



**EKSTRAKSI KOMPONEN WAJAH MENGGUNAKAN  
METODE SEGMENTASI PADA SISTEM  
PENGENALAN WAJAH**

**DISERTASI**

**DEWI AGUSHINTA R.**

**PROGRAM DOKTOR TEKNOLOGI INFORMASI  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS GUNADARMA  
2007**



**EKSTRAKSI KOMPONEN WAJAH MENGGUNAKAN  
METODE SEGMENTASI PADA SISTEM  
PENGENALAN WAJAH**

**DISERTASI**

**DEWI AGUSHINTA R.**

**PROGRAM DOKTOR TEKNOLOGI INFORMASI  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS GUNADARMA  
2007**



**EKSTRAKSI KOMPONEN WAJAH MENGGUNAKAN  
METODE SEGMENTASI PADA SISTEM  
PENGENALAN WAJAH**

**DISERTASI**

**DEWI AGUSHINTA R.**

**PROGRAM DOKTOR TEKNOLOGI INFORMASI  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS GUNADARMA  
2007**



**EKSTRAKSI KOMPONEN WAJAH MENGGUNAKAN  
METODE SEGMENTASI PADA SISTEM  
PENGENALAN WAJAH**

**DISERTASI**

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Doktor Teknologi Informasi  
di bawah Pimpinan Rektor Universitas Gunadarma  
Professor Doktor E.S. Margianti, SE., MM

Dipertahankan dalam Sidang Terbuka Senat Universitas Gunadarma  
Pada Hari Kamis Tanggal 30 Agustus 2007 Jam 09.00 – 12.00 WIB.

**DEWI AGUSHINTA R.**

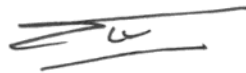
**PROGRAM DOKTOR TEKNOLOGI INFORMASI  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS GUNADARMA  
2007**

**EKSTRAKSI KOMPONEN WAJAH MENGGUNAKAN  
METODE SEGMENTASI PADA SISTEM  
PENGENALAN WAJAH**

**DISERTASI**

**DEWI AGUSHINTA R.**

Telah disetujui oleh:



**Profesor Suryadi H.S, SSi, MMSI**  
Promotor



**Doktor Sarifuddin Madenda**  
Ko-promotor



**Doktor -Ing. Adang Suhendra, SSi, SKom, MSc.**  
Ko-promotor

**Judul Disertasi:** EKSTRAKSI KOMPONEN WAJAH  
MENGUNAKAN METODE SEGMENTASI  
PADA SISTEM PENGENALAN WAJAH  
**Nama Mahasiswa:** DEWI AGUSHINTA R.  
**NPM:** 99203102

**Komisi Pembimbing**

**Promotor:** Profesor Suryadi H.S., SSI, MMSI  
**Kopromotor:** Doktor Sarifuddin Madenda  
Doktor -Ing. Adang Suhendra, SSI, SKom, MSc.

**Dewan Penguji**

**Ketua:** Profesor Suryadi H.S., SSI, MMSI

**Anggota:**

1. Doktor Yudi Satria (Pengujian Luar);
2. Profesor Doktor E.S. Margianti, SE., MM. (Pengujian Dalam);
3. Profesor Doktor Yuhara Sukra, MSc. (Pengujian Dalam);
4. Profesor Doktor Djati Kerami (Pengujian Dalam);
5. Profesor Doktor Suryo Guritno, Mstat. (Pengujian Dalam);
6. Doktor Prihandoko (Pengujian Dalam);
7. Doktor Sarifuddin Madenda (Ko-Promotor)
8. Doktor -Ing. Adang Suhendra (Ko-Promotor 2).

