

Penerapan Metode Kohonen SOM Dalam Pengenalan Karakter Seseorang Melalui Bentuk Bibir

Dian Fitriani, Faisol, Tony Yulianto

Universitas Islam Madura
E-mail: fitrianidian86@gmail.com

ABSTRAK

Karakter adalah kebiasaan yang dilakukan secara berulang-ulang serta bisa mencirikan seseorang. Dalam prosesnya, pengenalan karakter bisa dikenali melalui beberapa hal salah satunya dari instrumen di wajah, karena wajah bisa mengekspresikan perasaan seseorang, salah satu instrumen wajah yang bisa dikenali yaitu dilihat dari bentuk bibir, karena bibir berhubungan dengan kemampuan komunikasi. Sehingga dalam penelitian ini dikhususkan pada pengenalan karakter bentuk bibir. Pengenalan karakter dari bentuk bibir disini menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan metode Kohonen SOM. Adapun metode Kohonen SOM tidak dapat dilakukan secara langsung karena bentuk bibir diubah dari bentuk citra diekstraksi menggunakan PCA untuk bisa dilakukan proses pengolahan menggunakan Kohonen SOM. Dari hasil penelitian ini dilakukan Pada citra 20 mahasiswa, yang sesuai dengan bibir jenis ke-1 tidak ada, jenis ke-2 ada 3 mahasiswa, jenis ke-3 ada 7 mahasiswa, jenis ke-4 ada 3 mahasiswa, jenis ke-5 ada 2 mahasiswa, dan jenis ke-6 ada 5 mahasiswa

Kata Kunci: Bibir, Karakter, Kohonen SOM, PCA.

1. PENDAHULUAN

Manusia adalah makhluk hidup yang memiliki karakter bervariasi dan unik antara satu sama lainnya. Kata karakter berasal dari bahasa Yunani yang berarti “*to mark*” (menandai) dan memfokuskan pada bagaimana mengaplikasikan nilai kebaikan dalam bentuk tindakan atau tingkah laku. Karakter adalah kebiasaan yang dilakukan secara terus-menerus dan berulang-ulang serta bisa mencirikan seseorang (Pratama, 2015). Sebagai makhluk sosial manusia perlu berinteraksi antar sesama. Interaksi tersebut dapat dilakukan dalam bentuk pertemanan, bisnis, maupun asmara. Pada prosesnya dapat terjalin keseimbangan dan keserasian antar sesama, sehingga seseorang berusaha mengenali seperti apakah karakter orang yang dihadapi. Dalam proses pengenalan karakter dapat diamati dengan beberapa bagian wajah.

Wajah adalah bagian depan dari kepala pada manusia meliputi dahi, alis, mata, hidung, bibir dan lainnya, yang semuanya memiliki ciri-ciri berbeda dan mencerminkan karakter tertentu. Dengan melihat bagian wajah, ini merupakan cara yang paling aman dan cepat untuk mengenali karakter seseorang karena wajah merupakan anggota tubuh yang biasanya pertama kali dipandang (Tickle, 2015). Salah satu bagian wajah yang dapat mengenali karakter seseorang yaitu bibir. Dalam ilmu psikologi terdapat cabang ilmu yang mengenali karakter seseorang melalui bentuk wajah yaitu ilmu fisiognomi.

Fisiognomi berasal dari bahasa Inggris yaitu *pshyognomy* yang merupakan singkatan dari *physiologi* (fisiologi) dan *anatomy* (anatomii) (Mu'min, 2015). Fisiognomi adalah ilmu meramal karakter seseorang dengan melihat bentuk mata, hidung, gigi, telinga, bibir dan bagian wajah lainnya (Juliasmi, dkk. 2012). Pada penelitian ini pengenalan

karakter hanya difokuskan pada bentuk bibir dalam berkomunikasi antar sesama, menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST) dengan metode Kohonen SOM.

Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan bidang ilmu yang banyak digunakan dalam melakukan pengenalan pola suatu obyek, banyak obyek yang dapat digunakan untuk pengenalan pola seperti pengenalan karakter pola wajah. Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi (Siang J. J., 2005). Terdapat dua jenis metode pembelajaran pada jaringan syaraf tiruan, yaitu pembelajaran terawasi (*Supervised Learning*) dan pembelajaran tidak terawasi (*Unsupervised Learning*). Metode pembelajaran pada jaringan syaraf disebut terawasi jika *output* yang diharapkan sudah diketahui sebelumnya. Pada metode pembelajaran yang tidak terawasi ini tidak memerlukan target *output* dan Kohonen SOM termasuk pembelajaran tak terawasi.

Kohonen SOM merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk pengenalan suatu pencitraan yang diperkenalkan pertama kali oleh Tuevo Kohonen. Di dalam suatu proses *Character Recognition* yang mempunyai basis metode Kohonen tidak terdapat *hidden layer*. Proses pengenalan dari metode ini menggunakan fungsi ketetanggaan untuk menentukan properti dari topologi *input*-nya (Adrian, 2012).

Dalam penelitian ini penulis membahas tentang pengenalan karakter bagian wajah yaitu bibir, karena bibir berhubungan dengan kemampuan komunikasi dan menjaga hubungan dengan orang lain. Bibir juga dapat mengatakan sesuatu yang terdapat dalam tubuhnya hanya dari warna dan tekturnya (Prasetyo, 2013).

Untuk mengaplikasikan pengenalan karakter melalui bentuk bibir menggunakan metode Kohonen perlu diawali dengan menggunakan PCA untuk mencari nilai *eigen*, dan menghitung jarak dari hasil PCA yang kemudian jarak tersebut di masukkan kedalam metode Kohonen.

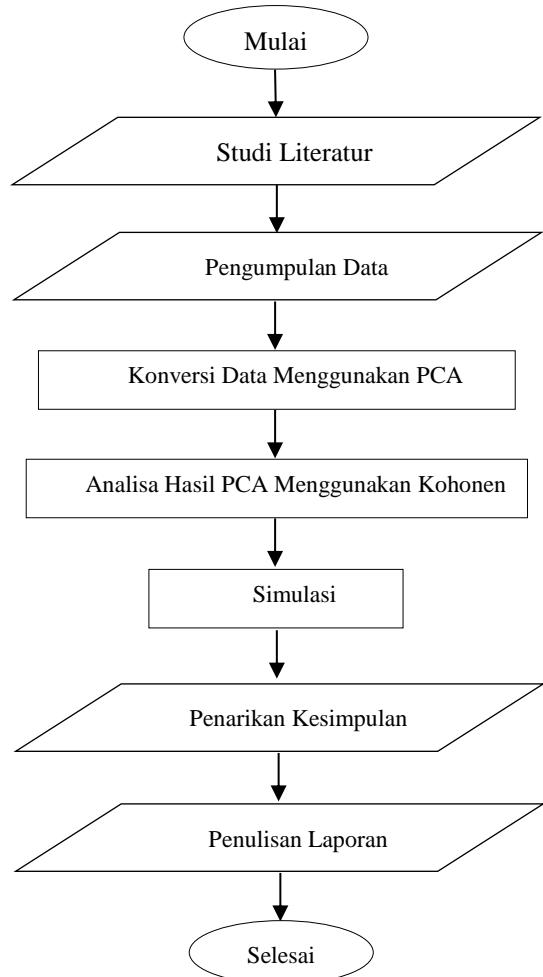
2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan dan Alat

Dalam penelitian menggunakan windows 7 dan software pendukung komputasi yaitu Matlab R2013a, jaringan wifi dan koneksi internet.

