

**IMPLEMENTASI METODE 2D-DISCRETE COSINE
TRANSFORM DAN 2D-CORRELATION COEFFICIENT
UNTUK PENGENALAN BUAH**

Skripsi



oleh
BERNADITA HELMYANTI S.
22094820

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2013

**IMPLEMENTASI METODE 2D-DISCRETE COSINE
TRANSFORM DAN 2D-CORRELATION COEFFICIENT
UNTUK PENGENALAN BUAH**

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

BERNADITA HELMYANTI S.
22094820

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2013

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

IMPLEMENTASI METODE 2D-DISCRETE COSINE TRANSFORM DAN 2D-CORRELATION COEFFICIENT UNTUK PENGENALAN BUAH

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 kesarjanaan 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 kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 16 Januari 2013



BERNADITA HELMYANTI S.

22094820

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI METODE 2D-DISCRETE
COSINE TRANSFORM DAN 2D-CORRELATION
COEFFICIENT UNTUK PENGENALAN BUAH

Nama Mahasiswa : BERNADITA HELMYANTI S.

N I M : 22094820

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276


Semester : Gasal

Tahun Akademik : 2012/2013




Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 16 Januari 2013

Dosen Pembimbing I


Ir. Sri Suwarno, M.Eng.

Dosen Pembimbing II


Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si.

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI METODE 2D-DISCRETE COSINE TRANSFORM DAN 2D-CORRELATION COEFFICIENT UNTUK PENGENALAN BUAH

Oleh: BERNADITA HELMYANTI S. / 22094820

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 9 Januari 2013

Yogyakarta, 16 Januari 2013
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

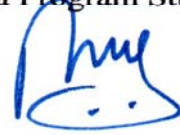
1. Ir. Sri Suwarno, M.Eng.
2. Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si.
3. Erick Purwanto, S.Kom, M.Com.
4. Theresia Herlina R., S.Kom.,M.T.



Dekan


(Drs. Wimmie Handiwidjojo, MIT.)

Ketua Program Studi


(Nugroho Agus Haryono, M.Si)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan karena berkat bimbingan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi Metode 2D-Discrete Cosine Transform dan 2D-Correlation Coefficient untuk Pengenalan Buah”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana (UKDW) Yogyakarta.

Sejak awal penyusunan skripsi ini hingga selesai penulis mendapat banyak bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu penulis hendak mengucapkan terimakasih kepada :

- Bapak Budi Susanto, S.Kom., MT. sebagai koordinator Tugas Akhir.
- Keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan.
- Bapak Ir. Sri Suwarno, M.Eng. dan Drs. R. Gunawan Santosa sebagai dosen pembimbing yang selalu bersedia memberikan bimbingan dan masukan.
- Teman-teman dan semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari skripsi ini memiliki banyak kekurangan karena keterbatasan yang dimiliki oleh penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata semoga laporan ini berguna bagi semua pihak.

Yogyakarta, 28 November 2012

Penyusun

Bernadita Helmyanti S.

NIM : 22094820

INTISARI

Dalam penelitian ini diterapkan metode *2D-Discrete Cosine Transform* untuk ekstraksi ciri citra buah dan proses pencocokan dengan metode *2D-Correlation Coefficient* untuk mengenali jenis buah. Metode *2D-DCT* cukup efektif untuk pengenalan citra buah karena hasil pengenalan yang cukup baik dengan tingkat kesuksesan pengenalan rata-rata 56% dibandingkan dengan pengenalan citra buah yang tanpa diekstraksi fitur dengan tingkat kesuksesan pengenalan rata-rata hanya 51%. Tingkat kesuksesan pengenalan dengan citra biner yang diekstraksi fitur dengan metode *2D-DCT* juga tidak menghasilkan pengenalan yang lebih baik, yaitu rata-rata hanya 51.5%. Kelemahan metode *2D-DCT* adalah sangat sensitif terhadap rotasi ditunjukkan dengan hasil penelitian pada saat dirotasi tingkat kesuksesan pengenalan citra buah apel, jeruk, pear, dan tomat rata-rata hanya berkisar mulai dari 33% hingga 35.5%. Sedangkan tingkat kesuksesan pengenalan terhadap buah apel, jeruk, pear, dan anggur yang dirotasi rata-rata berkisar mulai dari 29% hingga 37.5% dan tingkat kesuksesan pengenalan terhadap buah apel, jeruk, dan pear yang dirotasi rata-rata berkisar mulai dari 38% hingga 48%.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Landasan Teori	5
2.2.1 Pengertian Pengolahan Citra.....	5
2.2.1.1 Operasi Translasi.....	5
2.2.1.2 Normalisasi Ukuran Citra	6
2.2.1.3 Citra <i>Grayscale</i>	6
2.2.1.4 <i>Threshold</i>	8

