

PENGEMBANGAN SISTEM PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN METODE GENERALIZED LEARNING VECTOR QUANTIZATION (GLVQ)

Indra Hermawan¹⁾

¹⁾ Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri
¹⁾ Jl. Margonda Raya No. 522, Jawa Barat 16424, Indonesia
Email : indra@nurulfikri.ac.id¹⁾

Abstrak

Penelitian mengenai pengenalan wajah hingga saat ini masih menjadi topik menarik untuk diteliti. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya publikasi ilmiah mengenai pengenalan wajah. Pada dasarnya sistem pengenalan wajah terdiri dari dua proses besar yaitu proses pendaftaran wajah dan proses pengenalan wajah. Pada proses pengenalan wajah dibagi menjadi empat tahapan utama, yaitu tahapan pembacaan citra wajah, pengolahan awal citra, ekstraksi fitur dan pengenalan wajah.

Pada penelitian ini dilakukan pengembangan sistem pengenalan wajah menggunakan metode *Generalized Learning Vector Quantization (GLVQ)*. Sedangkan proses ekstraksi cirinya menggunakan metode *Principal Component analysis (PCA)*. Tujuan dari proses ekstraksi ciri adalah untuk mendapatkan fitur penting dari sebuah objek wajah. Hasil dari ekstraksi fitur akan mempengaruhi proses pengenalan. Semakin baik ciri yang dihasilkan maka semakin baik tingkat akurasi pengenalan yang diperoleh.

Berdasarkan hasil pengujian, pengenalan wajah menggunakan metode PCA dan GLVQ dengan menggunakan database ORL yang terdiri dari 40 subjek dengan tiap subjeknya masing-masing terdiri dari 10 citra wajah mencapai tingkat akurasi terbaik dari 3 skenario pengujian adalah pada skenario ketiga, yaitu sebanyak 280 citra wajah sebagai data latih dan 120 citra wajah sebagai data uji dengan hasil akurasi adalah 97.5%.

Kata kunci: *Generalized learning vector quantization, preprocessing, ekstraksi fitur, PCA.*

1. Pendahuluan

a. Latar belakang

Sistem keamanan kini menjadi hal yang penting dalam menjaga properti atau barang berharga. Selain itu sistem keamanan juga sering diterapkan terhadap pembatasan hak akses terhadap suatu area yang dianggap cukup penting sehingga tidak sembarang orang dapat memasuki area tersebut, misalnya area server, area brangkas

dokumen dan area lainnya. Banyak sistem yang sudah dikembangkan untuk membatasi hak akses atau menjaga barang berharga misalnya penggunaan password atau ID Card. Namun penggunaan password atau ID Card dirasa kurang aman karna dapat digunakan oleh pengguna lain jika pengguna tersebut mengetahui password atau memiliki ID Card dari pengguna lain. Salah satu solusinya adalah penggunaan ciri dari bagian tubuh manusia yang unik atau berbeda satu dengan yang lainnya, misalnya penggunaan sidik jari, geometri telapak tangan, iris mata, wajah dan lainnya. Dalam penelitian ini akan digunakan wajah sebagai pengenalan terhadap manusia.

