

IMPLEMENTASI ROI DAN RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK UNTUK PENGENALAN WAJAH

Skripsi



oleh
MICHAEL LORENZO HARTONO

71110006

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2015

IMPLEMENTASI ROI DAN RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK UNTUK PENGENALAN WAJAH

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

MICHAEL LORENZO HARTONO

71110006

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

IMPLEMENTASI ROI DAN RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK UNTUK PENGENALAN WAJAH

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, 18 Juni 2015



MICHAEL LORENZO HARTONO

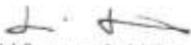
71110006

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI ROI DAN RADIAL BASIS
FUNCTION NEURAL NETWORK UNTUK
PENGENALAN WAJAH
Nama Mahasiswa : MICHAEL LORENZO HARTONO
NIM : 71110006
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Genap
Tahun Akademik : 2014/2015

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 18 Juni 2015

Dosen Pembimbing I


Sri Suwarno, Ir. M.Eng.

Dosen Pembimbing II


Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI ROI DAN RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK UNTUK PENGENALAN WAJAH

Oleh: MICHAEL LORENZO HARTONO / 71110006

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 8 Juni 2015

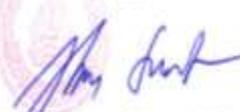
Yogyakarta, 18 Juni 2015

Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Sri Suwarno, Ir. M.Eng
2. Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.
3. Aditya Wikan Mahastama, S.Kom
4. Prihadi Beny Wahyu, SSi., MT.




Dekan

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

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMAKASIH

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Implementasi ROI dan Radial Basis Function Neura Network untuk Pengenalan Wajah* ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini, diantaranya :

1. Bapak **Sri Suwarno, Ir. M.Eng.**, selaku dosen pembimbing 1, yang telah memberikan ide, masukan, kritik dan saran dalam penulisan laporan dan pembuatan program Tugas Akhir ini.
2. Bapak **Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.**, selaku dosen pembimbing 2, yang telah memberikan ide, masukan, kritik dan saran selama penulisan laporan dan pembuatan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dewi Agusni Ekowati serta Michelle Angelia Hartono selaku Ibu dan kakak penulis yang telah mendukung dan memberikan semangat motivasi kepada penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini. Terimakasih untuk selalu berada disisi penulis dalam kondisi apapun.
4. Crescentia Claresta yang selalu memberikan dukungan dan memberikan semangat motivasi ketika penulis merasa jenuh, dan lelah selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman Dangerous : Andre, Ciko, Danny, Kevin, dan Rudy yang selalu membantu dan memberikan solusi ketika *progress* terhenti. Dan selalu menemani ketika mengerjakan maupun menghilangkan kepenatan.
6. Rekan-rekan angkatan 2011 yang berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus atas berkat rahmat serta kasih-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “**Implementasi ROI dan Radial Basis Function Neura Network untuk Pengenalan Wajah**”.

Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana komputer bagi mahasiswa program S1 pada program studi Teknologi Informasi jurusan Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis berharap masukan dan kritik yang membangun dari pembaca.

INTISARI

IMPLEMENTASI ROI DAN RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK UNTUK PENGENALAN WAJAH

Pengenalan wajah adalah teknologi komputer yang digunakan untuk mengidentifikasi seseorang melalui gambar citra digital. Pada kehidupan sehari-hari pengenalan wajah dapat digunakan untuk identifikasi diri maupun keamanan. Oleh karena itu dalam penelitian ini diterapkan sistem identifikasi menggunakan pengenalan wajah dengan akurat dan cepat. Proses pengolahan citra wajah akan menggunakan *Region of Interest* sebagai metode deteksi. Setelah dilakukan deteksi, maka akan dilakukan tahapan *preprocessing* seperti *grayscale* dan *threshold*. Pada penelitian ini ciri dari wajah akan didapatkan dengan menggunakan ekstraksi ciri *Direction Feature*. Sedangkan untuk metode pengenalan akan dilakukan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan Fungsi Basis Radial. Hasil dari ekstraksi ciri akan menjadi *input* dalam jaringan Fungsi Basis Radial.