2.2 Metode

Pada subbab ini akan dijelaskan tentang metode yang digunakan dalam penelitian ini disertai dengan pustaka yang mendasari teori dalam penelitian ini, seperti penelitian sebelumnya, pengertian Karakter, bibir, citra digital, Ekstraksi ciri menggunakan PCA, Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan Metode Kohonen SOM. Adapun untuk langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar1. Diagram alir penelitian

2.3 Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan peneliti Hardiansyah (2015) dengan penelitian yang berjudul "Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Kohonen *Self Organizing Maps* (K-SOM)

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, maka diperoleh nilai 0.8 dengan tingkat akurasi yang tinggi dan jumlah data pengujian terbaik 30 citra ekspresi wajah dengan kinerja 89.58%.

Sedangkan untuk penelitian yang dilakukan oleh Adrian (2012) dengan penelitian yang berjudul "Analisa Dan Implementasi Metode Kohonen *Newral Network* Untuk Pengenalan Karakter Huruf Arab" dengan Persentase *error* Kohonen *neural network* dalam proses pengenalan karakter mencapai 80% (*very good*) untuk 15 sampel pola yang terdiri dari 3 huruf *isolated* (terpisah), 77,14% (*satisfactory*) untuk 140 sampel pola yang terdiri dari keseluruhan bentuk huruf *isolated* (terpisah) dan 70,32% (*satisfactory*) untuk 310 sampel pola yang terdiri dari keseluruhan bentuk huruf *isolated* (terpisah), dan beberapa dari bentuk *beginning* (awal), *middle* (tengah), serta *end* (akhir).

2.4 Pengertian karakter

Manusia adalah makhluk hidup yang memiliki karakter bervariasi dan unik antara satu sama lainnya. Kata karakter berasal dari bahasa Yunani yang berarti "*to mark*" (menandai) dan memfokuskan pada bagaimana mengaplikasikan nilai kebaikan dalam bentuk tindakan atau tingkah laku. Karakter adalah kebiasaan yang dilakukan secara terus-menerus dan berulang-ulang serta bisa mencirikan seseorang (Pratama, 2015).

2.5 Pengertian Bibir

Bibir berhubungan dengan kemampuan komunikasi dan menjaga hubungan dengan orang lain, baik dalam hubungan bisnis, pertemanan atau asmara. Bibir juga dapat mengatakan sesuatu yang terdapat dalam tubuhnya hanya dari warna dan teksturnya (Prasetyo, 2013). Citra untuk bobot *output* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data untuk bobot **w**

Jenis Bibir	Gambar Bibir	Karakter
Bibir atas lebih tipis dari bibir bawah		Dalam percintaan, tidak mampu membala cinta pasangannya hampir tidak mampu memberi respon, terkesan mencibir.
Bibir penuh		Peduli dan peka komunikatif secara sosial mudah bergaul

Bibir atas dan bawah sama tebal tipisnya		Pengertian dan komunikatif, memiliki penilaian yang bagus. Kata-katanya umumnya sopan dan terkendali.
Bibir lebar		Ekspresif dan punya selera yang bagus, tapi kadang sangat vokal ketika tertekan, gampang curhat kalau ada masalah
Bibir kecil		Pelit, egois, narsis, dan butuh pengakuan dalam berkomunikasi sangat sulit untuk menyenangkan orang lain.
Bibir melengkung keatas		Optimis dan <i>positif thinking</i>

2.6 Citra Digital

Citra merupakan nama lain dari gambar, istilah citra biasanya digunakan dalam bidang pengolahan citra. Citra diartikan sebagai fungsi dua variabel $f(x, y)$, x dan y adalah koordinat spasial dan nilai $f(x, y)$ adalah intensitas citra pada koordinat tersebut. Sedangkan citra digital adalah citra yang telah mengalami proses digitalisasi yang digunakan sebagai masukan pada proses pengolahan citra menggunakan komputer.

