

SISTEM PENGENALAN WAJAH (FACE RECOGNITION) MENGGUNAKAN METODE HIDDEN MARKOV MODEL (HMM)

Sepritahara – 0906603096 – Teknik Elektro – Universitas Indonesia

Dr. Ir. Dodi Sudiana M.Eng

Dr. Ir. Arman D.Diponegoro

Ir. Purnomo Sidi Priambodo M.Sc., Ph.D.

Abstrak

Sistem pengenalan wajah manusia merupakan salah satu bidang yang cukup berkembang dewasa ini, dimana aplikasi dapat diterapkan dalam bidang keamanan (*security system*) seperti ijin akses masuk ruangan, pengawasan lokasi (*surveillance*), maupun pencarian identitas individu pada *database* kepolisian. Tujuan Penulisan laporan tugas akhir ini adalah untuk membangun sebuah perangkat lunak pengenalan citra wajah manusia menggunakan metode *Hidden Markov Models (HMM)* dengan input *database Pain Ekspresi Subset* dan *database Hasil Foto Sendiri* dengan memanfaatkan aplikasi GUI. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem pengenalan wajah (*face recognition*) membandingkan percobaan pengenalan sesuai dengan *codebook* (32, 64, 128, 256) dan *iterasi* (5, 10). Sistem pengenalan wajah manusia menggunakan metode *Hidden Markov Models (HMM)* mencapai tingkat akurasi pengenalan sebesar 84,28%, dengan *database* 70 gambar yang terdiri dari 10 individu dengan masing-masing individu memiliki 7 variasi ekspresi yang berbeda.

Kata kunci:

HMM, *centroid*, ukuran *codebook*, jumlah *iterasi*.

BAB I PENDAHULUAN

Manusia memiliki kemampuan untuk mengenal puluhan bahkan ratusan wajah selama hidupnya. Seseorang dapat mengenali wajah orang lain meskipun tidak beberapa waktu lamanya dan sudah terdapat perubahan pada wajah orang yang dikenal tersebut. Perubahan itu misalnya variasi ekspresi wajah, penggunaan kacamata, perubahan warna dan gaya rambut.

Salah satu teknik *biometric* yang sangat menarik adalah aplikasi yang

mampu mendeteksi dan mengidentifikasi wajah. Saat ini, pengenalan wajah melalui aplikasi komputer dibutuhkan untuk mengatasi berbagai masalah, antara lain dalam identifikasi pelaku kejahatan, pengembangan sistem keamanan, pemrosesan citra maupun film, dan interaksi manusia komputer.

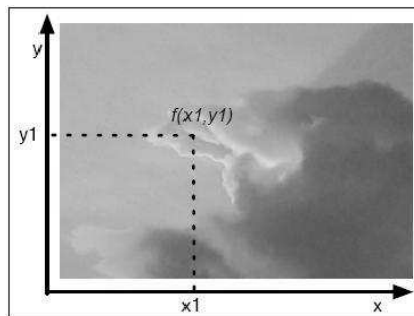
Sistem pengenalan wajah (*Face Recognition*) telah banyak diaplikasikan dengan menggunakan berbagai metode, diantaranya: Metode PCA [5], Metode ICA [6], Metode LDA [7], Metode EP [8], Metode EBGM [9], Metode Kernel [10],

Metode 3-D Morphable model [11], Metode 3-D *Face Recognition* [12], Metode *Bayesian Framework* [13], Metode SVM [14], Metode HMM [15].

Dari beberapa metode diatas, di sini akan dicoba mengembangkan Sistem pengenalan wajah (*Face Recognition*) menggunakan metode *Hidden Markov Model* (HMM), sehingga dalam Tugas Akhir ini akan dikembangkan sebuah aplikasi pengenalan wajah pada citra digital dengan metode *Hidden Markov Models* dengan menggunakan *database Pain Ekspression Subset* sebagai input data untuk diolah oleh program *face recognition*. Dipilih mempergunakan metode HMM sebab HMM mampu memodelkan data 2 dimensi seperti citra dengan baik, serta mendapatkan hasil yang lebih teliti, di samping itu juga penulis ingin membandingkan tingkat akurasi pengenalan wajah menggunakan metode HMM dengan menggunakan metode lain (PCA, LDA, 3D, JST).

BAB 2 LANDASAN TEORI

Citra Digital



Gambar 2.1. Citra fungsi dua variable

Citra digital adalah suatu citra $f(x,y)$ yang memiliki koordinat spatial, dan tingkat kecerahan yang diskrit. Citra yang terlihat merupakan cahaya yang direfleksikan dari sebuah objek. Fungsi $f(x, y)$ dapat dilihat sebagai fungsi dengan dua unsur.