Pada penelitian ini data yang diambil sebanyak 10 citra wajah orang dengan masing-masing menggunakan 15 posisi. Citra yang dilatih sebanyak 10 posisi dan citra tanpa dilatih sebanyak 5 posisi. Fokus dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat keakuratan pengenalan wajah menggunakan Fungsi basis Radial.

Kata Kunci : *Region of Interest*, Fungsi Basis Radial, Pengenalan Wajah.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Metode Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Citra Digital	6
2.2.2 Pengenalan Wajah	6
2.2.3 Region of Interest	7
2.2.4 Grayscale	8
2.2.5 Threshold	9
2.2.6 Ekstraksi Ciri	9
2.2.7 Fungsi Basis Radial	10
2.2.8 Pelatihan Fungsi Basis Radial.....	12

2.2.9 Penyesuaian Bobot	13
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	14
3.1 Spesifikasi Sistem	14
3.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras	14
3.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak	14
3.2 Rancangan Program	15
3.2.1 Mencari Nilai Region Wajah dengan ROI	15
3.2.2 Melakukan Crop dan Resize	15
3.2.3 Mengubah Citra menjadi Grayscale	16
3.2.4 Threshold	16
3.2.5 Ekstraksi Ciri Direction Feature	16
3.2.6 Pelatihan Fungsi Basis Radial	17
3.2.7 Pengujian Fungsi Basis Radial	17
3.3 Flowchart	17
3.3.1 Flowchart Program Secara Umum	17
3.3.2 Flowchart Normalisasi Citra	18
3.3.3 Flowchart Pelatihan Citra	18
3.3.4 Flowchart Pengujian Citra	18
3.3.5 Gambar Flowchart	19
3.4 Perancangan Antarmuka	20
3.4.1 Tampilan Form	20
3.4.2 Tampilan Proses Pengolahan	21
3.4.3 Tampilan Pelatihan & Pengujian	22
BAB IV IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM	24
4.1 Implementasi Sistem	24
4.1.1.1 Implementasi Proses Memasukkan Gambar	25
4.1.1.2 Implementasi Proses ROI	26
4.1.1.3 Implementasi Proses Crop	27
4.1.1.4 Implementasi Proses Grayscale	28
4.1.1.5 Implementasi Proses Threshold	29
4.1.1.6 Implementasi Proses Save	29

4.1.2.1 Tampilan Proses Pelatihan dan Pengujian	30
4.1.2.2 Implementasi Proses Pelatihan.....	31
4.1.2.3 Implementasi Proses Pengujian.....	32
4.2 Analisis Sistem.....	34
4.2.2 Pengujian Fungsi Radial Basis.....	35
4.2.3 Kegagalan dalam Pengenalan	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN A	A-1
LAMPIRAN B	B-1

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	KETERANGAN	HALAMAN
Gambar 2.1	Contoh Jenis Wajah	6
Gambar 2.2	Region of Interest	7
Gambar2.3	Hasil dari skin color detection	8
Gambar 2.4	Matriks Ketetangaan Dalam Penentuan Nilai Label	10
Gambar 2.5	Arsitektur RBF neural network model	11
Gambar 3.1	Flowchart Secara Umum	19
Gambar 3.2	Flowchart Proses Normalisasi	19
Gambar 3.3	Flowchart Proses Pelatihan	20
Gambar 3.4	Flowchart Proses Pengujian	20
Gambar 3.5	Tampilan Form	21
Gambar 3.6	Tampilan Proses Pengolahan	22
Gambar 3.7	Tampilan Pelatihan dan pengujian	23
Gambar 4.1	Implementasi Tampilan Awal Proses Pengolahan	24
Gambar 4.2	Implementasi Tampilan Menu	25
Gambar 4.3	Tampilan Browse File	25
Gambar 4.4	Hasil Browse File	26
Gambar 4.5	Hasil Implementasi ROI	27
Gambar 4.6	Hasil Implementasi Crop	28
Gambar 4.7	Hasil Implementasi Grayscale	28
Gambar 4.8	Hasil Implementasi Threshold	29
Gambar 4.9	Implementasi Tampilan Save	30

