steganos yang berarti tertutup dan grafia yang berarti menulis berasal dari bahasa Yunani. Secara harfiah, jenis komunikasi rahasia yang bersifat tertutup adalah pengertian steganografi. [5]

1.4. Video Digital

Sebutan lain dari video adalah campuran gambar mati yang diurutkan dalam waktu dan kecepatan tertentu. Video digital adalah serangkaian gambar digital yang menampilkan gambar secara cepat pada kecepatan yang konstan. Dalam ruang lingkup video, gambar ini biasa disebut dengan frame. [6]

Frame adalah aneka gambar yang digabung dan frame rate adalah kecepatan gambar dengan 1 FPS. Video adalah kombinasi gambar diam yang dibaca secara berurutan dengan kecepatan tertentu. Berasal dari bahasa Latin video memiliki arti "Saya melihat". Pengertian lain dari video adalah teknologi yang memproses sinyal elektronik yang menggerakkan gambar bergerak. Sehingga dapat disimpulkan video merupakan sebuah kumpulan gambar-gambar mati yang bergerak dalam suatu framenya dengan kecepatan tertentu dalam sebuah bentuk dimensi yang berbeda. [7]

1.5. Dinamic Cell Spreading (DCS)

Holger Ohmacht mengembangkan sebuah konsep untuk menyembunyikan pesan dalam pembawa gambar menggunakan model perlingungan pra deteksi dan teknik ini disebut Dinamic Cell Spreading.

Penyembunyian pesan dilakukan dengan memakai buffer memori sebagai media penyimpanan sementara dan menyisipkan bit paling tidak signifikan dari data piksel yang membentuk file.

Ketika file gambar dan teks digabungkan (stego) menjadi file peta 24-bit, setiap piksel (titik) dalam gambar terdiri dari array tiga warna: merah (merah), hijau (hijau), dan biru (biru) RGB, masing-masing terdiri dari angka 8-bit

(byte) dari 0 hingga 255 atau biner dari 00000000 hingga 11111111. [8]

1.6. Android

Salah satu platform pemrograman dan sistem operasi adalah android google mengembangkan android berguna untuk perangkat seluler (tablet) atau smartphone. Untuk mengembangkan perangkat lunak serta menulis kode asli android menyediakan kit untuk membuat aplikasi dan merakit perangkat lunak untuk pengguna android, serta menyediakan pasar untuk mendistribusi aplikasi. Android mempunyai komunitas besar untuk memperluas kemampuan perangkat dan pengembangan aplikasi. Dan biasanya disesuaikan dengan versi bahasa pemrograman java. [9]

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat bergerak layar sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet. Android adalah sistem operasi dengan sumber terbuka, dan Google merilis kodenya di bawah Lisensi Apache. [10]

1.7. Android Studio

Android Studio merupakan sebuah Integrated Development Environment (IDE) khusus untuk membangun aplikasi yang berjalan pada platform android. Android studio ini berbasis pada IntelliJ IDEA sebuah IDE untuk bahasa pemrograman Java. Bahasa pemrograman utama yang digunakan adalah Java, sedangkan untuk membuat tampilan atau layout, digunakan bahasa XML. Android studio juga terintegrasi dengan Android Software Development Kit (SDK) untuk deploy ke perangkat android [11]

1.8. Pemrograman Java

Java adalah sebuah teknologi yang dikembangkan oleh Sun Microsystems yang menjadi bahasa pemrograman yang populer karena bersifat lintas platform. Java dapat digunakan pada android, desktop atau sistem operasi linux. Dan salah satu kegunaan terbesar java adalah membuat aplikasi asli android. [12]

Java adalah bahasa pemrograman yang dapat dijalankan di berbagai komputer termasuk telepon genggam. [13].