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0, N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1, N-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \cdots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

2.7 Ekstraksi Ciri Menggunakan PCA

Ekstraksi ciri merupakan proses pengindeksan suatu *database* citra dengan isinya. Secara matematik, setiap ekstraksi ciri merupakan *encode* dari vektor n dimensi yang disebut dengan vektor ciri. Komponen vektor ciri dihitung dengan pemrosesan citra dan teknik analisis serta digunakan untuk membandingkan citra yang satu dengan citra yang lain. Ekstraksi ciri citra dilakukan dengan mengubah dimensi tiap citra menjadi satu kolom sehingga

menjadi vektor matriks untuk tiap citra. Vektor-vektor ini kemudian digabung menjadi satu matriks besar sebagai masukkan untuk proses ekstraksi ciri (Fiqhi, dkk. 2015)

Principal Component Analysis adalah teknik yang digunakan untuk menyederhanakan suatu data, dengan cara mentransformasi linear sehingga terbentuk sistem koordinat baru dengan variansi maksimum. Dalam metode PCA informasi yang paling baik mendeskripsikan wajah diturunkan dari citra wajah secara keseluruhan.

PCA memerlukan masukan data yang mempunyai sifat *zero-mean* pada setiap citranya. Sifat *zero-mean* pada masing-masing citra data bisa didapatkan dengan mengurangkan semua nilai dengan rata-ratanya. Set data X dengan dimensi $M \times N$, dimana M adalah baris dan N kolom, akan tampak pada persamaan (2) (Hardiansyah, 2015).

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1N} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{M1} & x_{M2} & \cdots & x_{MN} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Untuk menghitung rata-rata seluruh sampel data diperoleh dengan menggunakan persamaan (3):

$$\bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n} \quad (3)$$

Untuk citra ke- j , semua nilai pada kolom dari persamaan (2) dikurangi dengan rata-ratanya pada persamaan (3) dan diformulasikan pada persamaan (4).

$$x'_{ij} = x_{ij} - \bar{x}_j \quad (4)$$

dengan:

$$X' = [x'_{ij}]$$

$$i = 1, 2, \dots, M$$

$$j = 1, 2, \dots, N$$

\bar{x}_j = nilai rata-rata kolom ke- j

Selanjutnya dilakukan proses untuk mendapatkan matriks kovarian dari persamaan (4), yaitu C pada persamaan (5).

$$C = \frac{1}{M} X' \cdot X'^T \quad (5)$$

dengan

X'^T adalah matriks *transpose* dari X'

Nilai *eigen* dan vektor *eigen* dari matriks kovarian pada persamaan (5) dihitung dengan menggunakan persamaan (6) dan (7).

$$|C - \lambda I| = 0 \quad (6)$$

$$(C - \lambda I)v = 0 \quad (7)$$

dengan:

C = Matriks kovarian

I = Matriks Identitas

λ = Nilai *eigen*

v = Vektor *eigen*

Nilai *eigen* yang terbesar yang berkorespondensi terhadap nilai vektor *eigen* yang terbesar dipilih menjadi *Principal Component*. Vektor *eigen* yang

disusun dari yang terbesar ke yang terkecil dipilih menjadi vektor citra.

$$VF = (eig_1, eig_2, eig_3, \dots, eig_n) \quad (8)$$

Untuk mencari *Principal Component* dengan X' adalah transpose data awal dari persamaan (2) dengan rumus:

$$PC = X' \times VF^T \quad (9)$$

Dari persamaan (9), kemudian dilakukan transformasi data untuk menghasilkan data PCA dengan X sebagai data awal.

$$PCA\ data = PC^T \times X' \quad (10)$$

2.8 Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

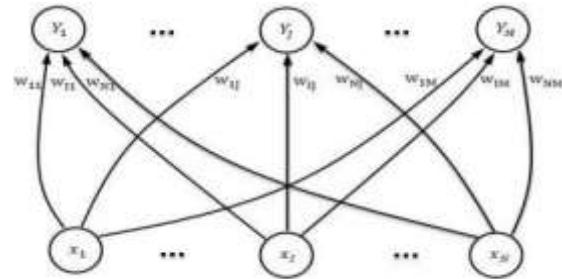
Menurut Siang (2005), jaringan syaraf tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi. JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi, dengan asumsi bahwa:

- Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (*neuron*).
- Sinyal dikirimkan diantara *neuron-neuron* melalui penghubung-penghubung.
- Penghubung antar *neuron* memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlambat sinyal.
- Untuk menentukan *output*, setiap *neuron* menggunakan fungsi aktifasi (biasanya bukan fungsi *linear*) yang digunakan pada jumlahan *input* yang diterima. Besarnya *output* ini selanjutnya dibandingkan dengan batas ambang.

2.9 Kohonen Self Organizing Maps (SOM)

Kohonen *Self Organizing Map* (SOM) adalah jenis jaringan syaraf tiruan yang dilatih menggunakan pembelajaran tanpa pengawasan (tak terawasi). Jaringan syaraf tiruan Kohonen tidak menggunakan fungsi aktivasi. JST Kohonen SOM tidak memiliki bobot bias (Heaton, 2007). Struktur Kohonen SOM terdiri dua lapisan (*layer*) yaitu lapisan *input* dan lapisan *output*. Setiap *neuron* dalam lapisan *input* terhubung dengan setiap *neuron* lapisan *output*, dimana setiap *neuron* dalam lapisan *output* merepresentasikan kelas (*cluster*) dari *input* yang diberikan (Hardiansyah, 2015). Pada Kohonen SOM *layer input* (pertama) terhubung secara penuh dengan *layer kompetitif* (kedua) jadi setiap *input* unit terhubung ke semua unit *output* dan pada hubungan itu terdapat nilai pembobot (*weight*) tertentu.

Arsitektur jaringan syaraf Kohonen *Self Organizing Map* (tanpa suatu struktur yang diasumsikan untuk *output*/keluaran). Arsitektur Kohonen SOM terdiri dari 1 lapisan *input* dan 1 lapisan *output*. Setiap unit pada lapisan *input* dihubungkan dengan semua unit dilapisan *output* dengan suatu bobot keterhubungan w_{ij} (Irawan, 2004).



Gambar 1 Struktur Jaringan Syaraf Tiruan K-SOM

Notasi yang digunakan dalam Kohonen SOM adalah :

$$X = \text{vektor } input\ X = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n)$$

$$\alpha = \text{Laju Pembelajaran (Learning Rate)}$$

$$R = \text{Radius Neighbourhood}$$

$$x_i = \text{neuron / node input}$$

$$w_{ij} = \text{bias pada neuron output ke-}j$$

$$y_j = \text{neuron / node output ke-}j$$

$$C' = \text{Konstan}$$

$$D(j) = \text{jarak Euclidean atau jarak yang minimum Algoritma Metode Kohonen SOM}$$

Berikut ini adalah tahap dalam algoritma JST Kohonen SOM :

Langkah 0 : Inisialisasi bobot w_{ij}

Inputkan parameter laju pembelajaran (α)

Inputkan parameter *topological neighbourhood* (R)

Langkah 1 : Jika syarat berhenti tidak terpenuhi (salah), kerjakan langkah 2-8.

Langkah 2 : Untuk setiap vektor x (x_i , $i = 1, 2, \dots, n$) kerjakan langkah 3-5.

Langkah 3 : Untuk setiap indeks j (j , $i = 1, 2, \dots, m$) hitung jarak *euclidean* :

$$D(j) = \sum_i (w_{ij} - x_i)^2 \quad (11)$$

Langkah 4 : Cari unit pemenang (indeks j), yaitu unit yang memiliki jarak $D(j)$ yang terdekat (minimum).