2.2.1.5	Transformasi Citra	8
2.2.1.5.1	1D-Discrete Cosine Transform.....	9
2.2.1.5.2	2D-Discrete Cosine Transform.....	9
2.2.2	Pengenalan dengan 2D-Correlation Coefficient	16
BAB 3	ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	19
3.1	Alat dan Bahan	19
3.1.1	Kebutuhan <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	19
3.1.2	Kebutuhan Bahan.....	20
3.2	Perancangan Proses	21
3.2.1	Normalisasi Ukuran Citra	21
3.2.2	Penentuan ROI Buah.....	21
3.2.3	Ekstraksi Fitur dengan 2D-DCT	22
3.2.4	Konversi Citra ke Grayscale	22
3.2.5	Pengenalan dengan 2D-Correlation Coefficient.....	22
3.3	Perancangan Program.....	23
BAB 4	IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	25
4.1	Implementasi Sistem.....	25
4.1.1	Antar Muka Sistem	25
4.1.2	Implementasi Metode 2D-DCT dan 2D-Correlation Coefficient	28
4.1.3	Format <i>Input</i> dan <i>Output</i>	31
4.2	Analisis Sistem	31
4.2.1	Skenario Eksperimen	31
4.2.2	Pengujian Program dan Hasil Pengamatan	32
4.2.3	Analisis Terhadap Hasil Pengamatan.....	83
4.3	Kelebihan dan Kekurangan Sistem:	93
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	94
5.1	Kesimpulan.....	94
5.2	Saran	95

DAFTAR PUSTAKA 96

LAMPIRAN

© UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Apel	33
Tabel 4.2	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Jeruk	37
Tabel 4.3	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Pear	41
Tabel 4.4	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Tomat.....	45
Tabel 4.5	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Apel yang Dirotasi.....	49
Tabel 4.6	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Jeruk yang Dirotasi.....	52
Tabel 4.7	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Pear yang Dirotasi	55
Tabel 4.8	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Tomat yang Dirotasi.....	58
Tabel 4.9	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Apel yang Dirotasi.....	61
Tabel 4.10	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Jeruk yang Dirotasi.....	64
Tabel 4.11	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Pear yang Dirotasi	67
Tabel 4.12	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Anggur yang Dirotasi	70
Tabel 4.13	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Apel yang Dirotasi.....	74
Tabel 4.14	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Jeruk yang Dirotasi.....	77
Tabel 4.15	Hasil Pengenalan Terhadap Buah Pear yang Dirotasi	80
Tabel 4.16	Hasil Pengenalan Citra Buah dengan Proses yang Berbeda-beda	83
Tabel 4.17	Tingkat Kesuksesan Pengenalan Citra Buah Apel, Jeruk, Pear, dan Tomat yang Sukses dengan Proses yang Berbeda-beda	84
Tabel 4.18	Hasil Pengenalan Citra Buah Apel, Jeruk, Pear, dan Tomat dengan Rotasi 0^0 , 90^0 , 180^0 , dan 270^0 Searah Putaran Jarum Jam	86
Tabel 4.19	Tingkat Kesuksesan Pengenalan Citra Buah Apel, Jeruk, Pear, dan Tomat dengan Rotasi 0^0 , 90^0 , 180^0 , dan 270^0 Searah Putaran Jarum Jam	87
Tabel 4.20	Hasil Pengenalan Citra Buah Apel, Jeruk, Pear, dan Anggur dengan Rotasi 90^0 , 180^0 , dan 270^0 Searah Putaran Jarum Jam	88
Tabel 4.21	Tingkat Kesuksesan Pengenalan Citra Buah Apel, Jeruk, dan Pear, dan Anggur dengan Rotasi 0^0 , 90^0 , 180^0 , dan 270^0 Searah Putaran Jarum Jam....	90
Tabel 4.20	Hasil Pengenalan Citra Buah Apel, Jeruk, dan Pear dengan Rotasi 0^0 , 90^0 , 180^0 , dan 270^0 Searah Putaran Jarum Jam.....	91

