

**PENGENALAN UKIRAN PATRA BALI MENGGUNAKAN
METODE BACKPROPAGATION DENGAN EKSTRAKSI
FITUR PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS**

Skripsi



oleh
I Komang Tisna
22104953

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2015

**PENGENALAN UKIRAN PATRA BALI MENGGUNAKAN
METODE BACKPROPAGATION DENGAN EKSTRAKSI
FITUR PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS**

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

I Komang Tisna
22104953

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

Pengenalan Ukiran Patra Bali Menggunakan Metode Backpropagation dengan Ekstraksi Fitur Principal Component Analysis

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, 18 Desember 2014



I KOMANG TISNA

22104953

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGENALAN UKIRAN PATRA BALI
MENGUNAKAN METODE
BACKPROPAGATION DENGAN EKSTRAKSI
FITUR PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Nama Mahasiswa : I KOMANG TISNA

N I M : 22104953

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Gasal

Tahun Akademik : 2014/2015

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 18 Desember 2014

Dosen Pembimbing I



Widi Hapsari, Dra. M.T.

Dosen Pembimbing II



R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.

HALAMAN PENGESAHAN

PENGENALAN UKIRAN PATRA BALI MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION DENGAN EKSTRAKSI FITUR PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Oleh: I KOMANG TISNA / 22104953

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 14 Januari 2015

Yogyakarta, 16 Januari 2015

Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Widi Hapsari, Dra. M.T.
2. R. Gurawan Santosa, Drs. M.Si.
3. Sri Suwarno, Ir. M.Eng.
4. Nugroho Agus Haryono, M.Si

DUTA WACANA

 Dekan


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

Ketua Program Studi


(Gloria Virginia, Ph.D.)

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis Panjatkan ke Hadirat Sang Hyang Widhi Wasa karena atas Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Dengan selesainya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari bentuk penyusunan maupun materinya. Oleh karena itu segala kritikan dan saran yang membangun akan penulis terima dengan baik. Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada kita sekalian.

Yogyakarta, 18 Desember 2014

Penulis

INTISARI

PENGENALAN UKIRAN PATRA BALI MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION DENGAN EKSTRAKSI FITUR PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Di zaman modern sekarang pengetahuan tentang warisan budaya khususnya ukiran patra sudah mulai dilupakan terutama oleh kalangan muda, banyak kalangan muda yang tidak peduli ataupun tidak mengetahui setiap nama dari ukiran patra tersebut.

Seiring perkembangannya teknologi yang sedemikian pesat. Maka penulis memiliki inisiatif membangun sebuah perangkat lunak dan melakukan penelitian yang dapat mengenali pola ukiran patra secara otomatis. Perangkat lunak ini akan dibangun dengan beberapa metode. Proses ekstraksi fitur akan menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA). Dan kemudian proses pengenalan maupun pelatihannya menggunakan metode *Backpropagation*.

Penelitian dilakukan dengan jumlah patra sebanyak 5 pola yaitu patra cina, patra punggol, patra samblung, patra sari dan patra olanda. Menggunakan data sample sebanyak 75 dan data uji sebanyak 25 gambar. Dari penelitian tersebut mendapatkan hasil pengenalan ukiran patra Bali menggunakan *Backpropagation* diperoleh tingkat akurasi paling tinggi pada learning rate 0,1 dengan data uji pergeseran gambar sample 3 piksel ke atas dengan akurasi 52%. Dan pada data uji pergeseran gambar sample 2 piksel ke atas diperoleh tingkat akurasi paling tinggi pada learning rate 0,4 dengan tingkat akurasi 48%. Sedangkan pengujian paling buruk ketika menggunakan data uji gambar utuh dengan learning rate 0,8 yaitu tingkat akurasi 12%

Kata Kunci : Ukiran Patra, *Principal Component Analysis* (PCA), *Backpropagation*

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Sang Hyang Widhi Wasa Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyusun tugas akhir ini dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar sarjana (S1) pada Program studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya tugas akhir ini tak lepas dari campur tangan berbagai pihak. Untuk itulah penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada

1. Ibu Widi Hapsari, Dra., M.T. selaku dosen pembimbing I, yang telah banyak memberikan bimbingan selama penyusunan dan penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Drs. R Gunawan S., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang juga telah banyak memberikan masukan dan arahan selama pembuatan skripsi.
3. Kepada keluarga tercinta, Ibu bapak dan kedua kakak yang selalu memberikan dukungan, semangat, doa dan motivasi sampai akhirnya penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir.
4. Tak lupa penulis berterima kasih kepada Arhie Saraswati atas semua dukungannya dan tiada henti selalu memberi motivasi disaat penulis lelah mengerjakan tugas akhir.
5. Kepada teman – teman kos Bali Kukul terutama kepada Bli Leo dan Bli Liong atas sharingnya dan membantu penulis dikala sedang mengalami kesusahan mengerjakan tugas akhir.
6. Kepada teman – teman KMHD UKDW terutama mb Ari Pratiwi, Bayu, Bli Deni dan Bli Wisnu atas segala bantuan dan masukannya.