Banyak penelitian telah dilakukan pada pengenalan wajah, salah satu metode yang umum digunakan adalah metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Beberapa penelitian mengenai pengenalan wajah menggunakan metode JST diantaranya penelitian Mayank Agarwal dan rekan-rekan [1], mengembangkan sistem pengenalan wajah dengan menggunakan metode *eignface* dan Jaringan Srayaf Tiruan *Feed Forward Back Propagation*. Metod *eignface* digunakan sebagai ekstraksi fitur dan *Feed Forward Back Propagation* sebagai metode pengenalannya. Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan database *Oracle Research Laboratory (ORL)* diperoleh tingkat pengenalan yang sangat baik yaitu mencapai 97.18%. Penelitian Syed Navaz dan rekan-rekan[2], mengembangkan sistem pengenalan wajah dengan menggunakan *Principal Component Analysis (PCA)* dan *Back Propagation*. Penelitian S. Thakur dan rekan-rekan [3], mengembangkan sistem pengenalan wajah menggunakan PCA dan Jaringan Syaraf Tiruan *Radian Basis Function (RBF)*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan database ORL dan UMIST tingkat akurasi rata-rata mencapai 93.05% untuk data ORL dan 94.10% untuk data UMIST. Penelitian S. Haranurweni [4] mengembangkan sistem pengenalan wajah menggunakan metode *Learning Vector Quantization (LVQ)*. Berdasarkan pengujian tingkat pengenalan yang dicapai 88, 67%. Penelitian Fadlil dan rekan-rekan [5], juga mengembangkan sistem pengenalan wajah menggunakan LVQ namun yang membedakan adalah metode ekstraksi ciri. Metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah *Simple Principle Component Analysis (SPCA)*. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai *False Acceptance Rate (FAR)* rata-rata 1,55% dan *False Rejection Rate* rata-rata 0%.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, tampak bahwa ekstraksi fitur menggunakan PCA mampu menghasilkan fitur yang relevant. Hal tersebut dibuktikan dengan tingkat akurasi yang baik. Selain itu pengenalan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan menghasilkan tingkat akurasi yang baik dengan tingkat pengenalan rata-rata diatas 85%. Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini dikembangkan sebuah sistem pengenalan dengan menggunakan PCA sebagai ekstraksi ciri. Sedangkan untuk metode pengenalannya digunakan salah satu metode Jaringan Syaraf Tiruan yaitu *Generalized Learning Vector Quantization (GLVQ)* yang dikembangkan oleh A. Sato dan rekan-rekan [6] yang merupakan perbaikan dari metode Jaringan Syaraf Tiruan *Learning Vector Quantization (LVQ)* sehingga diharapkan memiliki tingkat pengenalan yang lebih baik.

b. Dataset

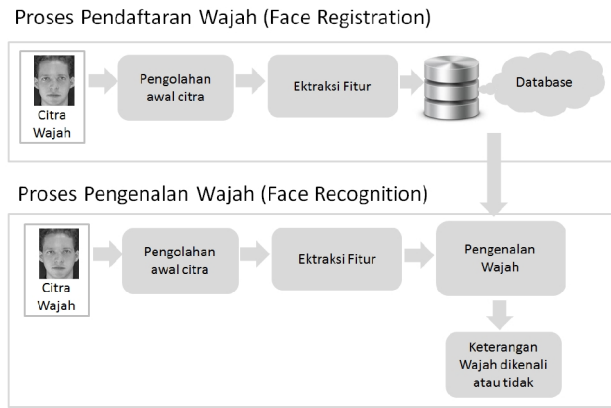
Pada penelitian ini dataset yang digunakan adalah database *Olivetti Research Laboratorium (ORL)* yang dapat diunduh secara gratis pada URL <http://www.cl.cam.ac.uk/research/dtg/attarchive/facedata.html>. Dataset ini merupakan dataset standar yang digunakan para peneliti untuk menguji metode yang dikembangkan. Pada dataset ini terdiri dari 10 citra wajah dari masing 40 individu dengan ukuran citra wajah 92x112 pixel. Berikut ini adalah beberapa contoh citra wajah dalam dataset tersebut.



Gambar 1. Contoh citra wajah pada Database ORL

2. Pembahasan

Pada dasarnya sistem pengenalan wajah terdiri dari dua proses besar yaitu proses pendaftaran wajah dan proses pengenalan wajah. Berikut ini adalah bagan proses pendaftaran dan pengenalan citra wajah.



Gambar 2. Bagan proses pendaftaran dan pengenalan citra wajah

Pada proses pendaftaran terdiri dari tahapan pembacaan citra, pengolahan awal citra, dan ekstraksi ciri. Sedangkan pada proses pengenalan wajah terdiri dari tahapan pembacaan citra wajah, pengolahan awal citra, ekstraksi fitur dan pengenalan wajah menggunakan GLVQ.

a. Ekstraksi ciri Principal Componen Analisis

Ekstraksi ciri merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mendapatkan suatu ciri yang relevant terhadap wajah pada suatu citra wajah. Proses ini merupakan bagian yang cukup penting karena sangat mempengaruhi tingkat pengenalan dari citra wajah. Semakin baik ciri yang dihasilkan dari ekstraksi ciri maka semakin baik juga tingkat pengenalan citra wajah. Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk melakukan ekstraksi ciri yaitu Principal Component Analysis (PCA). PCA merupakan suatu metode statistik yang ditemukan oleh Karl Person pada tahun 1901[7] namun baru digunakan pada pattern recognition 64 tahun kemudian[8]. Pada akhirnya metode ini digunakan untuk representasi dan pengenalan wajah pada awal tahun 1990an [9,10,11]. Berikut ini adalah tahapan ekstraksi ciri menggunakan PCA:

- 1) Proses ekstraksi ciri dengan PCA diawali dengan mentransformasikan M citra wajah menjadi masing-masing sebuah vektor berukuran N dan ditempatkan menjadi sebuah set himpunan S.

$$S = \{\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \Gamma_4, \dots, \Gamma_M\} \dots\dots\dots (1)$$

- 2) Selanjutnya adalah menghitung gambar rata-rata (mean image) Ψ .