Pengenalan Wajah (*Face Recognition*)

Wajah merupakan bagian dari tubuh manusia yang menjadi fokus perhatian di dalam interaksi sosial, wajah memainkan peranan vital dengan menunjukkan identitas dan emosi. Kemampuan manusia untuk mengetahui seseorang dari wajahnya sangat luar biasa. Kita dapat mengenali ribuan wajah karena frekuensi interaksi yang sangat sering ataupun hanya sekilas bahkan dalam rentang waktu yang sangat lama. Bahkan kita mampu mengenali seseorang walaupun terjadi perubahan pada orang tersebut karena bertambahnya usia atau pemakaian kacamata atau perubahan gaya rambut. Oleh karena itu wajah digunakan sebagai organ dari tubuh manusia yang dijadikan indikasi pengenalan seseorang atau *face recognition*. [1]

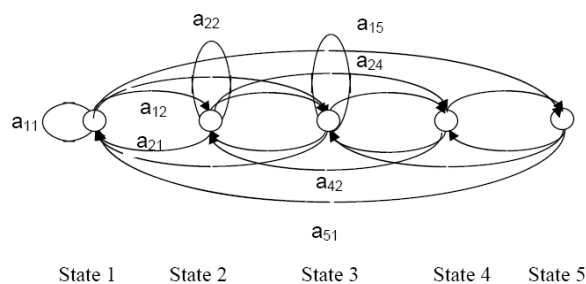
Konsep Pengenalan Wajah

Pengenalan wajah adalah suatu metoda pengenalan yang berorientasi pada wajah. Pengenalan ini dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu : Dikenali atau tidak dikenali, setelah dilakukan perbandingan dengan pola yang sebelumnya disimpan di dalam *database*. Metoda ini juga harus mampu mengenali objek bukan wajah. Perhitungan model pengenalan wajah memiliki beberapa masalah. Kesulitan muncul ketika wajah direpresentasikan dalam suatu pola yang berisi informasi unik yang membedakan dengan wajah yang lain.

Hidden Markov Models (HMM)

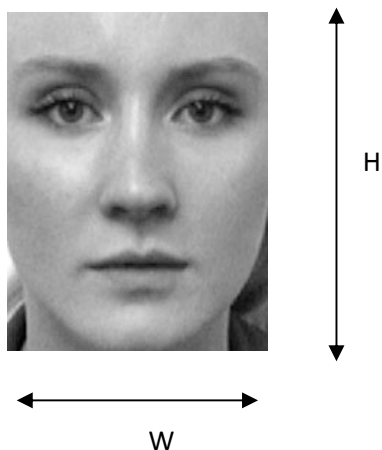
Hidden Markov model merupakan pemodelan probabilitas suatu sistem dengan mencari parameter-parameter

markov yang tidak diketahui untuk memperoleh analisis sistem tersebut. Metode Hidden Markov Model (HMM) mampu menangani perubahan statistik dari gambar, dengan memodelkan elemen-elemen menggunakan probabilitas. Salah satu aplikasinya adalah pada *image processing*, HMM memiliki tiga parameter utama yang harus dicari nilainya terlebih dahulu, ketiga parameter tersebut sebagai berikut:



Gambar 2.2. Contoh Probabilitas Transisi a [3]

BAB 3 RANCAMG BANGUN SISTEM



Gambar 3.1. Scan wajah secara vertical

Pada wajah tersebut dengan lebar W dan tinggi H , dimana wajah diproses dengan cara scan secara *vertical* dari atas ke bawah. Prinsip kerja sistem secara keseluruhan adalah pengenalan beberapa gambar wajah yang unik dengan berbagai ekspresi yang berfungsi sebagai input dengan gambar wajah yang di simpan dalam *database* dengan metode training *Hidden Markov Model* (HMM).

Proses perancangan sistem identifikasi wajah dengan proses sebagai berikut:

Pelabelan

Pada proses ini dilakukan pembuatan label untuk masing-masing jenis gambar wajah. Tiap-tiap gambar wajah akan dikelompokkan dalam satu label dan label tersebut diberi nama sesuai dengan nama yang dimaksud, sehingga jumlah label sama dengan jumlah gambar wajah. Nama label inilah yang nantinya akan menjadi keluaran akhir pada simulasi.