Tabel 4.21 Tingkat Kesuksesan Pengenalan Citra Buah Apel, Jeruk, dan Pear dengan Rotasi 90^0 , 180^0 , dan 270^0 Searah Putaran Jarum Jam..... 92

© UKDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pelatihan.....	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Pengenalan	24
Gambar 4.1 Tampilan Antar Muka Sistem.....	25
Gambar 4.2 Menentukan ROI buah dengan <i>Cropping</i>	26
Gambar 4.3 Tampilan Antar Muka Setelah Pengenalan	27
Gambar 4.4 Proses <i>Create Template</i> Citra Acuan.....	27

© UKDW

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan Metode

Lampiran B *Listing* Program

Lampiran C Citra Buah

Lampiran D Tampilan Antar Muka Sistem

© UKDW

INTISARI

Dalam penelitian ini diterapkan metode *2D-Discrete Cosine Transform* untuk ekstraksi ciri citra buah dan proses pencocokan dengan metode *2D-Correlation Coefficient* untuk mengenali jenis buah. Metode *2D-DCT* cukup efektif untuk pengenalan citra buah karena hasil pengenalan yang cukup baik dengan tingkat kesuksesan pengenalan rata-rata 56% dibandingkan dengan pengenalan citra buah yang tanpa diekstraksi fitur dengan tingkat kesuksesan pengenalan rata-rata hanya 51%. Tingkat kesuksesan pengenalan dengan citra biner yang diekstraksi fitur dengan metode *2D-DCT* juga tidak menghasilkan pengenalan yang lebih baik, yaitu rata-rata hanya 51.5%. Kelemahan metode *2D-DCT* adalah sangat sensitif terhadap rotasi ditunjukkan dengan hasil penelitian pada saat dirotasi tingkat kesuksesan pengenalan citra buah apel, jeruk, pear, dan tomat rata-rata hanya berkisar mulai dari 33% hingga 35.5%. Sedangkan tingkat kesuksesan pengenalan terhadap buah apel, jeruk, pear, dan anggur yang dirotasi rata-rata berkisar mulai dari 29% hingga 37.5% dan tingkat kesuksesan pengenalan terhadap buah apel, jeruk, dan pear yang dirotasi rata-rata berkisar mulai dari 38% hingga 48%.



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Manusia dapat mengenali objek-objek dalam sebuah citra dengan mudah walaupun dengan *background* yang berbeda, ukuran yang berbeda, maupun dengan sudut pandang yang berbeda pula. Namun tidak demikian dengan komputer, pengenalan objek dalam citra dilakukan komputer dengan pemrosesan piksel-piksel dari citra tersebut.

Image Processing merupakan salah satu jenis teknologi untuk menyelesaikan masalah mengenai pemrosesan gambar. Dalam mengenali objek dalam sebuah citra dilakukan beberapa pemrosesan gambar. *Image processing* yang akan dilakukan adalah normalisasi ukuran citra dan menentukan *Region of Interest* (ROI) objek yang ingin dikenali dalam citra tersebut. Setelah itu citra diubah menjadi citra *grayscale* kemudian dilakukan ekstraksi ciri citra dengan metode *Two Dimensional – Discrete Cosine Transform* (2D-DCT). Proses ekstraksi ciri citra akan menghasilkan koefisien-koefisien DCT yang akan disimpan sebagai citra acuan di dalam file.txt. Pencocokan dilakukan dengan metode *2D-Correlation Coefficient* untuk menghitung koefisien korelasi antara koefisien-koefisien DCT dari citra database dengan koefisien-koefisien DCT citra yang akan diuji.

