

## SIMULASI DAN ANALISIS BLIND WATERMARKING PADA OBJEK 3D BERBASIS TRIANGULAR MESH DENGAN METODE PRINCIPAL OBJECT AXIS

Ayyu Aghniaty<sup>1</sup>, Suryo Adhi Wibowo<sup>2</sup>, Nur Andini ..<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Penyisipan informasi tertentu ke dalam suatu data lainnya merupakan hal yang penting untuk keamanan data digital terutama objek 3D. Salah satu upaya untuk keamanan data digital tersebut yaitu dengan metode watermarking. Watermarking adalah suatu cara untuk menyisipkan suatu informasi (watermark) pada suatu produk digital (audio, citra, video, dan teks). Proses watermarking bertujuan untuk memberikan perlindungan hak cipta, fingerprinting, otentikasi, dan validasi data. Pada tugas akhir ini, watermark yang digunakan berupa tipe data teks dan host berupa objek digital 3D. Jenis watermarking yang digunakan adalah blind watermarking. Proses blind watermark memiliki keunggulan, yaitu tidak dibutuhkan host objek digital 3D sebelum ter-watermark pada sisi ekstraksi.

Pada watermarking berbasis triangular mesh terdapat kumpulan vertex yang berada pada ruang 3D. Kemudian triangular face dibentuk oleh tiga titik vertex objek 3D. Pada Tugas Akhir ini, digunakan metode principal object axis yaitu salah satu metode watermarking berbasis kunci, radian dan neighborhood operator pada objek 3D. Penyisipan watermark dirancang menggunakan tiga tahap, yaitu preprocessing, transformasi watermark, dan penyisipan watermark. Selanjutnya, objek 3D yang telah melalui proses watermarking ini dideteksi dan diekstraksi kembali menjadi informasi semula.

Hasil yang diperoleh dari percobaan yang dilakukan adalah penggunaan metode Principal Object Axis dengan nilai SNR > 70 dB, MSE dan VER mendekati nilai nol pada proses penyisipan. Serta pada proses ekstraksi watermark tanpa serangan, BER bernilai nol. Pada pengujian sistem, objek 3D ter-watermark memiliki ketahanan terhadap beberapa serangan, seperti rotasi, translasi, dan rescaling. Tetapi pada serangan cropping, objek 3D terompot.obj mampu mengekstraksi informasi mencapai 50% cropping karena menghasilkan watermark hasil ekstraksi dengan BER bernilai 0.

Kata Kunci : watermarking, principal object axis, objek 3D, triangular mesh

---

Telkom  
University

### Abstract

Insertion of specific information into another data is important to the security of digital data, especially 3D objects. One of efforts to the digital data security, namely the watermarking method. Watermarking is a method for inserting information (watermark) to a digital products (audio, image, video, and text). Watermarking process aims to provide copyright protection, fingerprinting, authentication, and data validation. In this final project, the watermark is used in the form of text data type and a host of 3D digital objects. Type of watermarking used is a blind watermarking. The process of blind watermarking has the advantage, which is not required before a host of 3D digital objects watermarked on the extraction side.

Triangular mesh watermarking based on a collection of vertices that are contained in the 3D space. Then the triangular face formed by the three-point vertex of 3D objects. In this final project, used principal object axis method is one of watermarking methods based on key, radians and neighborhood operators on 3D objects. Watermark is designed using three stages, namely preprocessing, transformation watermark, and watermark. Furthermore, 3D objects that have been through the process of watermarking is detected and extracted back into the original information.

Results obtained from experiments carried out is the use of the method of Principal Object Axis to the value of SNR > 70 dB, the MSE and VER nearly zero in the embedding process. The extraction process without attack, the BER is zero. In the test system, the watermarked 3D objects have resistance to several attacks, such as rotation, translation, and rescaling. But the cropping attack, terompet.obj 3D objects capable of extracting the information reaches 50% cropping because aimlessly watermark extraction results with BER is 0.

**Keywords :** watermarking, principal object axis, 3D object, triangular mesh



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan multimedia saat ini telah berbasis tiga dimensi. Mulai dari perangkat elektronik, *animation*, dan sistem aplikasi telah berbasis tiga dimensi. Seiring dengan perkembangan teknologi internet yang semakin canggih, maka memudahkan setiap orang untuk dapat mengambil data dengan akses internet secara mudah. Dengan adanya kemudahan akses informasi ini tentu saja setiap orang dapat secara bebas mengunduh informasi dan sangat rentan terhadap penyalahgunaan, seperti plagiat, penjualan tanpa ijin, pelanggaran hak cipta, dan pengrusakan terhadap data *digital* tersebut.