Codebook

Setelah proses pembuatan *label* dilakukan, langkah selanjutnya adalah membuat *codebook* dari *label-label* yang telah dibentuk. Pembuatan *codebook* ini terlaksana ketika tombol *codebook* ditekan dan memilih *codebook* berapa yang diinginkan (32, 64, 128, 256, 512), selanjutnya menginput *iterasi* yang diinginkan, dan menekan tombol *save* untuk memulai proses pencarian *codebook*.

Training database HMM

Setelah proses pembuatan *codebook* dilakukan, langkah selanjutnya adalah membuat training *database* model HMM dari *label-label* dan *codebook-codebook* yang telah terbentuk dari proses-proses sebelumnya. Untuk membuat model HMM, *user* harus terlebih dahulu menekan tombol *Save* yang terdapat dalam tampilan menu training *database*

Pengenalan Citra wajah (*Face Recognition*)

Pada proses *recognition* ini terdapat 2 macam variabel yang sama dengan variabel yang terdapat didalam proses pembuatan *codebook* dan pembuatan HMM pada proses training, yaitu ukuran *codebook*, dan besar iterasi. Variabel ini digunakan untuk menentukan variasi yang diinginkan oleh *user*, proses ini juga mengharuskan *user* untuk memasukkan nama file gambar yang akan dikenali (*direcognition*).

BAB 4 UJI COBA DAN ANALISA

Pengujian dan analisa pada Bab 4 ini pada intinya adalah untuk mengetahui tingkat keberhasilan suatu sistem dengan metode yang sudah ditentukan. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Sistem identifikasi wajah membandingkan hasil identifikasi antara gambar *database Pain Ekspresion Subset* dengan *database* Hasil Foto Sendiri.

Pendeteksi Wajah

Input dari sistem pendeteksi wajah ini menggunakan dua *database* yaitu: *Pain Ekspresion Subset database* dan *database* Hasil Foto Sendiri, dimana setelah dilakukan uji coba sistem maka diperoleh hasil identifikasi dengan *database Pain Ekspresion Subset* sebesar 82,85%, sedangkan hasil identifikasi dengan *database* Hasil Foto Sendiri sebesar 84,27%. Hasil uji coba ini sangat dipengaruhi oleh bentuk wajah yang unik dan khas satu sama lain.

Dengan tabel hasil percobaan sebagai berikut:

Iterasi	Ukuran <i>Codebook</i>	Tingkat/Persentase Akurasi Pengenalan		Lama Pengolahan Data			
				<i>Database Pain Ekspresion Subset</i>		<i>Database</i> Hasil Foto Sendiri	
		<i>Database Pain Ekspresion Subset</i>	<i>Database</i> hasil foto sendiri	Pembuatan <i>Codebook</i>	Pengenalan	Pembuatan <i>Codebook</i>	Pengenalan
Iterasi 5	32	61,42%	67,14%	5 Menit 2 Detik	4 Detik	5 Menit	3 Detik
	64	68,57%	70,00%	6 Menit 14 Detik	5 Detik	6 Menit 3 Detik	4 Detik
	128	72,85%	70,00%	7 Menit 17 Detik	6 Detik	7 Menit 5 Detik	5 Detik
	256	74,68%	72,85%	9 Menit 3 Detik	8 Detik	8 Menit 57 Detik	7 Detik
iterasi 10	32	78,57%	72,85%	5 Menit 55 Detik	5 Detik	6 Menit 3 Detik	4 Detik
	64	67,17%	77,14%	6 Menit 49 Detik	6 Detik	7 Menit 30 Detik	5 Detik
	128	72,42%	82,85%	7 Menit 57 Detik	7 Detik	8 Menit 46 Detik	6 Detik
	256	82,85%	84,28%	9 Menit 58 Detik	9 Detik	9 Menit 35 Detik	8 Detik

Tabel 4.1. Akurasi Pengenalan dengan satu Ekspresi sebagai Database

Iterasi	Ukuran Codebook	Tingkat/Persentase Akurasi Pengenalan		Lama Pengolahan Data			
		Database Pain Ekspression Subset	Database hasil foto sendiri	Database Pain Ekspression Subset		Database Hasil Foto Sendiri	
				Pembuatan Codebook	Pengenalan	Pembuatan Codebook	Pengenalan
Iterasi 5	32	87,14%	87,14%	7 menit 33 Detik	7 Detik	7 Menit 12 Detik	7 Detik
	64	90,00%	90,00%	8 Menit 24 Detik	8 Detik	8 Menit 4 Detik	8 Detik
	128	90,00%	90,00%	10 Menit 49 Detik	10 Detik	10 Menit 24 Detik	9 Detik
	256	91,42%	91,42%	12 Menit 45 Detik	11 Detik	12 Menit 13 Detik	11 Detik
iterasi 10	32	88,57%	90,00%	8 Menit 29 Detik	8 Detik	8 Menit 9 Detik	8 Detik
	64	90,00%	91,42%	9 Menit 34 Detik	9 Detik	9 Menit 25 Detik	9 Detik
	128	92,85%	91,42%	12 Menit 57 Detik	11 Detik	12 Menit 54 Detik	12 Detik
	256	94,28%	95,71%	13 Menit 45 Detik	13 Detik	13 Menit 41 Detik	13 Detik