Gambar 4.10	Implementasi Tampilan Proses Pelatihan dan Pengujian	31
Gambar 4.11	Hasil Proses Pelatihan	31
Gambar 4.11a	Tampilan Melatih citra	31
Gambar4.11b	Simpan data bobot dan data centroid	31
Gambar 4.11c	Hasil dari bobot	32
Gambar 4.11d	Hasil dari centroid	32
Gambar 4.12	Tampilan Load Data	33
Gambar 4.13	Hasil dari proses pengujian	33
Gambar 4.14	Sample Foto wajah yang digunakan	34
Gambar 4.15	Grafik Hasil Pengujian	43
Gambar 4.16	Citra latih dan uji yang berbeda posisi	43
Gambar 4.17	Citra latih dengan hasil pemotongan foto tidak sempurna	44
Gambar 4.18	Citra latih dengan hasil rambut yang berbeda	44

DAFTAR TABEL

TABEL	KETERANGAN	HALAMAN
Tabel 2.1	Orientasi Arah Garis Dalam DFE	10
Tabel 4.1	Tabel Pengujian Citra latih	35
Tabel 4.2	Tabel Hasil Pengujian Citra Latih	38
Tabel 4.3	Tabel Pengujian Citra Uji Tanpa dilatih	38
Tabel 4.4	Tabel Hasil Pengujian Citra Uji Tanpa dilatih	40
Tabel 4.5	Tabel Hasil Pengujian Semua Citra	41

©UKDW

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	KETERANGAN	HALAMAN
Lampiran A	Lampiran Hasil Pengujian	A-1
Lampiran B	Lampiran Source Code	B-1

©UKDW

INTISARI

IMPLEMENTASI ROI DAN RADIAL BASIS FUNCTION NEURAL NETWORK UNTUK PENGENALAN WAJAH

Pengenalan wajah adalah teknologi komputer yang digunakan untuk mengidentifikasi seseorang melalui gambar citra digital. Pada kehidupan sehari-hari pengenalan wajah dapat digunakan untuk identifikasi diri maupun keamanan. Oleh karena itu dalam penelitian ini diterapkan sistem identifikasi menggunakan pengenalan wajah dengan akurat dan cepat. Proses pengolahan citra wajah akan menggunakan *Region of Interest* sebagai metode deteksi. Setelah dilakukan deteksi, maka akan dilakukan tahapan *preprocessing* seperti *grayscale* dan *threshold*. Pada penelitian ini ciri dari wajah akan didapatkan dengan menggunakan ekstraksi ciri *Direction Feature*. Sedangkan untuk metode pengenalan akan dilakukan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan Fungsi Basis Radial. Hasil dari ekstraksi ciri akan menjadi *input* dalam jaringan Fungsi Basis Radial.

Pada penelitian ini data yang diambil sebanyak 10 citra wajah orang dengan masing-masing menggunakan 15 posisi. Citra yang dilatih sebanyak 10 posisi dan citra tanpa dilatih sebanyak 5 posisi. Fokus dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat keakuratan pengenalan wajah menggunakan Fungsi basis Radial.

Kata Kunci : *Region of Interest*, Fungsi Basis Radial, Pengenalan Wajah.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengenalan wajah merupakan salah satu hal yang cukup menarik untuk diamati. Pada kehidupan sehari-hari, pengenalan wajah ini dapat digunakan pada sistem KTP. Penggunaan foto KTP sebagai alat identifikasi diri dapat memudahkan seseorang untuk dikenali. Hal ini dapat dilakukan dengan menunjukkan KTP ke aplikasi pengenalan wajah, maka sistem akan mengenali anda dengan foto yang ada. Pengenalan wajah dapat juga digunakan di beberapa tempat yang membutuhkan identifikasi wajah secara cepat.