Langkah 5 : Hitung semua nilai w_{ij} (baru) dengan nilai j dari langkah 4 yaitu :

$$w_{ij}(\text{new}) = w_{ij}(\text{old}) + \alpha [x_i - w_{ij}(\text{old})] \quad (12)$$

Langkah 6 : Ubah (*update*) nilai laju pembelajaran.

$$\alpha(\text{baru}) = 0,5 \alpha(\text{lama}) \quad (13)$$

Langkah 7 : Mereduksi radius dari fungsi tetangga pada waktu tertentu (*epoch*)

Langkah 8 : Uji kondisi penghentian

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{N} \quad (13)$$

Kondisi penghentian iterasi adalah selisih antara w_{ij} saat itu dengan w_{ij} pada iterasi sebelumnya.

Apabila semua w_{ij} hanya berubah sedikit saja, berarti iterasi sudah mencapai konvergensi sehingga dapat dihentikan (Siang J. J., 2005).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan metode kohonen SOM, penyelesaian untuk menentukan jarak yang paling minimum dari persamaan (11) maka diperoleh:

$$D_6 = \|w_6 - x_1\|$$

$$= \|3,0981 - 4,3655\| = 1,2674 \quad (11)$$

Dan dari persamaan (11) hasil simulasi menggunakan Matlab R2013a dapat digambarkan seperti dalam Gambar 2.



Gambar2. Hasil Simulasi Pengenalan Karakter Bibir menggunakan Matlab R2013a

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa citra yang dilatih merupakan jenis bibir yang ke-6(melengkung keatas), yang artinya optimis *positif thinking*.

Berikut ini hasil pengenalan karakter menggunakan metode Kohonen SOM dari 20 data citra latih yang digunakan pada penelitian ini yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengenalan karakter melalui bentuk bibir dengan 20 data citra menggunakan metode kohonen SOM

No	Nama Mahasiswa	Jenis Bibir	Karakter
1	Mafhatuzzahroh	4	Ekspresif dan punya selera yang bagus, tapi kadang sangat vokal ketika tertekan, gampang curhat kalau ada masalah
2	Titin pramiswari	5	Pelit, egois, narsis, dan butuh pengakuan dalam berkomunikasi sangat sulit untuk menyenangkan orang lain.
3	Suryani	6	Optimis dan positif thinking

4	Luluk Syarifah	2	Peduli dan peka komunikatif secara sosial mudah bergaul
5	Rohemah	4	Ekspresif dan punya selera yang bagus, tapi kadang sangat vokal ketika tertekan, gampang curhat kalau ada masalah
6	Zaifullah	6	Optimis dan positif thinking
7	Malihatul Badriyah	3	Pengertian dan komunikatif, memiliki penilaian yang bagus. Kata-katanya umumnya sopan dan terkendali
8	Alfin Maghfiroh	6	Optimis dan <i>positif thinking</i>
9	Aniswatur Hasanah	3	Pengertian dan komunikatif, memiliki penilaian yang bagus. Kata-katanya umumnya sopan dan terkendali
10	Dian Islami	3	Pengertian dan komunikatif, memiliki penilaian yang bagus. Kata-katanya umumnya sopan dan terkendali
11	Syarifatun Nisa'	6	Optimis dan <i>positif thinking</i>
12	Ahmad Faisal Umam	3	Pengertian dan komunikatif, memiliki penilaian yang bagus. Kata-katanya umumnya sopan dan terkendali
13	Hasan	2	Peduli dan peka komunikatif secara sosial mudah bergaul
14	Sitti Mamduah	3	Pengertian dan komunikatif, memiliki penilaian yang

			bagus. Kata-katanya umumnya sopan dan terkendali
15	Sitti Lailia	2	Peduli dan peka komunikatif secara sosial mudah bergaul
16	Sitti Zamha	5	Pelit, egois, narsis, dan butuh pengakuan dalam berkomunikasi sangat sulit untuk menyenangkan orang lain
17	Nurul hikmah	3	Pengertian dan komunikatif, memiliki penilaian yang bagus. Kata-katanya umumnya sopan dan terkendali
18	Zakiyatun N.Q	3	Pengertian dan komunikatif, memiliki penilaian yang bagus. Kata-katanya umumnya sopan dan terkendali
19	Dian Fitriani	6	Optimis dan <i>positif thinking</i>
20	Suyyibah	4	Ekspresif dan punya selera yang bagus, tapi kadang sangat vokal ketika tertekan, gampang curhat kalau ada masalah