Tabel 4.2. Akurasi Pengenalan dengan empat Ekspresi sebagai Database

Perbandingan Persentasi Akurasi dengan metode lain

vektor data dapat dilakukan dengan jarak yang semakin kecil.

No	Metode Pengenalan	Tingkat akurasi pengenalan Wajah
1	PCA	91%
2	3D	89%
3	JST	84.50 %
4	HMM	84,28%
5	LDA	79,82 %

Tabel 4.3. Perbandingan tingkat akurasi pengenalan wajah antara metode HMM dengan metode yang lain (PCA, 3D, JST, LDA)

Analisis Pengaruh Variasi Ukuran Codebook Terhadap Sistem

Semakin besar ukuran *codebook* maka akan semakin besar pula tingkat akurasi pengenalan, hal ini disebabkan karena ukuran *codebook* yang semakin besar sehingga mengakibatkan jumlah *centroid* semakin banyak, dengan banyaknya jumlah *centroid* ini membuat proses *quantisasi* pengenalan nilai vektor data semakin teliti sehingga pemetaan

Analisis Pengaruh Iterasi Terhadap Sistem

Perubahan besar *iterasi* yang semakin meningkat akan membuat persen akurasi dari sistem pengenalan gambar semakin meningkat. Hal ini dikarenakan oleh iterasi tersebut melakukan perulangan yang semakin sering untuk mencari tata letak / posisi *centroid*, dimana pada awalnya posisi *centroid* tersebut tidak tetap, dengan semakin seringnya dilakukan iterasi maka pada suatu tingkat itersi tertentu posisi *centroid* tersebut bisa tetap, dan hasil yang diidentifikasi tersebut sudah berada pada posisi *centroid* yang tetap, sehingga tingkat akurasi pengenalan wajah tersebut semakin meningkat.

Analisis Pengaruh Banyaknya Jumlah Database pada Sistem

Semakin banyak jumlah *database* yang masukkan, maka kemungkinan kemiripan karakteristik gambar input dengan *database* pada label yang sama

semakin tinggi sehingga tingkat pengenalan sistem semakin besar.

Analisis Pengaruh Jenis *Database* yang digunakan pada Sistem

Tingginya tingkat akurasi pengenalan sistem juga dipengaruhi oleh jenis *database* yang digunakan, persentase tingkat pengenalan *database* Hasil Foto Sendiri lebih tinggi dibandingkan *database Pain Ekspression Subset*, hal ini dikarenakan pada *database* hasil foto sendiri dimana wajah antara individu lebih bervariasi dan lebih unik dibandingkan dengan wajah pada gambar *database Pain Ekspression Subset*, serta pada *database* Hasil Foto Sendiri masing-masing individu memiliki karakteristik yang lebih khas sehingga pada saat pengenalan, sistem bisa mengenali dengan tingkat akurasi pengenalan yang lebih tinggi.

Analisis Pengaruh Jumlah *database*, Ukuran *Codebook* dan Iterasi terhadap Waktu/Lama Pengolahan Data pada Sistem

Semakin banyak jumlah *database* yang dimasukkan pada suatu percobaan, maka lama pencarian *codebook* dan proses pengenalan gambar semakin lama.

Semakin besar ukuran *Codebook* yang diuji pada suatu percobaan, maka lama pencarian *codebook* dan proses pengenalan gambar semakin lama.

Pada pengujian sistem, semakin sering Iterasi diberikan, maka waktu pemrosesan data akan semakin lama, hal ini dikarenakan iterasi tersebut melakukan perulangan yang semakin sering untuk mencari tata letak / posisi *centroi*.