Proses pengenalan wajah tidak mudah dilakukan oleh komputer. Hal ini dikarenakan berbagai banyak faktor, yaitu pencahayaan, posisi wajah ataupun aksesoris yang dipakai. Untuk mengatasi berbagai masalah yang ada digunakan berbagai algoritma, seperti *backpropagation* (Anam, 2009), *Learning Vector Quantization (LVQ)* (Kertiyasa, 2013), *Discrete Hopfield Net* (Horastu, 2013), *Eigenface* (Fitriasari, 2012), dan *Radial Basis Function Neural Network (RBFN)* (Prakasa, Iwut, & Rizal, 2009). Setiap algoritma memiliki teknik metode pembelajaran yang berbeda, yaitu metode pembelajaran *supervised learning* dan *unsupervised learning*. Dalam Tugas Akhir ini, algoritma *Radial Basis Function Neural Network (RBFN)* akan digunakan untuk pelatihan dan pengenalan citra wajah. Untuk mendeteksi wajah akan digunakan metode *Region of Interest (ROI)*.

Dengan penerapan algoritma RBF ini diharapkan tingkat klasifikasi wajah lebih akurat dibandingkan dengan algoritma jaringan syaraf tiruan lainnya. Selain itu kecepatan dalam pelatihan data bisa lebih cepat dibanding dengan algoritma yang lain. Harapan penulis agar sistem pengenalan wajah dapat diimplementasikan di dalam kehidupan sehari-hari.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada maka didapat rumusan masalah yang akan diteliti oleh penulis, antara lain :

1. Mengimplementasikan algoritma *Radial Basis Function Neural Network* dalam pengenalan wajah!
2. Seberapa akurat hasil dari algoritma *Radial Basis Function Neural Network* dalam mengenali wajah?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan mengenai penelitian ini tidak meluas maka diperlukan batasan yang ada, untuk itu penulis memberikan beberapa batasan :

1. Data yang diamati berupa foto wajah dengan format .bmp.
2. Citra yang digunakan dalam sistem memiliki ukuran tetap 100x120 piksel.
3. Citra yang diambil adalah citra tampak depan dengan berbagai ekspresi maupun pose.
4. Background tidak boleh sama dengan warna kulit.
5. Pengenalan menggunakan metode *Radial Basis Function Neural Network*.
6. Citra yang akan dikenali sebanyak 10 orang, dengan 1 orang memiliki 15 citra wajah dengan pose yang berbeda.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka tujuan penulis yang ingin dicapai dalam mengadakan penelitian ini antara lain adalah mengetahui seberapa akurat hasil yang didapatkan dari penggunaan algoritma *Radial Basis Function Neural Network* dalam mengenali wajah seseorang.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode disini merujuk pada suatu kumpulan prinsip atau teknik yang digunakan untuk memecahkan suatu masalah secara ilmiah. Dalam bagian ini bisa juga diuraikan pendekatan-pendekatan serta algoritma yang digunakan.

Agar penelitian yang diajukan berjalan maka diperlukan sebuah langkah-langkah metode pendekatan sehingga hasil diharapkan dapat dicapai sesuai dengan harapan penulis. Langkah-langkah tersebut dapat dipaparkan sebagai berikut :

1. Melakukan pengumpulan informasi dari berbagai media (eBook, Tutorial, buku cetak, website, jurnal) mengenai : algoritma *Radial Basis Function Neural Network*, *Region of Interest*, dan teori mengenai pengolahan citra digital serta teori jaringan syaraf tiruan yang menyangkut topik sesuai judul usulan penulis.
2. Mengimplementasikan hasil dari algoritma yang dipelajari kedalam bentuk program.
3. Melakukan bimbingan kepada dosen pembimbing dalam mempelajari kasus yang dihadapi.
4. Melakukan evaluasi mengenai apa yang sudah diimplementasikan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan penulis untuk mengejarkan laporan tugas akhir ini sesuai dengan ketentuan dari buku panduan. Penulisan akan dibagi menjadi 5 bab, yaitu : Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Analisis dan Perancangan Sistem, Implementasi dan Analisis Sistem, Kesimpulan.