7. Kepada teman - teman kos Katrina Arena, Aga Malino, Billy, Ezra, Rizal, Andar, Randy dkk yang turut memberi semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kepada teman-teman jurusan Teknik Informatika 2010, Andre C, William A, Nico, Elis, Grisel dkk yang senantiasa ada untuk memberikan masukan dan motivasi.
9. Segenap staff dan pegawai Kampus.
10. Dan semuanya yang berperan penting dalam penyelesaian tugas akhir yang penulis tidak bisa sebutkan namanya satu persatu. Penulis mengucapkan banyak – banyak terima kasih atas semua dukungan dan doanya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tentunya penulis masih memiliki banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis akan sangat menghargai jika menerima berbagai masukan dari para pembaca baik berupa kritik maupun saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulisan-penulisan tugas akhir di masa yang akan datang. Jika terdapat kesalahan penulis minta maaf yang sebesar - besarnya. Terima Kasih

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Metode Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Ukiran Patra.....	8
2.2.2 Pengenalan Pola	10
2.2.3 Pengolahan Citra Digital	11
2.2.4 <i>Grayscale</i>	11
2.2.5 Pengambangan (<i>Thresholding</i>).....	12
2.2.6 Deteksi Tepi	14
2.2.7 Ekstraksi Fitur	19

2.2.8	<i>Backpropagation</i>	21
BAB 3	ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	25
3.1	Gambaran Umum Sistem.....	25
3.2	Analisis Kebutuhan	26
3.2.1	Analisis Data	26
3.2.2	Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak dan Perangkat Keras	26
3.3	Rancangan Sistem	27
3.3.1	Usecase.....	27
3.3.2	Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	28
3.4	Rancangan Antar Muka Sistem.....	37
a.	Rancangan Tampilan Utama	37
b.	Rancangan Antar Muka Menu Simpan Data	38
c.	Rancangan Antar Muka Menu Pelatihan	39
d.	Rancangan Antar Muka Menu Pengenalan.....	40
BAB 4	IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM	41
4.1	Implementasi Sistem	41
4.1.1	Antar Muka Tampilan Utama Program	41
4.1.2	Implementasi Algoritma Principal Component Analysis (PCA)	46
4.1.3	Implementasi Algoritma <i>Backpropagation</i>	49
4.2	Analisis Sistem	52
BAB 5	KESIMPULAN	72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Patra Punggel.....	8
Gambar 2.2 Patra Sari.....	9
Gambar 2.3 Patra Cina.....	9
Gambar 2.4 Patra Olanda.....	10
Gambar 2.5 Patra Samblung.....	10
Gambar 2.6 Representasi Ruang Vektor Objek.....	20
Gambar 2.7 Arsitektur Backpropagation.....	22
Gambar 3.1 Usecase Sistem.....	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Grayscale.....	29
Gambar 3.3 Diagram Alir Thresholding.....	30
Gambar 3.4 Diagram Alir Deteksi Tepi Canny.....	31
Gambar 3.5 Diagram Alir Ekstraksi Fitur PCA.....	32
Gambar 3.6 Diagram Alir Simpan Data.....	33
Gambar 3.7 Diagram Alir Pelatihan.....	35
Gambar 3.8 Bagian Pengenalan.....	36
Gambar 3.9 Tampilan Utama.....	37
Gambar 3.10 Rancangan Antar Muka Menu Simpan Data.....	38
Gambar 3.11 Antar Muka Pelatihan.....	39
Gambar 3.12 Antar Muka Menu Pengenalan.....	40
Gambar 4.1 Antar Muka Tampilan Utama.....	41
Gambar 4.2 Antar Muka Menu Simpan Data.....	42
Gambar 4.3 Antar Muka Menu Pelatihan.....	43
Gambar 4.4 Antar Muka Proses Pelatihan.....	44
Gambar 4.5 Antar Muka Menu Pengenalan.....	45
Gambar 4.6 Source Code Vektor.....	46