BAB 5 KESIMPULAN

Setelah melakukan perencanaan pemrograman perangkat lunak sistem pengenalan wajah (*face recognition*) serta melalui pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Sistem pengenalan wajah (*face recognition*) dengan menggunakan metode *Hidden Markov Model* (HMM) dapat mengenali gambar sesuai dengan label (nama) yang diberikan pada *database* dan tidak dapat mengenali gambar (namanya tidak sesuai dengan nama yang diberikan pada *database*).
2. Penambahan ukuran *codebook* besar iterasi dan jumlah *database* pada dasarnya akan membuat persen akurasi dari sistem semakin tinggi, namun pada tabel 4.25 dan 4.26 ada beberapa data yang menunjukkan bahwa penambahan ukuran *codebook* tidak mempengaruhi tingginya akurasi, hal ini disebabkan karena adanya karakteristik dari input uji untuk jenis label tertentu memiliki kemiripan dengan karakteristik citra untuk label lain pada *database*, seperti intensitas cahaya saat pengambilan gambar (posisi kemiringan gambar input tidak sama dengan posisi kemiringan gambar pada *database*).

3. Pada penelitian ini, dengan menggunakan *database* Hasil Foto Senidiri, ukuran *codebook* yang optimal adalah 256 dengan jumlah *iterasi* 10 dan diperoleh persentasi akurasi sebesar 84.28%
4. Semakin banyak jumlah *database*, *codebook* dan iterasinya maka waktu training *database* dan pengenalan semakin lama.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Ni Wayan Marti, Pemanfaatan GUI Dalam Pengembangan Perangkat Lunak Pengenalan Citra Wajah Manusia menggunakan Metode *Eigenface*, 2010
- [2] Esty Vidyaningrum, Prihandoko, Human Face Detection by using *Eigenface Methode for Various Pose of Human Face*, 2009
- [3] Chandra Sasmita, *Pengenalan Golongan darah Jenis ABO Dengan Mempergunakan Pemodelan Hidden Markov*, 2008
- [4] Arie Wirawan Margono, Ibnu Gunawan, Resmana Lim, Pelacakan dan Pengenalan Wajah Menggunakan Metode *Embedded Hidden Markov Models*, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Kristen Petra: 2004
- [5] M. Turk, A. Pentland, *Eigenfaces for Recognition*, Journal of Cognitive Neurosicence, Vol. 3, No. 1, 1991
- [6] M.S. Bartlett, J.R. Movellan, T.J. Sejnowski, *Face Recognition by Independent Component Analysis*, IEEE Trans. on Neural Networks, Vol. 13, No. 6, November 2002
- [7] J. Lu, K.N. Plataniotis, A.N. Venetsanopoulos, *Face Recognition Using LDA-Based Algorithms*, IEEE Trans. on Neural Networks, Vol. 14, No. 1, January 2003
- [8] C. Liu, H. Wechsler, *Evolutionary Pursuit and Its Application to Face Recognition*, IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 22, No. 6, June 2000
- [9] L. Wiskott, J.-M. Fellous, N. Krueger, C. von der Malsburg, *Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching*, Chapter 11 in Intelligent Biometric Techniques in Fingerprint and Face Recognition, eds. L.C. Jain et al., CRC Press, 1999
- [10] M.-H. Yang, Kernel Eigenfaces vs. Kernel Fisherfaces: *Face Recognition Using Kernel Methods*, Proc. of the Fifth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 20-21 May 2002, Washington D.C. USA
- [11] B. Moghaddam, J.H. Lee, H. Pfister, R. Machiraju, *Model-Based 3D Face C⁶⁵ with Shape-from-Silhouette*, of the IEEE International Workshop on Analysis and Modeling of Faces and Gestures, AMFG, 17 October 2003

- [12] A. Bronstein, M. Bronstein, R. Kimmel, and A. Spira, *3D face recognition without facial surface reconstruction*, in Proceedings of ECCV 2004, Prague, Czech Republic, 2004
- [13] B. Moghaddam, T. Jebara, A. Pentland, *Bayesian Face Recognition*, Pattern Recognition, Vol. 33, Issue 11, November 2000
- [14] B. Heisele, P. Ho, T. Poggio, *Face Recognition with Support Vector Machines: Global versus Component-based Approach*, Proc. of the Eighth IEEE International Conference on Computer Vision, ICCV 2001, Vol. 2, 09-12 July 2001
- [15] A.V. Nefian, M.H. Hayes III, *Hidden Markov Models for Face Recognition*, Proc. of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, ICASSP'98, Vol. 5, 12-15 May 1998
- [16] Hartaman, *Pengolahan Citra Digital*, Jurnal Telekomunikasi, Universitas Indonesia.
- [17] Makalah Pengolahan Citra, Universitas Sumatera Utara
- [18] Idhawati Hestinarsih, *Pengolahan Citra*.