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \Gamma_n \dots\dots\dots (2)$$

- 3) Hitung nilai perbedaan ϕ antara citra input dengan citra rata-rata.

$$\phi = \Gamma_i - \Psi \dots\dots\dots(3)$$

- 4) Hitung M vektor ortonormal, u_n , yang paling menggambarkan distribusi data. Dimana vektor K_{th} dan u_k dipilih sedemikian rupa.

$$\lambda_k = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M (u_k^T \phi_n)^2 \quad \dots\dots\dots(4)$$

Merupakan maksimal untuk subjek

$$u_l^T u_k = \delta_{lk} = \begin{cases} 1 & \text{jika } l = k \\ 0 & \text{jika lainnya} \end{cases} \quad \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan: u_k dan λ_k merupakan *eigenvectors* dan *eigenvalues* dari kovarian matriks C.

- 5) Tahapan terakhir adalah menghitung nilai matriks kovarian C.

$$C = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \phi_n \phi_n^T = AA^T \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$A = \{\phi_1, \phi_2, \phi_3, \dots, \phi_n\} \quad \dots\dots\dots(7)$$

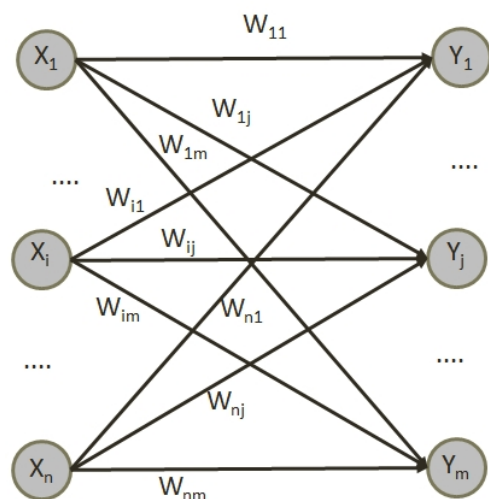
$$L_{mn} = \phi_m^T \phi_n$$

Sehingga diperoleh nilai eigenvector, v_l, u_l

$$u_l = \sum_{k=1}^M v_{lk} \phi_k ; l = 1, \dots, M \quad \dots\dots\dots(8)$$

b. Pengenalan menggunakan Generalized Learning Vector Quantization (GLVQ)

Metode ini dikembangkan oleh A. Sato dan Yamada pada tahun 1995 [6]. Metode ini merupakan pengembangan dari metode Learning Vector Quantization, khususnya varian LVQ2.1, yang sebelumnya telah dikembangkan oleh Kohonen pada tahun 1990 [12].



Gambar 3. Arsitektur Jaringan Generalized LVQ

Proses pelatihan dari metode GLVQ diawali dengan pencarian vektor perwakilan terdekat dengan vektor data input atau disebut vektor pemenang dan vektor perwakilan terdekat kedua atau disebut runner up. Kemudian

dilakukan perhitungan jarak antara vektor masukan dengan vektor perwakilan pemenang disimbolkan d_1 dan jarak antara vektor masukan dengan vektor runner up, disimbolkan d_2 . Pada umumnya perhitungan pencarian jarak antara dua vektor menggunakan Euclidean distance yang memiliki rumusan seperti berikut.

$$d(x_i, w_i) = \sqrt{\sum_{i=1}^n |x_i - w_i|^2} \quad \dots\dots\dots(9)$$

Setelah diketahui jarak d_1 dan d_2 , selanjutnya dilakukan penghitungan nilai miss-classification error $\phi(x)$ dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\phi(x) = \frac{d_1 - d_2}{d_1 + d_2} \quad \dots\dots\dots(10)$$