***STATEMENT***

*To the best of my knowledge, the whole work of this dissertation has not been submitted elsewhere for any other degree or qualification and it's all my original work.*

## ABSTRAK

Dewasa ini, sejumlah peneliti telah memanfaatkan teknologi biometri untuk menganalisis dan mengidentifikasi/ mengenali seseorang. Teknologi ini menitikberatkan pada karakteristik yang sifatnya unik dari setiap orang seperti sidik jari, mata dan wajah manusia. Khusus di bidang identifikasi dan pengenalan wajah manusia, karakteristik wajah dapat diperoleh melalui proses pengolahan dan analisis citra wajah. Sejumlah peneliti menggunakan karakteristik komponen wajah (mata, hidung dan mulut) sebagai komponen untuk pengenalan wajah seseorang. Hsu menggunakan tiga komponen yaitu jarak antara dua mata, jarak antara mata kanan ke mulut dan jarak antara mata kiri ke mulut. Zlávik dan Chan juga menggunakan tiga komponen yaitu jarak antara dua mata, lebar hidung dan lebar mulut. Tetapi penggunaan tiga komponen ini belum memberikan hasil yang cukup baik. Hal ini dapat disebabkan oleh terjadinya perubahan nilai komponen bila terdapat ekspresi wajah.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem pengenalan wajah melalui tahapan, yaitu pertama, pemisahan citra wajah ke dalam komponen wajah yaitu mata, hidung, mulut, kedua adalah penghitungan jarak antara komponen wajah, kemudian tahap yang ketiga adalah pengenalan wajah dengan menggunakan delapan komponen tersebut.

Dalam disertasi ini Penulis mengembangkan komponen wajah dari tiga menjadi delapan. Hal ini Penulis usulkan setelah melakukan pengamatan bahwa untuk wajah frontal, posisi ujung hidung dan jarak antara dua mata tidak akan terjadi perubahan walaupun terdapat ekspresi pada wajah. Berdasarkan pada pengamatan ini, Penulis usulkan delapan komponen tersebut berupa : jarak mata kiri – mata kanan, jarak mata kanan – mulut, jarak mata kiri – mulut, jarak mata kanan – hidung, jarak mata kiri – hidung, jarak hidung – mulut, tinggi hidung dan lebar hidung. Proses dilakukan terhadap citra wajah frontal. Jarak antara komponen tersebut dihitung, kemudian dikombinasikan dengan komponen lain untuk mengidentifikasi citra wajah.

Sistem ini telah berhasil diujicobakan untuk 150 citra wajah Indonesia (ras Asia). Berdasarkan hasil pengujian keunikan terhadap 150 citra, delapan jarak komponen wajah ini memberikan hasil yang lebih baik dari hasil peneliti sebelumnya yang hanya menggunakan tiga komponen jarak, keunikan meningkat dari 93.33% menjadi 100%. Hasil pengujian keunikan dengan ruang eigen menunjukkan adanya karakteristik yang berbeda untuk setiap citra wajah.

Kata kunci – Deteksi wajah, ekstraksi komponen wajah, pengenalan wajah



## ABSTRACT

Biometric technology has been frequently utilized by researchers in identifying and recognizing human features. This technology identifies human's unique and static body parts, such as fingerprints, eyes, and face. The face components' processing and analysis are used to identify and recognize a human face. A number of researchers applies face component characteristic (eye, nose and mouth) as a component for face recognition. Hsu applied three components e.g. the distance between two eyes, the distance between right eye and mouth and the distance between left eye and mouth. Zlávik and Chan also applied three components e.g. the distance between two eyes, nose width and mouth width. The result of the use of these three components was not good enough, resulted from the change of component value when there exists a face expression.

The goal of this research is to develop face recognition system through three phases, first, localize the face image into face component that is eye, nose and mouth; second, calculate the distance between face components, the last phase is recognize the face using the eight components.

In this dissertation, eight components, instead of the three, were used. The reason is based on the fact that for frontal face, position of nostril and distance between two eyes will not change although there is a face expression. In this research, the author proposes eight components : left eye - right eye, right eye - mouth, left eye - mouth, right eye - nose, left eye - nose, nose - mouth distances, plus nose height and nose width. The object used in this research is a frontal single still image. Distances between components are measured, and then combined with other components to identify the face image.

Test of uniqueness to 150 Indonesian samples (Asian race) has succeeded. The result indicated that eight face component distances give better result than the previous one, which only applied three components distance. The uniqueness increases from 93.33% to 100%. The test of uniqueness with eigenspace showed the existence of different characteristic for every face image.