Gambar 4.7 Source Code Mencari Rata – Rata.....	47
Gambar 4.8 Source Code Pengurangan Vektor.....	48
Gambar 4.9 Source Code Menghitung Matrik Kovarian.....	49
Gambar 4.10 Source Code Menghitung Eigen.....	48
Gambar 4.11 Source Code Hasil Akhir PCA.....	49
Gambar 4.12 Source Code Random Bobot.....	50
Gambar 4.13 Source Code Pengecekan Berhenti Melakukan Pelatihan.....	51
Gambar 4.14 Grafik Hasil Perbandingan Seluruh Pengujian Data Uji	71

©UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengenalan 1.....	52
Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengenalan 2.....	53
Tabel 4.3 Tabel Hasil Pengenalan 3.....	53
Tabel 4.4 Tabel Hasil Pengenalan 4.....	54
Tabel 4.5 Tabel Hasil Pengenalan 5.....	55
Tabel 4.6 Tabel Hasil Pengenalan 6.....	55
Tabel 4.7 Tabel Hasil Pengenalan 7.....	56
Tabel 4.8 Tabel Hasil Pengenalan 8.....	57
Tabel 4.9 Tabel Hasil Pengenalan 9.....	57
Tabel 4.10 Tabel Hasil Pengenalan 10.....	58
Tabel 4.11 Tabel Hasil Pengenalan 11.....	59
Tabel 4.12 Tabel Hasil Pengenalan 12.....	59
Tabel 4.13 Tabel Hasil Pengenalan 13.....	60
Tabel 4.14 Tabel Hasil Pengenalan 14.....	61
Tabel 4.15 Tabel Hasil Pengenalan 15.....	61
Tabel 4.16 Tabel Hasil Pengenalan 16.....	62
Tabel 4.17 Tabel Hasil Pengenalan 17.....	63
Tabel 4.18 Tabel Hasil Pengenalan 18.....	63
Tabel 4.19 Tabel Hasil Pengenalan 19.....	64
Tabel 4.20 Tabel Hasil Pengenalan 20.....	65
Tabel 4.21 Tabel Hasil Pengenalan 21.....	65
Tabel 4.22 Tabel Hasil Pengenalan 22.....	66
Tabel 4.23 Tabel Hasil Pengenalan 23.....	67
Tabel 4.24 Tabel Hasil Pengenalan 24.....	67
Tabel 4.25 Tabel Hasil Pengenalan 25.....	68

Tabel 4.26 Tabel Hasil Pengenalan 26.....	69
Tabel 4.27 Tabel Hasil Pengenalan 27.....	69
Tabel 4.28 Tabel Hasil Perbandingan Seluruh Pengujian Data Uji.....	70

©UKDWN

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bali merupakan salah satu pulau di Indonesia yang kaya akan warisan budaya. Bali menjadi salah satu destinasi wisata penting yang dimiliki Indonesia. Selain dapat menjadi tempat untuk wisata karena pemandangan alam serta lautnya, Bali pun menyuguhkan wisata budaya yang kental dan tidak ada habisnya. Salah satu warisan budaya yang dimiliki oleh pulau Bali adalah seni ukiran, baik itu ukiran kayu, ukiran patung bahkan ukiran ornamen-ornamen pada bangunan khas Bali.

Disini penulis akan membahas mengenai ukiran ornamen-ornamen pada bangunan khas Bali, karena ukiran ornamen tersebut merupakan hal yang wajib ketika masyarakat Bali hendak membangun sebuah rumah dan tempat suci baik itu pura ataupun merajan (tempat suci di area rumah). Ukiran ornamen ini pun memiliki jenis yang beragam seperti patra, karang, keketusandll. Namun setiap ukiran ornamen tersebut memiliki pola yang tetap dibuat berdasarkan aturan terdahulu. Di zaman *modern* sekarang pengetahuan tentang ukiran ornamen ini pun sudah mulai dilupakan terutama oleh kalangan muda, banyak kalangan muda yang tidak peduli ataupun tidak mengetahui setiap nama dari ukiran ornamen tersebut. Tentu hal ini akan berdampak buruk untuk kedepannya mengingat ukiran ornamen tersebut wajib ada jika ingin membangun sebuah bangunan khas Bali.