Melalui metode 2D-DCT dan *2D-Correlation Coefficient* diharapkan komputer dapat mengenali objek dengan baik, yaitu buah khususnya.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, maka yang menjadi permasalahan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana menerapkan metode 2D-DCT untuk ekstraksi ciri citra buah.
- b. Bagaimana proses pencocokan dengan metode *2D-Correlation Coefficient*.

1.3 Batasan Masalah

Oleh karena besarnya permasalahan dan keterbatasan waktu serta pengetahuan penulis, maka agar pembahasan tidak menyimpang dari tujuan dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

- a. Sistem hanya untuk mengenali buah yang dari warna, bentuk dan ukurannya mirip, yaitu buah apel, buah jeruk, buah tomat, dan buah pear.
- b. Ukuran citra yang dipakai adalah 100 x 100 piksel.
- c. Intensitas cahaya pada saat pengambilan gambar cukup terang.
- d. Bahasa pemrograman yang dipakai adalah Matlab 7.0.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah dapat merancang serta mengimplementasikan sistem dengan menggunakan metode 2D-DCT dan *2D-Correlation Coefficient* untuk pengenalan buah.

1.5 Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang diperlukan dalam tugas akhir ini, yaitu:

- a. Studi Pustaka
Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari buku-buku yang memuat informasi yang diperlukan dalam pembuatan aplikasi yang berhubungan dengan tugas akhir ini.
- b. Studi Lapangan
Studi lapangan meliputi pengumpulan data untuk pelatihan dan data pengujian yang digunakan untuk proses pencocokan untuk mengenali buah dalam tugas akhir ini.

c. Konsultasi

Mengkonsultasikan segala sesuatu yang berkaitan dengan masalah tugas akhir terutama untuk memecahkan permasalahan yang ada apabila dalam pengerjaan ditemukan hal-hal yang tidak atau kurang dimengerti.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam skripsi ini terdiri dari lima bab, yaitu bab pertama pendahuluan yang berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan. Tinjauan pustaka dalam bab dua terdiri dari dua bagian utama, yaitu tinjauan pustaka dan landasan teori. Dalam tinjauan pustaka diuraikan teori-teori yang diperoleh dari berbagai sumber pustaka yang digunakan oleh penulis dalam penyusunan skripsi. Landasan teori berbentuk uraian kualitatif, model matematis, atau persamaan-persamaan yang berhubungan langsung dengan permasalahan. Dalam bab tiga berisi analisis dan perancangan sistem yang memuat teori-teori yang digunakan untuk membuat sistem.

Implementasi dan analisis sistem dalam bab empat memuat hasil riset implementasi, dan pembahasan atau analisis dari riset tersebut yang sifatnya terpadu. Dalam bab lima berisi kesimpulan dan saran untuk ke depannya dalam riset atau metode dan teknik pengembangan yang belum dilakukan di dalam riset namun masih harus perlu dilakukan untuk riset mendatang dalam memperbaiki kinerja sistem.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Metode 2D-DCT cukup efektif untuk ekstraksi fitur dalam pengenalan karena dapat meningkatkan hasil pengenalan pada citra. Ekstraksi fitur dengan metode 2D-DCT menghasilkan koefisien-koefisien DCT yang merupakan ciri citra sehingga dalam proses pengenalan dapat menghasilkan pengenalan yang lebih baik. Faktor-faktor yang menyebabkan pengenalan buah tidak berhasil adalah banyaknya *noise* pada citra, perbedaan *background* citra, tingkat kecerahan masing-masing citra juga berbeda.