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian diatas pengenalan karakter melalui bentuk bibir dapat ditarik kesimpulan Berdasarkan *testing* yang telah dilakukan pada citra 20 mahasiswa, yang sesuai dengan bibir jenis ke-1 tidak ada, jenis ke-2 ada 3 mahasiswa, jenis ke-3 ada 7 mahasiswa, jenis ke-4 ada 3 mahasiswa, jenis ke-5 ada 2 mahasiswa, dan jenis ke-6 ada 5

Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan yang lain seperti LVQ dan *Backpropagation*, supaya memperoleh hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode kohonen SOM yang digunakan pada penelitian ini.

Sistem dalam penelitian ini hanya untuk pengenalan karakter melalui bentuk bibir. Disarankan

pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan meneliti bagian-bagian tubuh yang dapat mengenali karakter seseorang..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan FMIPA UIM, Kajur Matematika UIM, dosen-dosen serta beberapa mahasiswa Matematika UIM yang telah memberikan dukungan baik secara finansial (materil) maupun moril dalam pengembangan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, W. (2012). Analisa Dan Implementasi Metode Kohonen Newral Network Untuk Pengenalan Karakter Huruf Arab.
- Dewi, K. (2015). *Cara cepat membaca wajah*. Jakarta: PT. Ufuk publishing house.
- Fiqhi, Z. B., Isnanto, R. R., & Somantri, M. (2015). Pengenalan Tanda Tangan Menggunakan Analisis Komponen Utama(Principal Component Analysis) Dan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik. Semarang: Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang.
- Hardiansyah, B. (2015). Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Kohonen *Self Organizing Maps*. Dalam *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Irawan, I. M. (2004). Exploratory Data Analysis dengan JST-Kohonen SOM Struktur Tingkat Kesejahteraan daerah Tk II se Jawa Timur. Yogyakarta: SENATI Seminar Nasional.
- Juliasmi, T., Kartina, D. K., & Nugroho, E. S. (2012). Aplikasi pengenalan karakter manusia melalui bentuk bagian wajah menggunakan metode Backpropagation. *Jurnal teknik informatika* .
- Kusumaningsih, i. (2009). Ekstraksi Ciri Warna Bentuk Dan Tekstur Untuk Temu Kembali Citra Hewan. Dalam *Skripsi* (hal. 1). Bogor: Depertemen Ilmu Komputer Fakultas MIPA Institut Pertanian Bogor.
- Maylawati, D. s. (2010). Pengenalan karakter manusia melalui bentuk wajah dengan metode backpropagation jaringan syaraf tiruan. *jurnall universitas pendidikan Indonesia* .
- Mu'min, A. (2015). *how are you 2*. jakarta: penebar swadaya grup.
- Prasetyo, D. S. (2013). *Membaca Wajah Orang*. Jogja: Diva Press.

Pratama, Y. (2015). 1 menit bisa membaca wajah, pikiran, dan karakter orang lain. Yogyakarta: Real books.

Primanita, A., & Anggraini, D. R. (2015). Pengenalan Wajah Menggunakan Principal Component Analysis Dan *Self Organizing Maps*. Seminar Nasional Tekhnologi Informasi Dan Komunikasi , 465-466.

Siang, J. J. (2005). Jaringan syaraf tiruan dan pemrogramannya menggunakan Matlab. Yogyakarta: Andi.

Tickle, N. R. (2015). *Cara cepat membaca wajah*. jakarta: Change.