

**IMPLEMENTASI DIGITAL WATERMARKING PADA FILE
JPEG DENGAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM**

Skripsi



oleh

BRIGITA OLIVIA MELIALA

22084629

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2016

IMPLEMENTASI DIGITAL WATERMARKING PADA FILE JPEG DENGAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

BRIGITA OLIVIA MELIALA
22084629

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA**

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

IMPLEMENTASI DIGITAL WATERMARKING PADA FILE JPEG DENGAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi keserjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar keserjanaan saya.

Yogyakarta, 10 Agustus 2016



BRIGITA OLIVIA MELIALA
22084629

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI DIGITAL WATERMARKING
PADA FILE JPEG DENGAN METODE DISCRETE
COSINE TRANSFORM

Nama Mahasiswa : BRIGITA OLIVIA MELIALA

N I M : 22084629

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2015/2016

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 10 Agustus 2016

Dosen Pembimbing I



Junius Karel, M.T.

Dosen Pembimbing II



Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom., M.Cs.

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI DIGITAL WATERMARKING PADA FILE JPEG DENGAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM

Oleh: BRIGITA OLIVIA MELIALA / 22084629

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 6 Juni 2016

Yogyakarta, 10 Agustus 2016
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Junius Karel, M.T.
2. Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom., M.Cs.
3. Lukas Chrisantyo, S.Kom., M.Eng.
4. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.



Dekan

(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

v

v

HALAMAN PERSEMBAHAN

“I can do all things through CHRIST who strengthens me.”

Philippians 4:13

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

Debora Natly Aubrielle

My biggest supporter since day one.

Kelengi Meliala, MA

Who always trusts in me even when others don't.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Implementasi Digital Watermarking pada File JPEG dengan Metode Discrete Cosine Transform”.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan kelengkapan dan pemenuhan salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer. Selain itu, penulisan Tugas Akhir ini juga bertujuan untuk melatih mahasiswa agar dapat menghasilkan suatu karya yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, sehingga dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis telah menerima banyak bimbingan, saran serta motivasi dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu menyertai, memberkati dan berjuang bersama penulis sepanjang penulisan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Junius Karel Tampubolon, M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah mengarahkan dan membimbing penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini hingga penyusunan laporan.
3. Bapak Willy Sudiarto Raharjo, M.Cs. selaku dosen pembimbing II yang juga membimbing penulis dalam masa pengerjaan hingga penyusunan laporan Tugas Akhir.
4. Para dosen FTI UKDW yang telah memberikan banyak masukan dan arahan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Debora Natly Aubrielle, suporter terbesar yang selalu memberi curahan semangat kepada penulis.

6. Mama dan mendiang Papa, Mbak Lola, Epin, serta keluarga besar atas semua doa dan kasih kepada penulis, terkhusus juga untuk Mbak Dita, Gloria, Thomas yang bersama-sama berjuang dengan skripsi dan tesis masing-masing serta saling memotivasi satu sama lain.
7. Fajar Budhi Utama, sahabat terdekat selama 13 tahun terakhir ini untuk waktu dan bantuan selama penulisan Tugas Akhir ini.
8. Can Uysal, for all those advices through Skype and for being such an inspiration.
9. Teman-teman TI 2008 sesama pejuang skripsi yang saling mengingatkan setiap saat sampai selesainya penulisan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman Life Group dan gereja Morning Star Indonesia, Wilsong, dan pemuda GKJ Gondokusuman yang turut mendoakan kelancaran penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari para pembaca.

Akhir kata penulis meminta maaf apabila terdapat kekurangan dan kesalahan selama penulis melakukan penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga penelitian ini dapat berguna bagi kita semua.

Yogyakarta, 14 Juni 2016

Penulis

INTISARI

Digital watermarking adalah salah satu upaya pengamanan untuk melindungi hak cipta file digital dari tindakan pembajakan. Upaya pengamanan ini didasari dari maraknya penggandaan file digital yang secara bebas dilakukan di internet tanpa mencantumkan informasi dari pemilik asli file tersebut. Kelebihan dari *watermarking* ini adalah tahan terhadap proses pengolahan sinyal digital sehingga tidak merusak kualitas data yang telah disisipi *watermark*.