Pada penelitian ini menunjukkan pada citra tanpa rotasi buah apel paling banyak dikenali sebagai buah apel, buah jeruk paling banyak dikenali sebagai buah jeruk, dan buah pear paling banyak dikenali sebagai buah pear, dan buah tomat paling banyak dikenali sebagai buah apel. Tingkat kesuksesan pengenalan yang paling buruk adalah buah tomat dan yang paling baik adalah buah pear. Karena tingkat pengenalan terhadap buah tomat paling buruk sehingga penelitian dilakukan juga dengan mengganti citra acuan dan citra uji buah tomat dengan buah anggur, hasilnya menunjukkan pengenalan yang lebih baik karena citra uji paling banyak dikenali dengan benar. Hasil pengenalan menggunakan citra acuan dan citra uji buah apel, jeruk, dan pear juga menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan citra acuan dan citra uji buah apel, jeruk, pear, dan tomat. Jadi kemiripan ciri buah dari segi bentuk dan warna juga mempengaruhi pengenalan.

Pengenalan dengan ekstraksi fitur dengan metode 2D-DCT sangat sensitif terhadap citra yang dirotasi, hal ini terlihat pada pengenalan terhadap citra buah yang tidak dirotasi memiliki tingkat kesuksesan yang jauh lebih tinggi dibandingkan pengenalan terhadap citra buah yang dirotasi. Selain itu hasil pengenalan terhadap citra buah rotasi sebesar 90^0 , 180^0 , dan 270^0 menunjukkan

hanya citra buah jeruk dan citra buah anggur saja yang paling banyak dikenali dengan benar pada saat di rotasi. Citra acuan buah apel, pear dan tomat hampir semua menggunakan data uji yang buahnya dengan posisi tangkai di atas sehingga hasil pengenalan lebih banyak yang tidak dikenali dengan benar. Hasil pengenalan sangat ditentukan oleh citra yang dipakai sebagai citra acuan. Pada penelitian ini citra yang digunakan sebagai citra acuan kurang menggambarkan semua kemungkinan posisi buah.

Kemiripan citra yang diuji dengan citra acuan sangat bergantung dengan besarnya koefisien korelasi antara citra uji dengan citra acuan, semakin tinggi nilai koefisien korelasi antara citra uji dengan citra acuan maka semakin mirip.

5.2 Saran

Masih terdapat kekurangan pada sistem yang dibuat oleh penulis, oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan sistem agar tingkat pengenalan sistem terhadap citra buah semakin baik seperti dengan menyamakan kontras masing-masing buah, menghilangkan *noise* dan *background* yang mengganggu pengenalan, menambah data acuan yang menggambarkan berbagai kemungkinan pada buah, seperti buah yang dirotasi dengan berbagai sudut, dan sebagainya. Selain itu perlu dicoba metode lain untuk pengenalan buah seperti dengan metode jaringan syaraf tiruan atau dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, S. R., Ramadijanti, A., Pramadihanto, D. (2005). *Step by Step Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Bowo, S.A., Hidayatno, A., Isnanto, R.R. (2011). Analisis Deteksi Tepi untuk Mengidentifikasi Pola Daun. *Jurnal Universitas Diponegoro Semarang*.
- Kusuma, D.A., Ardilla, F., dan Dewantara, B.S. (2011). Verifikasi Wajah Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform Untuk Aplikasi Login. *Jurnal Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya*.
- Gonzales, R.C., Woods, R.E., & Eddins, S.L (2002). *Digital Image Processing Using Matlab*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Mabrur, A. (2011). *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab*. Diakses pada tanggal 6 September 2012 dari
<http://www.scribd.com/doc/59018692/Pengolahan-Citra-Digital-Menggunakan-Matlab>
- Prasetyo, E. (2011). *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Putra, D. (2009). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Selly, Hapsari, W. (2005). *Watermarking Pada Citra Bmp Menggunakan Discrete Cosine Transform*, (Skripsi S1, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta, 2005), dari SinTA (Teknik Informatika Tugas Akhir) UKDW: <http://sinta.ukdw.ac.id/sinta>
- Tulasi, J., Santosa R.G., Haryono, N.A. (2006). *Perbandingan Pencarian citra dengan metode DCT, Wavelet Haar, dan DFT*, (Skripsi S1, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta, 2007), dari SinTA (Teknik Informatika Tugas Akhir) UKDW: <http://sinta.ukdw.ac.id/sinta>
- Saleh, S. (1986). *Statistik Dekristip Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi Offset.