Nilai $\phi(x)$ memiliki jangkauan antara -1 dan 1. Apabila nilai $\phi(x)$ negative, maka dapat dikatakan data x dikenali secara benar, sedangkan jika $\phi(x)$ bernilai positif, maka data x dikenali secara salah. Sehingga untuk memperbaiki tingkat kesalahan (*error rate*), maka nilai $\phi(x)$ harus diturunkan terhadap semua vektor masukan. Dengan demikian kriteria untuk pembelajaran di rumuskan sebagai minimisasi sebuah fungsi cost S sebagai berikut.

$$S = \sum_{i=1}^N f(\phi(x_i)) \quad \dots\dots\dots(11)$$

Variabel N merupakan jumlah dari vektor masukan yang digunakan dalam proses pelatihan dan $f(\phi(x_i))$ merupakan sebuah fungsi monoton naik. Dalam meminimalkan fungsi cost S maka nilai w_p dan w_r diupdate berdasarkan metode steepest descent dengan penambahan sebuah nilai konstanta α yang merupakan laju pembelajaran. Berikut ini adalah persamaan yang digunakan untuk mengupdate nilai w_i .

$$w_i \leftarrow w_i - \alpha \frac{\delta S}{\delta w_i}, i = 1, 2 \quad \dots\dots\dots(12)$$

Jika pada pencarian nilai diskriminan menggunakan squared Euclidean distance $d_i = |x - w_i|^2$, maka akan didapatkan persamaan turunan $\frac{\delta S}{\delta w_1}$ dan $\frac{\delta S}{\delta w_2}$ adalah sebagai berikut;

$$\frac{\delta S}{\delta w_1} = \frac{\delta S}{\delta \phi} \frac{\delta \phi}{\delta d_1} \frac{\delta d_1}{\delta w_1} = - \frac{\delta f}{\delta \phi} \frac{4d_2}{(d_1 + d_2)^2} (x - w_1) \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$\frac{\delta S}{\delta w_2} = \frac{\delta S}{\delta \phi} \frac{\delta \phi}{\delta d_2} \frac{\delta d_2}{\delta w_2} = + \frac{\delta f}{\delta \phi} \frac{4d_1}{(d_1 + d_2)^2} (x - w_2) \quad \dots\dots\dots(14)$$

Apabila kedua persamaan diatas kita substitusikan kedalam persamaan (13) akan diperoleh aturan pembelajaran dari metode GLVQ sebagai berikut;

$$w_1 \leftarrow w_1 - \alpha \frac{\delta f}{\delta \phi} \frac{4d_2}{(d_1 + d_2)^2} (x - w_1) \quad \dots\dots\dots(15)$$

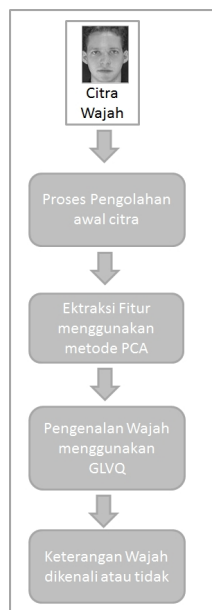
$$w_2 \leftarrow w_2 - \alpha \frac{\delta f}{\delta \varphi} \frac{4d_1}{(d_1+d_2)^2} (x - w_2) \quad \dots\dots(16)$$

c. Analisa hasil eksperimen

Hasil klasifikasi diukur dengan menggunakan nilai akurasi. Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa baik sistem pengenalan wajah yang dihasilkan. Pengukuran nilai akurasi secara statistik diperlukan pengetahuan awal mengenai nilai-nilai dari parameter true positif (TP), true negative (TN), false positive (FP) dan false negative (FN). Maka nilai akurasi dapat dihitung dengan menggunakan rumusan berikut;

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \quad \dots\dots(17)$$

Pengujian sistem pengenalan pada penelitian ini menggunakan database ORL yang terdiri dari 40 subjek dengan masing-masing subjeknya terdiri dari 10 citra wajah. Proses pengujian dimaksudkan untuk mengetahui kinerja dari sistem yang dikembangkan. Adapun perancangan sistem pengenalan wajah yang dikembangkan secara garis besar ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Pengenalan Wajah