Keyword - Face detection, face component extraction, face recognition

## KATA PENGANTAR

*Bismillaahirrohmaanirrohiim*

*Assalamu 'alaikum warrahmatullohi wa barokaatuh*

Alhamdulillah robbil'aalamiin, segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam. Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas berkat rahmat, bimbingan, pertolongan, karunia, ilmu, dan pengetahuan-Nya, Penulis dapat menyelesaikan penyusunan disertasi ini dengan sebaik-baiknya.

Disertasi ini dihasilkan dengan bantuan berbagai pihak, baik bantuan materi, maupun bantuan moril. Pada kesempatan ini, Penulis dengan segala kerendahan dan ketulusan hati ingin menghaturkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang memberikan bantuan tersebut, yaitu :

1. Yayasan Gunadarma yang telah memberikan beasiswa. Penulis berterima kasih sebesar-besarnya kepada Yayasan Gunadarma yang telah memberikan beasiswa penuh dalam penyelesaian program doktoral – S3 Teknologi Informasi di Universitas Gunadarma.
2. Rektor Universitas Gunadarma, Prof. Dr. E. S. Margianti, SE., MM. yang telah memberikan kesempatan mendalami ilmu di bidang Teknologi Informasi dan Pembantu Rektor II Universitas Gunadarma Prof. Suryadi H. S, SSI., MMSI yang menjadi promotor Penulis, dan yang mengubah penelitian Penulis dari Teknologi Pendidikan ke Pengolahan Citra.
3. Koordinator Program Pasca Sarjana Universitas Gunadarma, Prof. Dr. Yuhara Sukra, MSc., yang mengajarkan referensi penulisan kepada Penulis.
4. Ketua dan Sekretaris Program Doktor Teknologi Informasi, Prof. Dr. –Ing. Djati Kerami dan Dr. Prihandoko, yang telah memberikan banyak pandangan dan saran guna mendorong penyelesaian penelitian dan disertasi Penulis.
5. Ko promotor Penulis, Dr. Sarifuddin Madenda, dengan perbedaan waktu 11 jam di Canada masih menyempatkan untuk dapat berdiskusi dengan Penulis

lewat yahoo messenger dalam penyelesaian tulisan disertasi ini. Dr. -Ing. Adang Suhendra yang dengan 'waktu sempit'nya masih berusaha membimbing Penulis. Penulis sangat menghargai akan waktu yang Bapak-Bapak sediakan.

6. Prof. Dr. Michel Paindavoine dan Dr. Fan Yang dari Universitas Bourgogne, Perancis yang telah memberikan komentar dan arahan dalam penyelesaian disertasi ini.
7. Dosen, teman diskusi Penulis dalam pengujian, Dr. Ravi A. Salim, mbak Sulis yang dengan sabar dan bersama 'bingung', merelakan waktu untuk membantu dan mengajarkan Penulis tentang 'matematika'nya. Terima kasih kepada mbak Tita dan mbak Niar yang rela membantu Penulis dengan 'terjemahan'nya dan bimbingan penulisan format.
8. Teman-teman di PSA, khususnya Iqbal yang direpoti Penulis dalam membantu menyiapkan data. Dan mahasiswa-mahasiswa Universitas Gunadarma yang tercantum gambarnya dalam disertasi ini.
9. Keluarga ku tercinta, Hariyono Gadas dan anak-anakku, Ferizka Padmashinta, Qaiszara Puspawati dan Roufura Martkussa Gadas yang dengan 'rengesan' dan 'ocehan', merelakan waktu dan hati, sabar memberikan keleluasaan kepada Penulis untuk menyelesaikan penelitian dan tulisan disertasi ini. Suami dan anak-anakku tercinta, semoga Allah selalu menyatukan dan merahmati kita.
10. Teman-teman S3, khususnya angkatan 1 (Pak Asep, Pak Irwan, Mas Iwan, Setia, dan Elfitrin), hanya kamu sendiri yang belum selesai Neng. *It's only about time*. Teman-teman penelitianku, mahasiswaku (Fahmi, Syahrul, Alina, Yuana, Hendra, Bobi, Emi, Qusay) yang dengan sabar dan tekun menjalani penelitian dan eksperimen ini bersama. Terima kasih khusus untuk teman-temanku, Lani, Lily, Berta yang dengan 'obrolan' dan 'tempat'nya setiap hari, Penulis dapat menyelesaikan disertasi ini. Saat-saat terakhir tulisan ini memisahkan kita. Teman-teman 'seperjuangan' (Setia, Lintang, mbak Lusi) yang dengan 'ocehan sana sini' akhirnya bersama-sama kita menyelesaikan 'tugas'. Teman-teman 'penyemangat'ku, Nina, mbak Dharma yang selalu dengan sabar meyakinkan Penulis bisa menyelesaikan tugas ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuan, saran, serta masukan yang telah diberikan. Hanya Allah yang dapat membalas semua itu.