Pada bab pertama akan dibahas mengenai topik pengenalan wajah dan pengaruhnya pada kehidupan sehari-hari, serta masalah dan solusi yang diberikan oleh penulis dalam mengatasi masalah tersebut. Selain itu, juga akan dijelaskan batasan dari masalah topik pengenalan wajah dan tujuan yang ingin dicapai penulis. Sedangkan pada bab kedua akan menjelaskan mengenai tinjauan pustaka dan dasar teori yang akan digunakan pada penelitian ini.

Pada bab ketiga penulis membahas mengenai analisis dan perancangan sistem yang akan di teliti dan dibuat. Bab ini menjelaskan bagaimana teori-teori yang telah dijelaskan pada bab kedua digunakan dan diimplementasikan pada sistem. Sedangkan pada bab keempat penulis akan membahas mengenai hasil dari implementasi yang telah dilakukan, seperti hasil riset atau penelitian yang telah dilakukan.

Pada bab kelima penulis akan membahas mengenai kesimpulan dari hasil penelitian. Bagaimana saja hasil yang telah didapatkan selama penelitian berlangsung dan saran dalam mengembangkan topik serta metode yang digunakan.

©UKDWN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil kesimpulan yang didapat dari penelitian mengenai pengenalan wajah dengan algoritma jaringan syaraf tiruan Fungsi Basis Radial adalah :

1. Dalam penelitian ini *centroid* yang menghasilkan pengenalan secara optimal berada pada jumlah 90 unit. Dapat dilihat pada grafik gambar 4.15 dapat disimpulkan bahwa *centroid* dengan hasil optimal berada pada 90 unit. Semakin banyak data yang dijadikan *centroid* akan memberikan keakuratan pengenalan dalam sistem, tetapi jika jumlah data *centroid* yang digunakan sama dengan jumlah data *input* maka akan terjadi salah pengenalan
2. Metode Jaringan Fungsi Basis Radial memiliki tingkat akurasi rata-rata 86% untuk seluruh data yang diuji pada jumlah *centroid* 90 unit. Hasil dari pengujian citra latih memiliki akurasi rata-rata sebesar 94% pada jumlah *centroid* 90 unit, sedangkan pengujian citra tanpa dilatih memiliki akurasi rata-rata sebesar 70%.
3. Pada penelitian ini, hasil citra uji banyak yang tidak dapat mengenali citra wajah sesuai dengan target. Hal ini disebabkan karena tidak ada kemiripan dengan citra yang dilatihkan. Sehingga banyak terjadi kesalahan pengenalan, tetapi untuk beberapa sample foto yang diuji tanpa dilatih ada yang mendapat pengenalan sebesar 100%.
4. Pada penelitian ini luas ukuran wajah berpengaruh dalam proses pengujian. Pada hasil penelitian posisi rambut menyamping mempengaruhi hasil dari citra uji tanpa rambut.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis adalah program ini dapat dikembangkan lagi dalam mengenali banyak posisi wajah yang berbeda serta dapat juga dikembangkan untuk mengenali ekspresi wajah. Sistem ini juga perlu ditambahkan ekstraksi fitur seperti PCA untuk menambah keakuratan sistem.