Pada penelitian ini, *digital watermarking* diimplementasikan ke dalam file JPEG menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) yang membagi-bagi citra digital ke dalam blok-blok kecil yang dapat ditransformasikan dari domain spasial ke dalam domain frekuensi. Pada penelitian ini, penulis menggabungkan algoritma DCT sebagai transformasi citra digital dan algoritma LSB sebagai algoritma untuk menyisipkan *watermark* ke dalam citra digital. Sistem ini mengimplementasikan langsung metode DCT ke dalam komponen warna RGB di dalam citra JPEG.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji ketahanan *watermark* yang ditanam di dalam citra digital setelah mengalami proses transformasi citra. Pada pengujian yang dilakukan ditemukan bahwa ketahanan *watermark* tidak cukup baik sehingga citra digital tidak dapat diekstrak kembali setelah dilakukan transformasi citra seperti *Rotate*, *Skew*, dan *Scale*.

Kata Kunci: *Discrete Cosine Transform, Digital Watermarking, JPEG*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
INTISARI.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Metode Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5

2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Konsep Dasar <i>Watermarking</i>	6
2.2.2. Karakteristik <i>Watermarking</i>	9
2.2.3. <i>Discrete Cosine Transform</i>	10
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	17
3.1. Kebutuhan Sistem	17
3.1.1. Kebutuhan Perangkat Lunak.....	17
3.1.2. Kebutuhan Perangkat Keras.....	17
3.1.3. Spesifikasi Sistem	18
3.2. Perancangan dan Proses	18
3.2.1. Algoritma dan <i>Flowchart</i> Sistem.....	18
3.2.2. Algoritma dan <i>FlowchartDiscrete Cosine Transform</i>	19
3.2.3. Algoritma dan <i>Flowchart Least Significant Bit</i>	21
3.3. Perancangan Antarmuka	22
3.3.1. Form <i>Home</i>	22
3.3.2. Form <i>Watermarking</i>	23
3.3.3. Form <i>Extraction</i>	24
BAB IV IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM	26
4.1. Implementasi Sistem	26
4.1.1. Implementasi Penyisipan <i>Watermark</i>	27
4.1.2. Implementasi Ekstraksi <i>Watermark</i>	29
4.2. Pengujian dan Analisis Sistem.....	30

4.2.1. Pengujian Sistem.....	31
4.2.1.1. Hasil Penyisipan.....	31
4.2.1.2. Hasil Pengujian	33
4.2.2. Analisis Hasil Pengujian.....	34
BAB V KESIMPULAN.....	36
5.1. Kesimpulan	36
5.2. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	39

©UKYDWN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Penyisipan Pada Citra bear.jpg	31
Tabel 4.2. Penyisipan Pada Citra pentagon.jpg	32
Tabel 4.3. Penyisipan Pada Citra peppers.jpg.....	32
Tabel 4.4. Penyisipan Pada Citra watch.jpg.....	32
Tabel 4.5. Penyisipan Pada Citra pills-1.jpg.....	33
Tabel 4.6. Pengujian Transformasi Rotate Citra bear.jpg.....	33
Tabel 4.7. Pengujian Transformasi Rotate Citra pentagon.jpg.....	33
Tabel 4.8. Pengujian Transformasi Rotate Citra peppers.jpg	34
Tabel 4.9. Pengujian Transformasi Rotate Citra watch.jpg	34
Tabel 4.10. Pengujian Transformasi Rotate Citra pills-1.jpg.....	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses penyisipan watermark pada citra digital	7
Gambar 2.2. Proses verifikasi watermark pada citra digital	8
Gambar 2.3. Matriks JPEG 8x8	12
Gambar 2.4. Matriks citra watermark	12
Gambar 2.5. Matriks citra watermark setelah dikurangi 128.....	12
Gambar 2.6. Matriks T'	13
Gambar 2.7. Matriks dari 64 koefisien DCT	13
Gambar 2.8. Matriks kuantisasi standar pada level kualitas 50.....	13
Gambar 2.9.. Matriks perhitungan kuantisasi	14
Gambar 2.10. Proses penyisipan watermark secara zig-zag	15
Gambar 2.11. Matriks R	15
Gambar 3.1. Flowchart Sistem DCT Watermarking.....	19
Gambar 3.2. Flowchart DCT.....	20
Gambar 3.3. Lanjutan Flowchart DCT	21
Gambar 3.4. Flowchart penyisipan watermark dengan LSB	22
Gambar 3.5. Rancangan tampilan awal sistem	22
Gambar 3.6. Rancangan tampilan menu Watermarking	23
Gambar 3.7. Rancangan tampilan menu Extraction.....	25