Seiring perkembangannya teknologi yang sedemikian pesat untuk memenuhi kebutuhan manusia yang serba praktis dan instan. Maka penulis memiliki inisiatif membangun sebuah perangkat lunak dan melakukan penelitian mengenai pengenalan pola ukiran ornamen pada bangunan khas Bali khususnya dalam pengenalan pola ukiran ornamen jenis patra. Pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah perangkat

lunak yang dapat mengenali pola ukiran patra secara otomatis. Perangkat lunak ini diharapkan dapat memudahkan dalam pengelompokan pola ukiran patra dengan memasukkan citra dari ukiran patra untuk proses pengenalan jenis ukiran patra. Perangkat lunak ini akan dibangun dengan beberapa metode yang dikembangkan dari pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan. Proses ekstraksi fitur akan menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA). Dan kemudian proses pengenalan maupun pelatihannya menggunakan metode *Backpropagation*. *Backpropagation* dipilih karena menyediakan *training* yang meningkatkan kemampuan terhadap pengenalan pola. Metode-metode ini akan menjadi metode utama dari perangkat lunak yang dibangun.

Pengimplementasian metode *Backpropagation* dan *Principal Component Analysis* (PCA) akan dianalisis lebih jauh seberapa besar presentase keberhasilan dan kegagalannya dalam pengenalan pola ukiran patra. Dan diharapkan akan dapat menghasilkan perangkat lunak yang tepat dan akurat dalam pengenalan pola ukiran patra.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Bagaimana membangun sebuah perangkat lunak untuk pengenalan pola ukiran patra dengan menggunakan metode *Backpropagation* dengan ekstraksi fitur *Principal Component Analysis* (PCA)?
- Apakah metode *Backpropagation* dengan ekstraksi fitur *Principal Component Analysis* (PCA) akurat dalam pengenalan pola ukiran patra Bali?

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan dalam penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah seperti :

- Jumlah terdiri dari 5 pola ukiran patrayaitu patra punggel, patra samblung, patra sari, patra cina, dan patra olanda.
- Deteksi tepi menggunakan operator *Canny*.
- Ekstraksi fitur menggunakan *Principal Component Analysis (PCA)*.
- Untuk mengklasifikasikan citra ukiran *patra* menggunakan metode *Backpropagation*.
- Citra yang diinputkan berukuran 90 x 90 piksel.
- Data output berupa keterangan nama ukiran *patra* dan penjelasan mengenai ciri-ciri khusus yang dimiliki oleh ukiran *patra* tersebut.
- Bahasa pemrograman yang akan digunakan adalah *Visual Basic*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pengembangan perangkat lunak pengenalan pola ukiran patra yang akan dibangun adalah sebagai berikut.

1. Membuat perangkat lunak pengenalan pola ukiran patra yang diharapkan dapat mempermudah masyarakat terutama kalangan muda dalam mempelajari jenis ukiran ornamen khususnya patra pada bangunan khas Bali.
2. Mengetahui keakuratan metode *Backpropagation* dengan ekstraksi fitur *Principal Component Analysis (PCA)* dalam pengenalan pola ukiran patra.

1.5 Metode Penelitian

Tahapan – tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Melakukan studi kepustakaan melalui membaca buku, jurnal, *e-book* dan informasi – informasi di internet yang berkaitan dengan pengenalan pola yang mendukung penulisan tugas akhir

2. Observasi

Melakukan bimbingan rutin dengan dosen pembimbing dan mencari informasi kepada sumber yang menguasai metode – metode dalam tugas akhir ini.

3. Perancangan dan Pembuatan Program

Perancangan dan pembuatan program dengan terlebih dahulu melakukan *pre-processing* terhadap citra inputan, ekstraksi fitur menggunakan PCA dan bagian pengenalan ataupun pelatihan menggunakan *Backpropagation*

4. Pengujian dan Analisis

Pengujian dilakukan dengan melakukan eksperimen – eksperimen pada program dan kemudian menganalisa hasil dari eksperimen yang sudah dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini akan terbagi dalam lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

Bab 1 Pendahuluan, berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka, bab ini terdiri dari dua sub bab, yaitu tinjauan pustaka dan landasan teori. Bab ini menjelaskan tentang teori dasar yang berkaitan dengan topik penelitian yang diambil oleh penulis.

Bab 3 Analisis dan Perancangan Sistem, bab ini terdiri dari beberapa sub bab yang menjelaskan tentang alur kerja sistem dan perancangan antar muka sistem.