Salah satu cara untuk melindungi data digital tersebut yaitu dengan metode *watermarking*. *Watermarking* adalah suatu cara untuk menyisipkan suatu informasi (*watermark*) pada suatu produk digital (audio, citra, video, dan teks) untuk memberikan perlindungan hak cipta, *fingerprinting*, otentikasi, dan menyediakan cara untuk validasi data.

Dalam *watermarking* terdapat dua proses penting yaitu *embedding* dan ekstraksi. *Embedding* merupakan proses penyisipan pesan ke dalam citra digital, sedangkan ekstraksi merupakan proses pengambilan pesan yang telah disisipkan.

Dilihat dari segi proses verifikasi, jenis *watermarking* meliputi *blind watermarking* dan *non-blind watermarking*. *Blind watermarking* memiliki keunggulan yaitu proses verifikasi *watermark* menggunakan kunci dan tidak membutuhkan media asal yang belum diberi *watermark*, sedangkan pada *non-blind watermarking* membutuhkan media asal untuk proses verifikasi.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, *watermarking* dilakukan menggunakan dengan teknik *non-blind watermarking*, yaitu 'Simulasi dan Analisis *Non-Blind Watermarking* Objek Digital 3D Berbasis Transformasi *Lazy Wavelet*', 'Simulasi dan Analisis *Watermarking* Tiga Dimensi dengan Metode Transformasi *Wavelet* dan Metode *Fuzzy Logic*', dan 'Simulasi dan Analisis *Watermarking* Objek 3D Berbasis *Triangular Mesh* Menggunakan Metode Algoritma *Minimum Spanning Tree*' sehingga hal tersebut membuat penulis

tertarik untuk mengangkat topik *blind watermarking* pada objek digital 3D yang belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode *Principal Object Axis*.

## 1.2. Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Melakukan simulasi *blind watermarking* dengan metode *Principal Object Axis*.
2. Menganalisis performansi hasil *watermarking* berdasarkan parameter *Mean Square Error* (MSE), *Vertex Error Rate* (VER), *Signal to Noise Ratio*(SNR), *Bit Error Rate* (BER) pada bit informasi, dan *Mean Opinion Score* (MOS)
3. Menganalisis performansi objek digital 3D dan *watermark* hasil ekstraksi setelah dilakukan serangan berdasarkan parameter VER, SNR, MSE, dan BER (*Bit Error Rate*)

## 1.3. Rumusan Masalah

Beberapa permasalahan pada tugas akhir dapat diformulasikan sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan penyisipan data informasi ke dalam media digital dengan menggunakan metode *Principal Object Axis*?
2. Bagaimana performansi hasil *watermarking* berdasarkan parameter *Mean Square Error* (MSE), *Vertex Error Rate* (VER) pada objek 3D, *Bit Error Rate* (BER) pada bit informasi, dan *Mean Opinion Square* (MOS)
3. Bagaimana performansi objek digital 3D dan *watermark* hasil ekstraksi setelah dilakukan serangan berdasarkan parameter VER, SNR, MSE, dan BER (*Bit Error Rate*)

#### 1.4. Batasan Masalah

Tugas akhir ini akan membatasi permasalahan pada hal-hal berikut :

1. Media digital yang akan diberi informasi berupa objek 3D dengan permukaan segitiga berformat \*.obj
2. Informasi yang disisipkan berupa kalimat, yaitu “Ayyu”, “Ayyu Aghniaty”, dan “COPYRIGHT Aghniaty2014” yang direpresentasikan ke dalam jenis *binary unsigned ASCII*.
3. Metode yang digunakan untuk proses *blind watermarking* yaitu Metode *Principal Object Axis*.
4. Kunci yang digunakan pada sistem hanya menggunakan tipe *numeric/angka*.
5. Pemberian gangguan terhadap objek 3D yang telah ter-*watermark* berupa rotasi, translasi, *rescaling*, *cropping*, dan *gaussian noise*.
6. *Software* disimulasi dan dibangun dengan menggunakan Matlab R2012b.
7. Pemberian serangan pada objek 3D ter-*watermark* hanya disimulasikan pada Matlab R2012b.