Proses ujicoba di lakukan dengan membagi data setiap subjek menjadi dua bagian. Bagian pertama digunakan untuk proses pembelajaran (training) dan bagian kedua digunakan untuk proses pengujian (testing). Pada proses pembelajaran akan digunakan nilai laju pembelajaran $\alpha=0.1$ dan akan menurun seiring bertambahnya iterasi proses pembelajaran. Sedangkan nilai iterasi pembelajaran $epoch = 100$ hal ini dikarenakan metode GLVQ cepat mencapai konvergen. Dari data sampel yang ada dibuat beberapa skenario ujicoba seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Skenario Ujicoba

No.	Skenario	Data latih	Data uji
1	Skenari 1	200	200
2	Skenari 2	240	160
3	Skenari 3	280	120

Skenario tersebut dibuat untuk mendapatkan hasil yang terbaik dimana setiap skenario akan menghasilkan nilai akurasi yang berbeda. Kemudian nilai-nilai tersebut digunakan untuk menganalisa kinerja dari sistem yang dirancang.

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh hasil tingkat pengenalan seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai akurasi

Skenario	Data latih	Data uji	Akurasi %
Skenario 1	200	200	91%
Skenario 2	240	160	92.5%
Skenario 3	280	120	97.5%

Tampak pada Tabel 2. Nilai akurasi tertinggi diperoleh pada skenario 3 dengan data latih sebanyak 280 dan data uji sebanyak 120.

3. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dikembangkan sistem pengenalan wajah menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan yaitu *Generalized Learning Vector Quantization* (GLVQ). Proses ekstraksi ciri menggunakan metode berbasis statistik yaitu *Principal Component Analysis* (PCA). Pengujin sistem dilakukan menggunakan dataset ORL. Berdasarkan hasil pengujian, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Sistem pengenalan wajah menggunakan metode PCA sebagai ekstraksi ciri dan GLVQ mampu melakukan pengenalan wajah dengan baik.
- Tingkat akurasi pengenalan wajah rata-rata mencapai 97.5% untuk uji 120 citra wajah, 92.5% untuk uji 160 citra wajah dan 91% dengan uji 200 citra wajah.

Daftar Pustaka

- [1] Mayank Agarwal, Nikunj Jain, Mr. Manish Kumar and Himanshu Agrawal, *Face Recognition Using Eign Faces and Artificial Neural Network*, International Journal of Computer Theory and Engineering, Vol. 2, No. 4, August, 2010.
- [2] A. S. Syed navaz, t. Dhevi sri and pratap mazumder, *Face Recognition Using Principal Component Analysis And Neural Networks*, International Journal of Computer Networking, Wireless and Mobile Communications (IJCNWMC) ISSN 2250-1568 Vol. 3, Issue 1, Mar 2013.
- [3] S. Thakur et al, *Face Recognition using Principal Component Analysis and RBF Neural Networks*, IJSSST, Vol. 10, No. 5, 2008.
- [4] S. Heranurweni, *Pengenalan Wajah Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ)*, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi, 2010.

- [5] Fadlil. Abdul, Surya Yeki, Sistem Verifikasi Wajah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization (LVQ), Jurnal Informatika vol 4, No. 2, Juli 2010.
- [6] Sato, A and Yamada. K. "*Generalized Learning Vector Quantization*". Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS), vol. 7, p. 423429, 1995.
- [7] K. Pearson. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. Philosophical Magazine, 2(6):559-572, 1901.
- [8] S.Watanabe. Karhunen-loeve expansion and factor analysis theoretical remarks and applications. In Proc. 4th Prague Conference on Information Theory, 1965.
- [9] M. Kirby and L. Sirovich. Application of the karhunen-loeve procedure for the characterization of human faces. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 12(1):103-108, 1990.
- [10] L. Sirovich and M. Kirby. Low-dimensional procedure for the characterization of human faces. Journal of the Optical Society of America A - Optics, Image Science and Vision, 4(3):519-524, March 1987.
- [11] M. Turk and A. Pentland. Eigenfaces for recognition. Journal of Cognitive Neuroscience, 3(1):71-86, 1991.
- [12] T. Kohonen, *Learning Vector Quantization for Pattern Recognition*. Finland: Report TKK-F-A601, Helsinki University of Technology, 1986.

Biodata Penulis

Indra Hermawan, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), jurusan Teknik Komputer, Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM), Bandung. Lulus tahun 2009. Memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer (M.Kom) Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, Depok. Lulus tahun 2013. Saat ini menjadi dosen tetap di Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri (STT NF), Depok.