Bab 4 Implementasi dan Analisis Sistem, berisi implementasi program yaitu meliputi tampilan antar muka program, input dan output, pengujian dan analisis dari hasil kerja program.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran, berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan serta saran – saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

©UKDW

BAB 5 KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari analisa yang telah dilakukan terhadap sistem mengacu pada hasil pengamatan yang telah dilakukan pada proses uji coba yaitu :

1. Pengenalan ukiran patra Bali menggunakan *Backpropagation* diperoleh tingkat akurasi paling tinggi pada *learning rate* 0,1 dengan data uji pergeseran gambar *sample* 3 piksel ke atas dengan akurasi 52%. Dan pada data uji pergeseran gambar *sample* 2 piksel ke atas diperoleh tingkat akurasi paling tinggi pada *learning rate* 0,4 dengan tingkat akurasi 48%. Sedangkan pengujian paling buruk ketika menggunakan data uji citra inputan dengan *learning rate* 0,8 yaitu tingkat akurasi 12%
2. *Learning rate* tidak terlalu besar memberikan pengaruh terhadap hasil pengenalan data uji.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat disarankan beberapa hal yaitu :

1. Perlu dicoba dalam proses pengenalan maupun pelatihan mengganti jumlah *hidden layer* dan batas *error*.
2. Melakukan proses pengenalan dengan membuat data uji yang lebih bervariasi seperti merubah kontras atau merotasi data *sample*.

DAFTAR PUSTAKA

- Antonacopoulos, Karatzas D., Krawczyk H. and Wiszniewski B. 1995. *The Lifecycle of a Digital Historical Document: Structure and Content*. ACM Symposium on Document Engineering.
- Danil, C. 2009. *Edge Detection dengan Algoritma Canny*. Medan.
- Febriani, Lussiana. 2008. *Analisis Penelusuran Tepi Citra Menggunakan Detektor tepi Sobel dan Canny*. Proceeding Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen.
- Fisher, Robert, Simon Perkins, Ashley Walker, and Erik Wolfart. 2000. *Canny Edge Detection*. http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/hipr_top.htm. Diakses pada 21 September 2014.
- Hambali, Y.A. 2011. *Aplikasi Area Process Berbasis C# menggunakan Visual Studio*. http://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2011/03/AreaProcess_YudiAhmadH.pdf Diakses pada 20 September 2014.
- Hermawan, Arief. 2006. *Jaringan Saraf Tiruan (Teori dan Aplikasi)*. C.V Andi Offset. Yogyakarta.
- Kaiser, H.F. 1971. *The JK method: a procedure for finding the eigenvectors and eigenvalues of a real symmetric matrix*. Department of Education, University of California, Berkeley, California 94720, USA.

- Kumar, Y Senthil. 2009. *Canny Edge Detection Implementation on TMS320C64x/64x+ Using VLIB*. USA: Texas.
- Kusumanto & Tompunu, 2011. *Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi Rgb*. Jakarta.
- Lim, Vendy, & Gunadi, 2003. *Sistem Pengenalan Plat Nomor Mobil Dengan Metode Principal Components Analysis*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Moeslund, Thomas B. 2009. *CSL783: Digital Image Processing*.
www.cse.iitd.ernet.in/~pkalra/csl783/canny.pdf. Diakses pada 21 September 2014.
- Munir, R, 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, Informatika*. Bandung.
- Ngoerah, 1981. *Arsitektur Bangunan Khas Bali*. Denpasar.
- Noviyanti, Novianty, & Azmi, 2009. *Sistem klasifikasi dan identifikasi motif batik. Dengan jaringan syaraf tiruan (JST) Backpropagation dan metode ekstraksi fitur Principal Component Analysis (PCA)*. Medan.
- Purba, 2013. *Implementasi Algoritma Principal Components Analysis (PCA) Dalam Sistem Pengenalan Citra Wajah*. Surabaya.

- Puspitaningrum. 2006. *Pengantar Jaringan Saraf Tiruan*. C.V Andi Offset. Yogyakarta.
- Putra, D. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Siang, J.S. 2005. *Jaringan Saraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. C.V Andi Offset. Yogyakarta.
- Sigit, Riyanto dkk. 2005. *Step By Step Pengolahan Citra Digital*. Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Widiarti, A.R. 2006. *Pengenalan Citra Dokumen Sastra Jawa Konsep dan Implementasi* (Tesis S2 Ilmu Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2012).
- Wulanningrum & Rachmad, 2012. *Pengenalan Rumput Laut Menggunakan Metode Euclidean Distance Dan Ekstraksi Fitur Menggunakan PCA*. Jakarta.