#### 1.5. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode-metode sebagai berikut :

1. Studi Literatur.  
Pencarian materi-materi dan referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas, seperti jurnal-jurnal yang berhubungan tentang *blind watermarking* 3D dengan metode *principal object axis*.
2. Konsultasi dengan Dosen Pembimbing  
Tahap ini dilakukan untuk menentukan penggunaan metode yang sesuai untuk diimplementasikan dalam sistem sehingga memiliki hasil keluaran sesuai dengan harapan.
3. Perancangan dan Pengujian Sistem.  
Perancangan dan pengujian Sistem *blind watermarking* 3D dengan metode *principal object axis* dengan menerjemahkan algoritma yang ada menjadi *coding* pada perangkat lunak matlab. Setelah itu dilakukan pengujian sistem berdasarkan tingkat akurasi dari sistem tersebut.

#### 4. Analisis dan Pembuatan Laporan

Analisis tentang parameter-parameter yang ingin diketahui dilakukan pada tahapan ini berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini dibagi dalam beberapa topik bahasan yang disusun sebagai berikut :

#### **BAB 1 : Pendahuluan**

Pada bab ini membahas latar belakang masalah, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan, dan sistematika penulisan tugas akhir.

#### **BAB 2 : Dasar Teori**

Pada bab ini berisi berbagai dasar teori yang mendukung dan mendasari penulisan tugas akhir ini, yaitu teori *blind watermarking*, objek 3D, *principal object axis*, dan serangan yang digunakan.

#### **BAB 3 : Perancangan dan Simulasi Sistem**

Pada ini menjelaskan proses desain dan perancangan sistem *blind watermarking* pada objek 3D dengan metode *Principal Object Axis* (POA).

#### **BAB 4 : Pengujian dan Analisis Sistem**

Pada bab ini dilakukan pengujian dan analisis sistem terhadap hasil yang diperoleh dari tahap simulasi.

#### **BAB 5 : Kesimpulan dan Saran**

Pada bab ini diberikan kesimpulan mengenai permasalahan yang dibahas berdasarkan serangkaian penelitian yang dilakukan. Selain itu, pada bab ini juga akan diberikan saran untuk pengembangan selanjutnya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir yang berjudul Simulasi dan Analisis Blind Watermarking pada Objek 3D berbasis *Triangular Mesh* Menggunakan Metode *Principal Object Axis* adalah sebagai berikut :

1. Telah berhasil dirancang sistem *watermarking* pada objek 3D dengan metode *blind watermark* yang disisipi berupa *binary unsigned ASCII*.
2. *Watermarking* 3D yang dilakukan pada tugas akhir ini memanfaatkan nilai *neighborhood operator* pada objek 3D kemudian dipengaruhi oleh faktor sisip bernilai 0,001 dan  $-0.001$ .
3. Ukuran pada *watermark* dan jumlah *vertex* pada objek 3D mempengaruhi nilai parameter dengan nilai  $VER < 0.03335$ ,  $SNR > 70\text{dB}$  dan  $MSE < 1.04 \times 10^{-05}$ . Semakin besar ukuran *watermark* maka nilai *VER* dan *MSE* pada objek 3D semakin besar, dan nilai *SNR* akan semakin kecil.
4. Sistem *watermarking* bersifat *robust* terhadap serangan rotasi, *rescaling*, dan translasi karena objek 3D terwatermark dapat di ekstrak kembali dengan *watermark* dapat di ekstrak dengan nilai *BER* sebesar 0.
5. Sistem *watermarking* bersifat tidak *robust* terhadap serangan seluruh presentase *cropping* karena serangan menyebabkan *vertex* hilang.
6. Sistem *watermarking* bersifat tidak *robust* terhadap serangan *gaussian noise*. Pemberian *noise* mengakibatkan berubahnya koordinat *vertex* secara signifikan, perubahan ini akan mengakibatkan berubahnya *verteks* dari *triangle face*.
7. Berdasarkan pada penelitian *MOS* mengenai kemiripan antara objek yang disisipi dengan objek yang asli dikatakan tingkat kemiripan antara objek asli dan objek yang disisipi informasi tinggi, yaitu nilai rata-rata nilai *MOS*  $> 4$  untuk tiap objek pada pengujian sistem.