Gambar 4.1. Tampilan awal sistem.....	26
Gambar 4.2. Tampilan menu Watermarking.....	27
Gambar 4.3. Tampilan hasil watermarking.....	28
Gambar 4.4. Pilihan Simpan Gambar	28
Gambar 4.5. Tampilan menu Extraction	29
Gambar 4.6. Tampilan hasil identifikasi watermark	29
Gambar 4.7. Tampilan hasil ekstraksi.....	30

©UKDW

INTISARI

Digital watermarking adalah salah satu upaya pengamanan untuk melindungi hak cipta file digital dari tindakan pembajakan. Upaya pengamanan ini didasari dari maraknya penggandaan file digital yang secara bebas dilakukan di internet tanpa mencantumkan informasi dari pemilik asli file tersebut. Kelebihan dari *watermarking* ini adalah tahan terhadap proses pengolahan sinyal digital sehingga tidak merusak kualitas data yang telah disisipi *watermark*.

Pada penelitian ini, *digital watermarking* diimplementasikan ke dalam file JPEG menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) yang membagi-bagi citra digital ke dalam blok-blok kecil yang dapat ditransformasikan dari domain spasial ke dalam domain frekuensi. Pada penelitian ini, penulis menggabungkan algoritma DCT sebagai transformasi citra digital dan algoritma LSB sebagai algoritma untuk menyisipkan *watermark* ke dalam citra digital. Sistem ini mengimplementasikan langsung metode DCT ke dalam komponen warna RGB di dalam citra JPEG.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji ketahanan *watermark* yang ditanam di dalam citra digital setelah mengalami proses transformasi citra. Pada pengujian yang dilakukan ditemukan bahwa ketahanan *watermark* tidak cukup baik sehingga citra digital tidak dapat diekstrak kembali setelah dilakukan transformasi citra seperti *Rotate*, *Skew*, dan *Scale*.

Kata Kunci: *Discrete Cosine Transform, Digital Watermarking, JPEG*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan internet saat ini telah memudahkan masyarakat untuk berbagi file digital ke seluruh penjuru dunia. Namun kemudahan ini tidak selamanya dimanfaatkan secara positif oleh orang-orang yang tidak bertanggungjawab. Hal ini dapat dilihat dari maraknya penggandaan file digital yang dilakukan secara bebas di internet tanpa mencantumkan informasi dari pemilik asli file tersebut, atau yang lebih kita kenal dengan tindakan pembajakan. Adanya pembajakan ini tentu saja dapat merugikan pemegang hak cipta dari file digital tersebut.

Untuk melindungi hak cipta file digital dari tindakan pembajakan, maka dilakukan berbagai upaya pengamanan, salah satunya adalah dengan *watermarking*. *Watermarking* adalah upaya penyisipan informasi seperti data citra atau data teks tertentu di dalam file digital yang akan dilindungi hak ciptanya. Kelebihan dari *watermarking* adalah tahan terhadap proses pengolahan sinyal digital sehingga tidak merusak kualitas data yang telah ditanam *watermark*. Dalam Tugas Akhir ini, penulis memilih untuk menyisipkan citra digital *grayscale* ke dalam file digital yang akan dilindungi hak ciptanya, karena citra digital tidak akan terlihat jelas “kerusakannya” apabila kehilangan beberapa bit saat *watermark* diekstrak. Hal ini akan berbeda jika memakai data teks yang akan sangat terpengaruh apabila kehilangan beberapa bit saat diekstrak.