Penulisan ini Penulis persembahkan untuk Bapak Tony ku, Mama Doedoet ku di 'sana', keluarga besar Soenarto Reksoprodjo, keluarga besar Gadas dan keluargaku tercinta Bapi Hari, Izka, Isza dan Roufu Gadas. Semoga Penulis selalu bisa menjadi kebanggaan orang tua dan contoh pembelajaran untuk anak-anakku dan keponakan-keponakanku tersayang. "Carilah ilmu hingga ke negeri Cina", "Belajar itu ibadah". "Menuntut ilmu itu adalah wajib atas setiap Muslim".

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tak ada gading yang tak retak, oleh karena itu dengan kerendahan hati Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun terhadap disertasi ini.

Akhir kata semoga disertasi ini dapat berguna bagi diri Penulis pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

"Kami adalah milik Allah dan kepada-Nya kami kembali." (QS. 2 : 156).

*Wabillahi taufiq wal hidayah*

*Wassalamu'alaikum warrahmatullohi wa barokaatuh*

Depok, Agustus 2007

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>Statement</b>	v
<b>Abstrak</b>	vi
<b>Abstract</b>	vii
<b>Kata Pengantar</b>	viii
<b>Daftar Isi</b>	xi
<b>Daftar Tabel</b>	xiii
<b>Daftar Gambar</b>	xiv
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Perumusan Masalah Penelitian	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian dan Kontribusinya bagi Ilmu Pengetahuan	5
<b>BAB II    TELAAH PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1 Pengertian Citra	6
2.2 Dasar Warna	8
2.2.1 Model Red, Green, Blue (RGB)	9
2.2.2 Model Cyan, Magenta, Yellow (CMY)	11
2.2.3 Model Hue, Saturation, Intensity (HSI)	11
2.2.4 Model YCbCr	12
2.3 Pengenalan Wajah	14
2.3.1 Sejarah Pengenalan Wajah	15
2.3.2 Teknologi Pengenalan Wajah	16
2.4 Deteksi Wajah	18
2.4.1 Model Warna Kulit	21
2.4.2 Penentuan Area Kulit yang Menunjukkan Wajah Manusia	24
2.5 Ekstraksi Wajah	27
2.5.1 Ekstraksi Komponen Mata	28
2.5.2 Ekstraksi Komponen Mulut	29
2.5.3 Ekstraksi Komponen Hidung	30
2.6 Pengenalan Wajah	31
2.7 Nilai Eigen dan Vektor Eigen	33