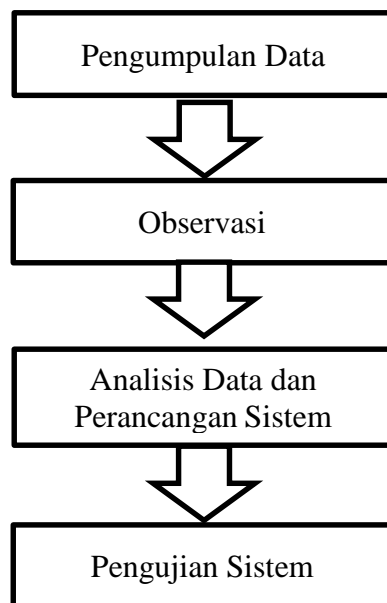
1.9. Flowchart

Diagram yang secara arti yaitu mewakili prosedur system suatu program adalah flowchart. Fungsi untuk flowchart adalah untuk membantu dan mendokumentasikan komunikasi. [14]

Flowchart adalah representasi secara simbolik dari suatu algoritma atau prosedur untuk menyelesaikan suatu masalah, dengan menggunakan flowchart akan memudahkan pengguna melakukan pengecekan bagian-bagian yang terlupakan dalam analisis masalah, disamping itu flowchart juga berguna sebagai fasilitas untuk berkomunikasi antara pemrogram yang bekerja dalam tim suatu proyek. [15]

2 METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Skema Alur Penelitian



Gambar 1. Skema Penelitian

2.2. Pengumpulan Data

Sistem yang dirancang membutuhkan pengumpulan data, ada beberapa penentuan dalam proses pengumpulan data, yaitu :

- a. Studi Literatur, memahami referensi dan literatur yang berkaitan tentang materi risalah. Referensi yang digunakan biasanya terkait dengan penulisan risalah di Universitas Islam Sumatera Utara, serta

jurnal untuk mempelajari literatur yang digunakan untuk menulis skripsi.

- b. Pengamatan, pengumpulan data dan informasi dengan mengamati secara langsung beberapa contoh aplikasi steganografi. Contoh script bahasa pemrograman yang harus dilakukan dengan cara pengamatan kemudian diubah dalam bahasa pemrograman Java.

2.3. Analisa Data

Pada penelitian ini data yang di adalah berupa teks dan juga file video. Dimana teks tersebut akan disisipkan ke dalam video sebagai sebuah watermark tak kasat mata untuk melindungi hak cipta kepemilikan video. Langkah-langkah dari proses watermarking video menggunakan metode DCS yang akan diterapkan pada sistem adalah sebagai berikut :

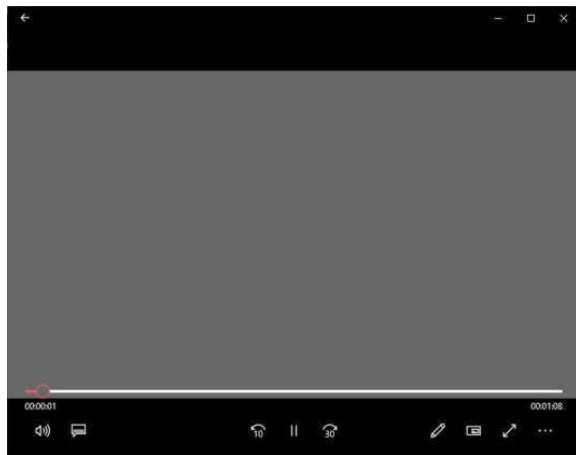
1. Pengguna
 - a. menginputkan video dan teks watermark.
2. Aplikasi
 - a. Membaca jumlah frame pada video
 - b. Mengubah nilai RGB dari masing-masing pixel yang terdapat pada setiap frame video ke dalam bentuk biner
 - c. Mengubah teks watermark yang akan diterapkan pada video ke dalam bentuk biner
 - d. Menggantikan nilai bit ke 8, 16, dan 24 setiap pixel dengan nilai bit setiap teks watermark yang akan disisipkan
 - e. Menyimpan video yang telah disisipkan teks watermark menjadi sebuah file video baru

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proses Watermarking

Pada penelitian ini akan di implementasikan metode Dynamic Cell Spreading (DCS) untuk memberikan teks watermark tak kasat mata pada sebuah file

Misalnya terdapat teks watermark berupa "VIDEO INI MILIK SHANIA PERIDA BR TARIGAN" yang akan di sisipkan ke dalam frame pada sebuah file video sebagai berikut :



Gambar 2. Shania Perida Brtarigan

Setelah diidentifikasi dengan memanfaatkan perangkat lunak Adobe Photoshop, frame pertama dari video tersebut memiliki warna $R = 104$, $G = 104$ dan $B = 104$. Selanjutnya nilai RGB dari masing-masing pixel yang terdapat pada frame video tersebut diubah ke dalam bentuk biner melalui halaman website <https://www.rapidtables.com/convert/number/decimal-to-binary.html> untuk mengubah nilai desimal ke dalam biner sehingga di dapat nilai sebagai berikut :

[illegible][illegible]

Nilai RGB yang telah diubah ke dalam bentuk biner di atas diambil sesuai dengan jumlah kebutuhan untuk dapat disisipi oleh seluruh biner teks watermark yang akan disisipkan ke dalam frame pada video.