Dalam Tugas Akhir ini, *watermarking* diimplementasikan menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* (DCT). Metode DCT pada dasarnya akan membagi-bagi citra digital ke dalam blok-blok kecil yang nantinya dapat ditransformasikan dari domain spasial menjadi domain frekuensi. Transformasi DCT 2-D yang dipakai akan menentukan posisi mana saja yang dapat disisipi oleh

watermark. Setelah posisi penempatan *watermark* diketahui, maka akan dilakukan penyisipan *watermark* ke dalam citra digital yang dimiliki. Pada Tugas Akhir ini, penulis akan memakai metode *Least Significant Bit* sebagai metode untuk penyisipan *watermark*.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara mengimplementasikan *watermarking* pada file digital menggunakan metode *Discrete Cosine Transform*?
2. Bagaimanakah ketahanan *watermark* setelah dilakukan berbagai serangan transformasi terhadap citra yang telah disisipi *watermark*?

1.3. Batasan Masalah

1. File yang akan disisipi *watermark* adalah file citra digital berwarna dengan format JPEG dengan ukuran maksimal 1024x768.
2. *Watermark* yang akan disisipi ke dalam citra digital berupa citra digital *grayscale* berformat BMP dengan ukuran 160x160.
3. Sistem ini akan dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic*.
4. Citra yang telah disisipi *watermark* dapat disimpan sebagai format JPEG, BMP dan GIF.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sistem yang dapat melindungi hak cipta dari citra digital berformat JPEG dengan mengimplementasikan teori *digital watermarking* menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* serta menguji ketahanan *watermark* terhadap berbagai transformasi citra yang akan dilakukan.

1.5. Metode Penelitian

1. Studi pustaka

Mengumpulkan serta mempelajari buku referensi yang berhubungan dengan *image processing*, *Discrete Cosine Transform* dan juga *digital watermarking*. Diharapkan dengan metode ini dapat mempertegas teori serta keperluan analisis dan mendapatkan data yang sesungguhnya untuk diolah lebih lanjut sehingga menghasilkan informasi yang baik.

2. Perancangan dan Pembuatan Program

Dari hasil studi pustaka, selanjutnya penulis merancang arsitektur sistem, antarmuka dan prosedural sistem untuk kemudian dilanjutkan dengan implementasi metode *Discrete Cosine Transform* ke dalam sistem yang akan dibuat berdasarkan rancangan sistem yang telah ada.

3. Pengujian

Tahap ini merupakan pengujian pada program yang telah dibuat dan menganalisis berbagai *output* serta kinerja program.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan penulisan, maka Tugas Akhir ini disajikan dalam lima bab yang berbeda dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I: Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab II: Tinjauan Pustaka

Di dalam bab ini akan ditulis mengenai tinjauan pustaka dan uraian dari teori-teori yang digunakan untuk mendukung pembuatan tugas akhir ini.

Bab III: Analisis dan Perancangan Sistem

Bab ini berisi rancangan pembuatan sistem yang digambarkan dalam bentuk *flowchart* beserta desain antarmuka yang akan dibuat.

Bab IV: Implementasi dan Analisis Sistem

Pada bab ini penulis akan mengimplementasikan rancangan sistem yang telah ditulis pada bab III dan melakukan pengujian ketahanan *watermark*. Hasil pengujian akan dibandingkan dan dianalisis satu demi satu.

Bab V: Kesimpulan dan Saran

Bab ini adalah bab terakhir yang akan berisi tentang rangkuman isi pembahasan pada bab sebelumnya. Pada bab ini juga akan berisi kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis sistem yang telah dibuat, serta saran untuk keperluan pengembangan sistem.