<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	<b>34</b>
3.1	Penentuan Objek Penelitian	34
3.2	Bahan dan/ atau Alat Penelitian	35
3.3	Metode Eksperimen	36
3.4	Deteksi Wajah	37
3.5	Lokalisir dan Ekstraksi Komponen Wajah	38
3.6	Pengukuran Jarak Komponen Wajah	38
3.7	Pengujian Keunikan Komponen Wajah	39
3.8	Pengenalan Wajah	39
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>40</b>
4.1	Penentuan Model Kulit Wajah	40
4.2	Hasil Deteksi Wajah Pada Suatu Citra Diam Normal	43
4.3	Hasil Cropping Wajah Pada Suatu Citra Diam Normal	47
4.4	Hasil Lokalisir dan Ekstraksi Komponen Wajah	51
4.4.1	Pembagian Daerah Wajah	51
4.4.2	Pembagian Daerah Mata	53
4.4.3	Pembagian Daerah Mulut	55
4.4.4	Pembagian Daerah Hidung	56
4.4.5	Hasil Ekstraksi Komponen Wajah	58
4.5	Analisis Pengukuran Jarak Komponen Wajah	60
4.6	Pengujian Keunikan Komponen Wajah	64
4.7	Implementasi Pengenalan Wajah	65
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>70</b>
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran	71
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>72</b>
<b>LAMPIRAN A</b>	Tabel Data Klasifikasi Warna Kulit Pada Citra Wajah	
<b>LAMPIRAN B</b>	Keseluruhan Citra Wajah Objek Penelitian	
<b>LAMPIRAN C</b>	Keseluruhan Citra Wajah Hasil Ekstraksi	
<b>LAMPIRAN D</b>	Tabel Data Hasil Ekstraksi Komponen Wajah	
<b>LAMPIRAN E</b>	Detil Pengujian Kombinasi Jarak Komponen Wajah	

## DAFTAR TABEL

Tabel	2.1	Aplikasi Pengenalan Wajah	14
Tabel	4.1	Data Klasifikasi Warna Kulit Pada Citra Wajah	42
Tabel	4.2	Data Hasil Ekstraksi Komponen Wajah	59
Tabel	4.3	Tingkat Keunikan Jarak Komponen Wajah	61
Tabel	4.4	Tingkat Keunikan Wajah Dengan Kombinasi Jarak Komponen	62
Tabel	4.5	Detil Tingkat Keunikan Wajah Dengan Kombinasi Jarak Komponen	62
Tabel	4.6	Nilai Eigen	64
Tabel	4.7	Vektor Eigen	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penangkapan/ Penerimaan Citra Oleh Mata Manusia	7
Gambar 2.2	Spektrum Cahaya	9
Gambar 2.3	Koordinat Warna RGB	10
Gambar 2.4	Campuran Dengan Menambahkan Warna Merah, Hijau, Biru	10
Gambar 2.5	Contoh Citra RGB	10
Gambar 2.6	Campuran Dengan Substraksi Warna Cyan, Magenta, Kuning	11
Gambar 2.7	Model Warna HSI	12
Gambar 2.8	Contoh Citra HSI	12
Gambar 2.9	Contoh Citra YCbCr	13
Gambar 2.10	Model Generik Sistem <i>Machine Vision</i>	17
Gambar 2.11	Sistem Pengenalan Wajah Secara Umum	17
Gambar 2.12	(a) Rerata Dari 16 Wajah Frontal	26
	(b) Template Wajah	26
Gambar 2.13	Pembentukan Peta Mata	29
Gambar 2.14	Pembentukan Peta Mulut	30
Gambar 2.15	Pembentukan Ekstraksi Hidung	31
Gambar 3.1	Proses Pengambilan Objek	35
Gambar 3.2	Contoh Objek yang dijadikan Data	35
Gambar 3.3	Langkah/ Tahap Eksperimen	36
Gambar 3.4	Template Wajah	38
Gambar 4.1	(a) Sampel Kulit Wajah Warna Kulit Gelap Pada Dahi	40
	(b) Sampel Kulit Wajah Warna Kulit Terang Pada Pipi	40
	(c) Sampel Kulit Wajah Warna Kulit Gelap-Terang Pada Hidung	40
Gambar 4.2	Flowchart Membuat Model Kulit	41
Gambar 4.3	(a) Sampel Kulit Wajah Dahi Dengan Format YCbCr	41
	(b) Sampel Kulit Wajah Pipi Dengan Format YCbCr	41
	(c) Sampel Kulit Wajah Hidung Dengan Format YCbCr	41
Gambar 4.4	Beberapa Citra Wajah Objek Penelitian Untuk Deteksi Wajah	43
Gambar 4.5	Flowchart Lokalisir Dan Deteksi Warna Kulit Dalam Citra	44
Gambar 4.6	(a) Citra Diam Tunggal (Citra No-73)	44
	(b) Citra Yang Dikonversikan Ke Format YCbCr	44