- Ubah teks watermark ke dalam bentuk biner

$$V = 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0$$

$$\mathbf{I} = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1$$

$$D = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0$$

$$\mathbf{E} = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1$$

$$0 \quad = \quad 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1$$

$$(\text{SPASI}) = 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0$$

$$I = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1$$

$$N = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0$$

$$I = 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1$$

$$(\text{SPASI}) = 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0$$

- b. Ubah nilai bit ke 8, 16 dan 24 dari setiap pixel yang terdapat pada frame video dengan nilai bit teks watermark. Nilai bit yang diubah ditandai dengan warna tebal sebagai berikut

[illegible]

Hasil penyisipan teks watermark dapat dilihat pada nilai bit ke 8, 16 dan 24 dari setiap pixel yang ditekankan. Sistem yang dibangun pada penelitian ini juga dapat digunakan untuk proses ekstraksi watermark yang telah ditambahkan pada video. Tujuannya adalah untuk mengetahui identitas pemilik dari video yang telah diberikan teks watermark. Proses ekstraksi dilakukan dengan cara mengambil nilai bit paling kanan, yaitu bit ke 8, 16 dan 24 dari setiap pixel yang

0 1 0 0 0 1 0 1 = E
 0 1 0 0 1 1 1 1 = O
 0 0 1 0 0 0 0 0 = (SPASI)
 0 1 0 0 1 0 0 1 = I
 0 1 0 0 1 1 1 0 = N
 0 1 0 0 1 0 0 1 = V
 0 0 1 0 0 0 0 0 = (SPASI)
 0 1 0 0 1 1 0 1 = M
 0 1 0 0 1 0 0 1 = I
 0 1 0 0 1 1 0 0 = L
 0 1 0 0 1 0 0 1 = I
 0 1 0 0 1 0 1 1 = K
 0 0 1 0 0 0 0 0 = (SPASI)
 0 1 0 1 0 0 1 1 = S
 0 1 0 0 1 0 0 0 = H
 0 1 0 0 0 0 0 1 = A
 0 1 0 0 1 1 1 0 = N
 0 1 0 0 1 0 0 1 = I
 0 1 0 0 0 0 0 1 = A
 0 0 1 0 0 0 0 0 = (SPASI)
 0 1 0 1 0 0 0 0 = P
 0 1 0 0 0 1 0 1 = E
 0 1 0 1 0 0 1 0 = R
 0 1 0 0 1 0 0 1 = I
 0 1 0 0 0 1 0 0 = D
 0 1 0 0 0 0 0 1 = A
 0 0 1 0 0 0 0 0 = (SPASI)
 0 1 0 0 0 0 1 0 = B
 0 1 0 1 0 0 1 0 = R
 0 0 1 0 0 0 0 0 = (SPASI)
 0 1 0 1 0 1 0 0 = T



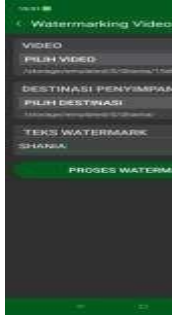
[illegible]
$$\begin{array}{rcl} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & = V \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & = I \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & = D \end{array}$$


0 1 0 0 0 0 1 = A
 0 1 0 1 0 0 1 0 = R
 0 1 0 0 1 0 0 1 = I
 0 1 0 0 0 1 1 1 = G
 0 1 0 0 0 0 0 1 = A
 0 1 0 0 1 1 1 0 = N

Setelah di dapat karakter ASCII dari hasil ekstraksi selanjutnya disusun menjadi suatu kalimat **"VIDEO INI MILIK SHANIA PERIDA BR TARIGAN"**