©UKDWN

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, S. (2009). Face Recognition Using Genetic Algorithm and Back Propagation Neural Network. Retrieved November 12, 2014, from http://www.iaeng.org/publication/IMECS2009/IMECS2009_pp811-814.pdf
- Er, M. J., Wu, S., & Toh, H. L. (2002). *Face Recognition With Radial Basis Function (RBF)* , 697-710. Retrieved September 25, 2014, http://www.researchgate.net/profile/Juwei_Lu/publication/3842336_Face_recognition_using_radial_basis_function_%28RBF%29_neural_networks/links/0912f50ca0ccd8089e000000
- Fitriasari, D. (2012). Implementasi Algoritma Eigenface untuk Pengenalan Wajah. *Undergraduate thesis, Duta Wacana Christian University, 2012.*
- Gao, Y. (2008). *Face Recognition based on Radial Basis Function and Clustering Algorithm* . Retrieved September 25, 2014, from http://homepages.cae.wisc.edu/~ece539/fall08/project/Gao_rpt.pdf
- Heru, Y. (2009). IMPLEMENTASI METODE JARINGAN FUNGSI BASIS RADIAL (JFBR). F-169 - F-174. Retrieved November 11, 2014 from <http://sentia.polinema.ac.id/wp-content/uploads/makalah/2009/informatika/f30.pdf>
- Horastu. (2013). Pengenalan Wajah dengan Metode Discrete Hopfield Net. *Undergraduate thesis, Duta Wacana Christian University, 2013 .*
- Kertiyasa, A. S. (2013). Pengenalan Wajah Dengan Metode Learning Vektor Quantization. *Undergraduate thesis, Duta Wacana Christian University, 2013.*
- Mustafah, Shan, Azman, Bigdeli, & Lovell. (2007). Real-Time Face Detection and Tracking for High Resolution. *Digital Image Computing Techniques and Applications* , 387-393. Retrieved September 25, 2014 from http://nicta.com.au/__data/assets/pdf_file/0007/14947/Real-

Time_Face_Detection_and_Tracking_for_High_Resolution_Smart_Camera_System.pdf

- Prakasa, T., Iwut, I., & Rizal, A. (n.d.). PENGENALAN WAJAH MANUSIA MENGGUNAKAN METODE PCA (PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS) DAN JARINGAN FUNGSI BASIS RADIAL. 1-5. Retrieved November 12, 2014 from http://cdndata.telkomuniversity.ac.id/theta/jurnal/THETA_JURNAL_111020155_4c9350e65dceb053833736521aed0a02.pdf
- Prasetyo, R., Senjaya, B., & Gunawan, A. (2012.). PEMECAHAN MASALAH PENGENALAN CITRA WAJAH SECARA REALTIME DENGAN VARIASI POSE MENGGUNAKAN METODE EIGENFACES. Retrieved November 11, 2014 from <http://thesis.binus.ac.id/ecolls/Doc/Lain-lain/2012-1-00522-mtif%20rngksn.pdf>
- Pratiwi, N. M. (2013). Pengenalan Aksara Bali dengan Pendekatan Metode Direction Feature dan Area Binary Feature. *Undergraduate thesis, Duta Wacana Christian University, 2013*.
- Soelaiman, R., Purwitasari, D., & Hayati, A. R. (2005). PENGEMBANGAN SISTEM PENGENALAN WAJAH DENGAN METODE PENGKLASIFIKASIAN HIBRID BERBASIS JARINGAN FUNGSI BASIS RADIAL DAN POHON KEPUTUSAN INDUKTIF. *JURNAL INFORMATIKA VOL. 6*, 115-124. Retrieved March 21 from <http://jurnalinformatika.petra.ac.id/index.php/inf/article/viewFile/16372/16364>
- Thakur, S., Kundu, M., Sing, J. K., & Basu, D. K. (2008). *Face Recognition using Principal Component Analysis and RBF Neural Networks*. Retrieved September 25, 2014, <http://ijssst.info/Vol-10/No-5/paper2.pdf>
- Winarno, E. (2011). Aplikasi Deteksi Tepi pada Realtime Video. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume 16*, 44-49. Retrived November 28 from <http://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/fti1/article/download/349/226>