Gambar 4.7	(a) Hasil Distribusi <i>Gaussian</i>	45
	(b) Hasil <i>Thresholding</i> Menjadi Citra Biner	45
Gambar 4.8	Flowchart Threshold	47
Gambar 4.9	Flowchart Cropping Wajah	48
Gambar 4.10	(a) <i>Template</i> Wajah Pada Penelitian Rademacher	49
	(b) <i>Template</i> Perbaikan Wajah Pada Penelitian Ini	49
Gambar 4.11	(a) Daerah Wajah Yang Dikelilingi Objek Segi Empat	51
	(b) <i>Cropping</i> Pada Daerah Wajah Yang Dikelilingi Objek Segi Empat	51
Gambar 4.12	Pembagian Daerah Pada Citra Wajah	52
Gambar 4.13	(a) Citra Wajah Sebelum Pembagian	53
	(b) Citra Wajah Sesudah Pembagian	53
Gambar 4.14	Pembagian Daerah Mata	53
Gambar 4.15	Pembentukan Peta Mata	54
Gambar 4.16	(a) Pembagian Daerah Wajah Sebelum Pembagian Mulut Diperbaiki	55
	(b) Pembagian Daerah Wajah Sesudah Pembagian Mulut Diperbaiki	55
Gambar 4.17	Pembentukan Peta Mulut	56
Gambar 4.18	Pembagian Daerah Hidung	57
Gambar 4.19	Hasil Ekstraksi Komponen Wajah	58
Gambar 4.20	Beberapa Citra Hasil Ekstraksi Komponen Wajah	59
Gambar 4.21	Penetapan Jarak Antar Komponen Wajah	64
Gambar 4.22	Rancangan Antar Muka	66
Gambar 4.23	Rancangan Menu Ekstraksi Wajah	67
Gambar 4.24	Antar Muka Aplikasi Pendeteksian Area Wajah Manusia	68

## DAFTAR PUSTAKA

- Awcock, G.W. and Thomas, R. 1996. Applied Image Processing. McGraw-Hill. Singapore.
- Brand, Jason Douglas. 2001. "Visual Speech For Speaker Recognition And Robust Face Detection". Thesis. Department of Electrical and Electronic Engineering. University of Wales Swansea.
- Cai, J., Goshtashby, A., Yu, C. 1998. "Detecting Human Faces in Color Images". Int'l Workshop on Multi-Media Database Management Systems. Wright State University. Illinois.
- Chan, Wallun. 2005. "Recognition and Age Prediction with Digital Image of Missing Childen".  
<http://www.cs.sjsu.edu/faculty/pollett/masters/Semesters/Spring05/wallun/C S298Presentation.pdf>
- Chang, H and Robles, U. 2000. "Face Detection". EE Final Project Report.  
<http://www-cs-student.stanford.edu/~robles/ee368>
- D. Suryadi H. S. dan S. Harini Machmudi. 1985. Teori dan Soal Pendahuluan Aljabar Linier. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Gargasha, Madhusudhana. 2001. "Indexing And Retrieval From Face Databases Using Feature-Based And Data Analysis Techniques". White Paper. Arizona State University.
- Gokalp, D. 2004, "Skin Color Based Face Detection". Project Report. Departement of Computer Engineering. Bilkent University.  
<http://www.gordion.cs.bilkent.edu.tr/~duygulu/Courses/CS554/Projects/Group12.pdf>
- Gong, Y and Sakauchi, M. 1995. "Detection Of Regions Matching Specified Chromatic Features". Computer Vision and Image Understanding, vol. 61. no. 2.
- Gonzalez, Rafael C. dan Wintz, Paul. 1987. Digital Image Processing Second Edition. Addison-Wesley Publishing Company.
- Gonzalez, Rafael C., Woods, Ricard E. and Eddins, Steven L. 2005. Digital Image Processing Using MATLAB. Person Education(Singapore) Pte. Ltd., India Branch. 482 F.I.E. Patparaganj. Delhi 110 092. India.