3.2. Hasil Pengujian

No	Detail Video	Teks Water mark	Proses Watermark	Waktu Proses
1.	Nama : 5dtk.mp4 Durasi : 5 detik Resolusi : 360 pixel Kapasitas awal : 218KB Kapasitas akhir : 219KB	SHANIA PERIDA BR TARIGAN		0,6 detik
			Ekstraksi Video : 	

2	Nama : 8dtk.mp4 Durasi : 8 detik Resolusi : 360 pixel Kapasitas awal : 426KB Kapasitas akhir : 428KB	SHANIA PERIDA	Watermarking Video : 	0,7 detik
			Ekstraksi Video : 	
3	Nama : 15dtk.mp4 Durasi : 15 detik Resolusi : 360 pixel Kapasitas awal : 576KB Kapasitas akhir : 579KB	SHANIA	Watermarking Video : 	0,9 detik

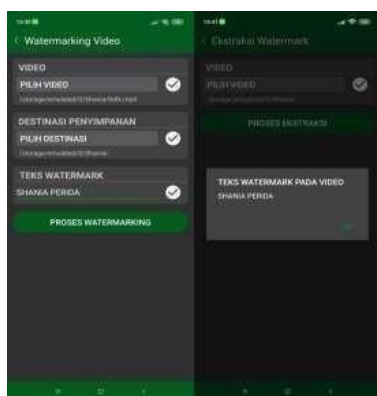
			Ekstraksi Video :	
				

video yang memiliki ekstensi .mp4. Akan terdapat noise pada bagian awal frame karena digunakan sebagai lokasi penyisipan teks watermark. Aplikasi yang sudah dibuat pada penelitian ini dikembangkan memakai perangkat lunak Android Studio. Serta bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun aplikasi adalah java. Hasil Pengujian dari penelitian ini yaitu :

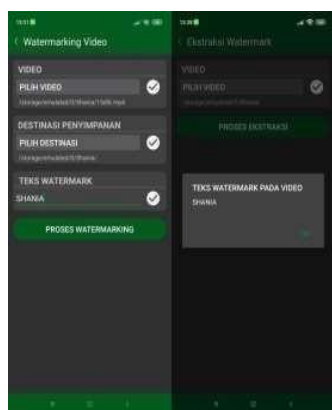
Pengujian pertama dilakukan dengan memberikan watermark pada video yang memiliki durasi 5 detik dengan resolusi video sebesar 360pixel 360pixeldengan memberikan teks watermark berupa "SHANIA PERIDA BR TARIGAN". Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :

4 Kesimpulan dan Saran

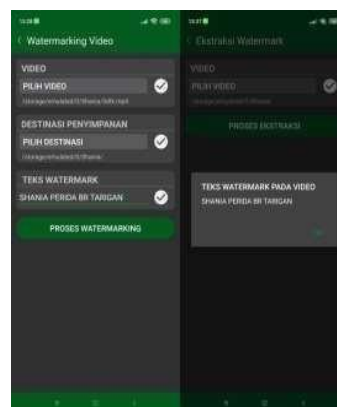
Berdasarkan hasil dan pembahasan yang



telah dihasilkan pada penelitian ini, dapat disimpulkan dalam penelitian ini dengan



menghasilkan aplikasi yang dapat digunakan untuk memberikan teks watermark yang tidak terlihat kedalam video digital. Proses watermarking teks kedalam video digital dilakukan menggunakan metode Dynamic Cell Spreading (DCS). Video digital yang dapat diberi teks watermark adalah file



Gambar 5.1 hasil pengujian 1

Pengujian kedua dilakukan dengan memberikan watermark pada video yang memiliki durasi 8 detik dengan resolusi video sebesar 360 pixel dengan memberikan teks watermark berupa "SHANIA PERIDA". Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :

Gambar 5.2 hasil pengujian 2

Pengujian ketiga dilakukan dengan memberikan watermark pada video yang memiliki durasi 15 detik dengan resolusi video sebesar 360 pixel dengan memberikan teks watermark berupa "SHANIA". Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :

Gambar 5.3 hasil pengujian

Untuk dapat lebih melengkapi aplikasi ini maka penulis memberikan saran diperlukan untuk menambahkan teknik kriptografi pada aplikasi agar dapat mengamankan teks watermark sebelum disisipkan. Diharapkan penambahan fitur untuk dapat melakukan

proses watermarking pada file lainnya seperti audio dan citra. Serta diharapkan untuk penambahan fitur agar aplikasi juga dapat memberikan visible dan invisible secara bersamaan dalam proses watermarking.