## 5.2 Saran

Pengembangan lebih lanjut yang dapat dilakukan terhadap tugas akhir ini adalah sebagai berikut

1. Menggunakan tipe *watermark* yang lain, seperti citra RGB, citra grayscale, atau sesama objek 3D.
2. Sistem watermarking pada format 3D lain \*.3ds, \*.x3d, dan sebagainya.
3. Perbaiki proses penyisipan agar sistem watermarking dapat tahan terhadap serangan *cropping* dan *gaussian noise*.





## DaftarPustaka

- [1] Achmad Basuki, dan Nana R. 2009. Grafik 3 Dimensi. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Surabaya
- [2] Anton, Howard. 1994. *Aljabar Linear edisikelima*. Erlangga. Jakarta.
- [3] Benedens, O. (1999). *Geometry-Based Watermarking of 3-D Polygonal Models*. IEEE Comput. Graph.Appl., special issue on image security, 19(1), 46-45.
- [4] Chalil, Munawar. 2013. *Simulasi dan Analisis Non-Blind Watermarking pada Objek Digital 3D Berbasis Transformasi Lazy Wavelet*. Tugas Akhir Sarjana pada Fakultas Elektro dan Komunikasi IT Telkom Bandung: tidak diterbitkan.
- [5] Cox, I. J., Miller, M. L., & Bloom, J. A. (2001). *Digita Watermarking*. New York, USA: Morgan Kaufmann.
- [6] Date, H., Kanai, S., & Kishinami, T. (1998). *Digital Watermarking for 3D Polygons Model Using Multiresolutional Wavelet Decomposition*. Proc. Sixth IFIP WG 5.2 GEO-6, 296-307
- [7] Febrina br Bukit, Rizka. 2013. *Simulasi dan Analisis Watermarking Tiga Dimensi Dengan Metode Transformasi Wavelet dan Metode Fuzzy Logic*. Tugas Akhir Sarjana pada Fakultas Elektro dan Komunikasi IT Telkom Bandung: tidak diterbitkan.
- [8] Junaedi, Danang. 2012. "Watermarking" (PDF). Institut Teknologi Bandung. Diakses pada tanggal 01 Februari 2013.

- [9] Kou, Chen Tsung. 2009. *A Blind Robust Watermarking Schemes for 3D Triangulat Mesh Models using 3D Edge Vertex Detection*. Departmen of Information Management, Long Cyuan Veterans Hospital, VAC, Taiwan.
- [10] L. Yiu, P. Balakrishnan, dan G. Xiaohu. 2008. *Blind Invisible Watermarking for 3D Meshes with Textures*. Department of Computer Science, University of Texas, Dallas.
- [11] M. Fang, P. Z. Jian, Z. Wen. (2012). *A Blind Watermarking Technology Based on DCT Domain*. Institute of Information Engineering, Zhoungzhou University, Zhengzhou, Henan, China.
- [12] Ohbuchi,R., Masuda, H. and Aono, M. *Watermarking three dimensional polygonal models through geometric and topological modifications*. IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Vol. 16, No. 4, pp. 551-560.1998
- [13] Rinaldi Munir. 2006. *Steganografi dan Watermarking*. InstitutTeknologi Bandung.
- [14] Rinaldi Munir. 2006. *Digital Watermarking*. InstitutTeknologi Bandung.
- [15] S. Zafeiriou, A. Tefas& I. Pitas. 2005. *Blind Robust Watermarking Schemesfor Copyright Protection of 3D Mesh Object*. Department of Informatics, Aristotle University of Thessaloniki, Greece.
- [16] Shroder, W. J., Zarge, J. A., &Lorensen, W. E. (1992). *Decimation of Triangle Meshes*. Proc. of SIGGRAPH'92, 65-70.
- [17] Song, H., Cho, N., & Kim, J. (2002). *Robust Watermarking of 3D Mesh Models*. Proc. IEEE Int'l Workshop Multimedia Signal Processing (MMSP 2002), 332-335.

- [18] Song, H. -S., & Cho, N. -I. (2008). *Robust Watermarking of 3D Polygonal Meshes*. IEICE Trans. Inf. & Syst., E91-D(5), 1512-1521.
- [19] Sun, Y., Page, D. L., Paik, J. K., Koschan, A., & Abidi, M. A. (2002). *Triangle mesh-based edge detection and its application to surface segmentation and adaptive surface smoothing*, Proc. IEEE Intl. Conf. Image Processing (ICIP), 825-828
- [20] Y. Boon-Lock and M. Minerva. (1999). *Watermarking 3d objects for verification*. IEEE Computer Graphics.