- Hanselman, D. and Littlefield B. 1996. Mastering MATLAB : A Comprehensive Tutorial and Reference. Prentice-Hall. New Jersey.
- Hsuan Yang, M. Kriegman D.J. Ahuja N. 2002. "Detecting Faces in Images : A Survey". IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence. Vol. 24 No.1.
- Hsu, R.L., Abdel-Mottaleb, M. dan Jain, A.K. 2001. "Face Detection in Color Images". Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing I. pp 1046 – 1049.
- Hsu, R.L. and Jain, A. K. 2001. "Face Modeling for Recognition", Proc. International Conference on Image Processing (ICIPO). pp. 693-696. Greece.
- Hsu, R.L., Abdel-Mottaleb, M. and Jain, A. K. 2002. "Face Detection in Color Images". IEEE Transactions on PAMI vol. 24, n.5, pp. 696-706.
- Hsu, R.L. and Jain, A. K. 2002. "Semantik Face Matching". Proc. IEEE Int'l Conf. Multimedia and Expo (ICME). Lausanne, Switzerland.
- Hsu, R.L. and Jain, A. K. 2003. "Generating Discriminating Cartoon Faces Using Interacting Snakes". IEEE Transactions on PAMI.
- Jain, Anil K. 1989. Fundamentals of Digital image Processing. Prentice-Hall International.
- J. Supranto.M.A.1978. Pengantar Matrix. Penerbit FE UI. Jakarta.
- Karmilasari, Dewi Agushinta R. Syahrul Ramadhan. 2006. "Aplikasi Deteksi Wajah pada Foto Digital dalam Sistem Pengenalan Wajah". Prosiding 1<sup>st</sup> Seminar on Application and Research in Industrial Technology. SMART 2006. Yogyakarta.
- Leung, Carlos. 2001. "Real Time Face Recognition". Thesis. School of Information Technology and Electrical Engineering. University of Queensland.
- Lin, S. 2000. "An Introduction to Face Recognition Tecnology". Informing Science Special Issue on Multimedia Informing Technologies – Part2. Vol. 3 No. 1.
- Moch. Agus Choiron. 2007. Persamaan Aljabar Linier Serentak. Program Semi QUE IV Jurusan Teknik Mesin Unibraw. Surabaya.
- Muhammad Arhami dan Anita Desiani. 2005. Pemrograman MATLAB. Andi. Yogyakarta.

- Norman, Gareth. D. 2004. "Recognition of Human Faces in Digital Images". Disertasi. School of Computing Science. University of East Anglia. UK.
- O'Mara, D.. 2002. "Automated Faces Metrology". Theses. University of Western Australia.
- Otsu. N. 1979. "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms". IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 9, no. 1, pp. 62-66.
- Rademacher. D. 2001. "Face Detection : Introduction to Computer Vision and Image Processing". White Paper. Colorado School of Mines.
- Rinaldi Munir. 2004. Pengolahan Citra Digital. Penerbit Informatika. Bandung.
- Singh. Sanjay Kr. et.al. 2003. "A Robust Skin Color Based Face Detection Algorithm". Tamkang Journal of Science and Engineering. Vol 6(4). 227-234.
- Sutarno. 2004. "3D Face Recognition Using Longitudinal Section And Transection". Tugas Akhir. Institute Teknologi Bandung. Bandung.
- Szlávik. Z.. and Szirányi. T. 2004. "Face analysis using CNN-UM". Analogic and Neural Computing Laboratory. Hungarian Academy of Sciences. H-15-18. Budapest.
- Wikaria Gazali. 2005. Matriks Dan Transformasi Linier. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Yang, J., and Waibel, A. 1996. "A Real Time Face Tracker". Int'l Proceedings of the IEEE Workshop on Applications of Computer Vision. Sarasota. Florida. USA.
- Yuniar Supardi. 2000. Cara Mudah Belajar Pascal Dan Flowchart Lewat Praktek. Dinastindo. Jakarta.
- Yow. Kin Choong. 1998. "Automatic Human Face Detection And Localization". White Paper. Department of Engineering. University of Cambridge.
- Zhao W., Chellappa R., Phillips P.J., Rosenfeld A.. 2003. "Face Recognition : A Literature Survey". ACM Computing Survey. Vol. 35 No. 4, pp 399-458.