Daftar Pustaka:

- [1] Fathiha, V. A. *Blind Watermarking Pada Citra Digital Menggunakan Discrete Wavelet Transform (Dwt) Dan Singular Value Decomposition (Svd)* 14(0822062), 125–134. 2020
- [2] Lase, N. C. *Pengamanan Teks Terenkripsi Dengan Algoritma RC4 + Dan Steganografi DCS Pada Citra Digital*. 9(April), 232–243. 2021.
- [3] Ikromina, F. I., & Ujianto, E. I. H. *Invisible Watermarking Citra Digital Menggunakan Kombinasi Metode Discrete Cosine Transform Dan Discrete Wavelet Transform*. *JANAPATI : Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, 8, 261–271. 2019
- [4] Insani, O. J., & Abdullah, I. N. *Jurnal Teknologi Terpadu Journal of Integrated Technology OPTIMASI HYBRID INVISIBLE WATERMARKING RDWT-DCT-SVD Integrated Technology OPTIMASI HYBRID INVISIBLE WATERMARKING RDWT-DCT-SVD*. 2020
- [5] Syawal, M. F., Fikriansyah, D. C., & Agani, N. *Implementasi Teknik Steganografi Menggunakan Algoritma Vigenere Cipher Dan Metode LSB*. *Jurnal TICOM*, 4(3), 91–99. 2016
- [6] Maulani, G., Sasongko, N. J., & Mulyana, A. *Pengembangan Media Promosi Pariwisata Kota Tangerang Dalam Bentuk Video Digital Pada Dinas Porparekraf*. *ICITJournal*, 2(2), 207–220. Available : <https://doi.org/10.33050/icit.v2i2.35>
- [7] Eko Valentino, D., & Jodi Hardiansyah, M.). *PERANCANGAN VIDEO COMPANY PROFILE PADA HOTEL de JAVA BANDUNG*. *Tematik*, 7(1), 1–20. Available : <https://doi.org/10.38204/tematik.v7i1.285>. 2020.
- [8] Zebua, T. *Penerapan Metode Dynamic Cell Spreading (DCS) Untuk Menyembunyikan Teks Tersandi Pada Citra*. November, 11–12. 2018. Available : <https://doi.org/10.31227/osf.io/ugz9f>.
- [9] Pramadana, T. I., Soro, S., & Siswanto, R. D. *Pengembangan Aplikasi Bangun Datar Sederhana (Bandara) Matematika Berbasis Android Pada Materi Bangun Datar Sederhana di Tingkat SMP*. . 2019. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 3(2502), 13. Available: <https://doi.org/10.22236/teknoka.v3i0.2894>
- [10] Imam Adli, Harun Mukhtar, J. A. A. *Perancangan dan pembuatan visual novel sejarah kh. Ahmad dahlan sebagai media pembelajaran berbasis android*. *RABIT (Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab)*, 3(2), 69–82. 2018
- [11] Al Fikri, I. *Aplikasi Navigasi Berbasis Perangkat Bergerak dengan Menggunakan Platform Wikitude untuk Studi Kasus Lingkungan ITS*. *Jurnal Teknik ITS*, 5(1), 48–51. 2016. Available: <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i1.14511>
- [12] Rickyanto, Isak. *Dasar pemrograman berorientasi objek*. Agustus 231–233. 2002
- [13] Alindriyani, S. *Aplikasi Akademik Online Berbasis Mobile Android*. *Jurnal Sains Dan Teknologi Utama, Volume XI, Nomor 1, April 2016, XI(152)*, 15–26. 2016
- [14] Verawati, & Liksha, P. D. *Aplikasi Akuntansi Pengolahan Data Jasa Service Pada Pt. Budi Berlian Motor Lampung*. *Jurnal Sistem Informasi Akuntansi (JUSITA)*, 1(1), 1–14. 2018
- [15] Santoso, Radna Nurmalina. *Perencanaan dan Pengembangan Aplikasi Absensi Mahasiswa Menggunakan Smart Card Guna Pengembangan Kampus Cerdas (Studi Kasus Politeknik Negeri Tanah Laut)*. *jurnal integrasi* 2548 – 9828. 2017. Available : <http://jurnal.polibatam.ac.id>