BAB V

KESIMPULAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Metode *Discrete Cosine Transform* dapat digunakan untuk membuat sebuah program *digital watermarking*.
2. Watermark tidak memiliki ketahanan yang baik setelah dilakukan beberapa transformasi citra seperti *Rotate*, *Skew*, dan *Scale*.
3. Metode DCT tidak dapat diimplementasikan langsung pada komponen warna RGB di dalam citra JPEG.
4. Ukuran file hasil penyisipan selalu lebih kecil daripada citra asli karena terjadi proses kompresi.

6.2. Saran

Beberapa saran untuk pengembangan program lebih lanjut adalah:

1. Sebelum mengimplementasikan DCT, sebaiknya dilakukan konversi warna RGB menjadi YCbCr agar DCT tidak langsung diimplementasikan pada komponen warna RGB.
2. Sebaiknya untuk pengujian ditambahkan beberapa transformasi yang lebih banyak dan dianalisa juga nilai RMSE-nya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahire, V. K. (2011). Robust Watermarking Scheme Based on Discrete Wavelet Transform (DWT) and Discrete Cosine Transform (DCT) for Copyright Protection of Digital Images. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 11(8), 209-210.
- Al-Momen, S. M. A. & George, L. E. (2010). Image Hiding Using Magnitude on the DCT Coefficients. *Journal of Applied Computer Science & Mathematics*, 4(8), 9-11.
- Babu, D. N. & Jagadeesh, D. (2012). A Blind and Robust Video Watermarking Technique in DCT Domain. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 2(2), 128-132.
- Číka, P. (2007). The Improvement of the Method for Digital Image Watermarking in frequency Domain using BCH Codes. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 7(3), 151-152. Diakses 12 Januari 2016, dari http://paper.ijcsns.org/07_book/200703/20070323.pdf
- Ghetia, S. (2013). Implementation of 2-D Discrete Cosine Transform Algorithm on GPU. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 2(7), 3024-3028.
- Gonzalez, R. & Woods, R. E. (2007). *Digital Image Processing* (3rded.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Kaur, G. & Kochhar, A. (2012). A Steganography Implementation Based on LSB & DCT. *International Journal for Science and Emerging technologies with Latest Trends*, 4(1), 35-41.
- Munir, R. (2004). *Bahan Kuliah ke-7: Steganografi dan Watermarking*. [Available from Institut Teknologi Bandung]. Diakses 7 November 2015, dari

<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Kriptografi/Steganografi%20dan%20Watermarking.pdf>

- Noviardi, W. (2008). Penyisipan Logo Berbasis Discrete Cosine Transform Sebagai Watermark Pada Citra Digital. *Konferensi dan Temu Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Indonesia, 21-23 Mei 2008*. Jakarta, Indonesia.
- Pithiya, P. M. (2013). DCT Based Digital Image Watermarking, De-watermarking & Authentication. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET)*, 2(1), 213-219. Diakses 18 Januari 2016, dari <http://www.ijltet.org/wp-content/uploads/2013/05/31.pdf>
- Tatsaki, A., Dre, C., Stouraitis, T., & Goutis, C. (1995). Prime Factor DCT Algorithms. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 43(3), 773-774.
- Winarso, S. (2007). Digital Watermarking Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform. *Jurusan Teknologi Informasi-Aiti*, 4(1), 74-77. Diakses 7 November 2015, dari http://repository.uksw.edu/bitstream/123456789/1018/2/ART_Sri%20Winarso%20M.E._Digital%20watermarking_Full%20text.pdf
- Yesilyurt, M., Yalman, Y., & Ozcerit, A. T. (2013). A New DCT Based Watermarking Method Using Luminance Component. *Elektronika Ir Elektrotehnika*. 19(4), 47-49.
- Zhang, L. & Aihua, L. (2009). Robust Watermarking Scheme based on Singular Value of Decomposition in DWT Domain. *Asia-Pacific Conference on Information Processing IEEE*, 2(2), 19-22.