

PENDETEKSIAN WAJAH SECARA *REALTIME* MENERAPKAN JARINGAN BACKPROPAGATION

Cut Lika Mestika Sandy¹

¹ Fakultas Komputer dan Multimedia, Universitas Islam Kebangsaan Indonesia, Aceh

ABSTRAK

Pendeteksian wajah merupakan langkah awal yang dibutuhkan bagi berbagai macam aplikasi komputer visi, pengenalan biometriks, dan berbagai aplikasi multimedia, seperti *tracking* wajah, pengenalan wajah, dan *video surveillance*. Pada riset yang dilakukan ini, sebuah sistem pendeteksi wajah yang cepat diajukan menerapkan jaringan *Backpropagation*. Sistem dikembangkan dari kualifikasi citra dengan implementasi operator sobel, dan selanjutnya citra terkondisi tersebut dilatih dan diuji. Unjuk kerja sistem yang dikembangkan dipertimbangkan berdasarkan dua perbandingan unjuk kerja, *detection rate* and *false positive rate*. Hasil penilaian menunjukkan bahwa unjuk kerja sistem yang terjadi memiliki *detection rate* berkisar dari 70% hingga 85%. Untuk pengembangan kualitas unjuk kerja sistem dalam penelitian yang akan datang, sistem yang dikembangkan dapat dikombinasikan dengan salah satu dari uji kompleksitas video, segmentasi warna kulit, atau uji statistika.

Kata Kunci: deteksi wajah, jaringan Backpropagation, *detection rate*, *false positive rate*, Video.

ABSTRACT

Face detection is the first step required for various applications for computer vision, biometric recognition, and various multimedia applications, such as face tracking, face recognition, and video surveillance. In this research, a rapid face detection system was proposed applying the Backpropagation network. The system is developed from image qualification with the implementation of the sobel operator, and then the conditioned image is trained and tested. The performance of the developed system is considered based on two performance comparisons, detection rate and false positive rate. The assessment results show that the system performance that occurs has a detection rate ranging from 70% to 85%. For the development of system performance quality in future research, the developed system can be combined with one of the video complexity tests, skin color segmentation, or statistical tests.

Keywords: *face detection, Backpropagation network, detection rate, false positive rate, Video*

1. PENDAHULUAN

Wajah adalah karakteristik pembanding yang sering digunakan sebagai kunci untuk mengenal identitas seseorang (Prakash N, Kalavdekar. 2010: Jurnal). Deteksi wajah merupakan salah satu contoh pendeteksian objek yang paling menarik yang mengizinkan mesin berinteraksi dengan manusia pada pengenalan wajah. Wajah merupakan karakteristik pembeda yang sering digunakan sebagai pusat untuk mengenal identitas seseorang [8].

Penelitian ini dilakukan pada sebuah sistem pendeteksi wajah yang cepat, diajukan menerapkan jaringan *Backpropagation*. Sistem dikembangkan dari kualifikasi citra dengan implementasi operator sobel, dan selanjutnya citra terkondisi tersebut dilatih dan diuji. Pada penelitian ini model Jaringan *Backpropagation* akan diujicobakan untuk membangun sistem pendeteksian wajah.

2. METODE PENELITIAN

Pada sistem waktu-nyata, pendeteksian wajah harus dibangun berdasarkan uraian berikut:

1. Penggunaan komputasi yang tepat, hal ini mutlak diperlukan bagi sistem selama pengembangan lanjut sebagai sistem biometriks pengenalan wajah, pengenalan ekspresi, dan lain-lain. Penerapan komputasi

yang sangat kompleks pada sistem pendeteksian wajah akan sangat berpengaruh kepada kelancaran kinerja dalam interpretasi pola.

2. Nilai keakuratan pendeteksian sistem. Di saat penelitian ini perbandingan *detection rate* dan *false positive rate* digunakan sebagai pola pengukuran unjuk kerja sistem.

Berbagai macam penelitian pendeteksian wajah yang sudah dilakukan selalu melibatkan komputasi yang kompleks. Komputasi yang begitu kompleks pada sistem pendeteksi wajah telah diketahui dapat meningkatkan keakuratan unjuk kerja sistem, tetapi dalam sistem waktu-nyata, komputasi yang kompleks akan mempengaruhi cepat atau lambatnya unjuk kerja video, terlebih lagi pada sistem biometriks yang berhubungan dengan jumlah record yang besar.

Para peneliti berusaha menemukan komputasi yang hemat dan handal dalam sistem pendeteksian wajah, dikarenakan sistem biometriks wajah di waktu mendatang akan bersangkutan dengan beberapa record yang besar seiring peningkatan kecepatan kenaikan penduduk dunia. Sampai saat ini para peneliti masih belum menemukan komputasi yang begitu hemat dan handal selama pendeteksian wajah yang akan diterapkan pada sistem biometriks wajah atau sistem lainnya yang berhubungan dengan wajah. Strategi komputasi yang telah diterapkan masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan.

Penetapan penggunaan komputasi yang hemat dan handal tersebut menjadi tantangan dan konsentrasi dalam penelitian ini. Teknologi komputasi semakin luas penggunaannya setelah ditemukannya metode komputasi Jaringan Syaraf Tiruan pada tahun 1960. Berbagai model Jaringan Syaraf tiruan yang umum dikenal luas diantaranya adalah model Hebb, model Perceptron, model Adaline/Madaline, *Backpropagation* dan model Hopfield.

2.1. Konvolusi

Suatu cara untuk mengkombinasikan dua buah sinyal disebut konvolusi [4]. Konvolusi 2 hasil fungsi $f(x)$ dan $g(x)$ didefinisikan sebagai:

$$h(x) = f(x) \otimes g(x) \cong \int_{-\infty}^{\infty} f(a)g(x-a)da \dots\dots\dots 1$$

notasi ialah operator konvolusi. Menurut fungsi diskrit konvolusi didefinisikan sebagai,

$$h(x) = f(x) \otimes g(x) \cong \sum_{a=-\infty}^{\infty} f(a)g(x-a) \dots\dots\dots 2$$

di mana merupakan kernel konvolusi atau kernel filter.

Bagi fungsi dua dimensi, proses konvolusi didefinisikan sebagai: (untuk fungsi kontinu)

$$h(x, y) = f(x, y) \otimes g(x, y) \cong \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(a, b)g(x-a, y-b)dadb \dots\dots\dots 3$$

dan bagi fungsi diskrit, didefinisikan sebagai:

$$h(x, y) = f(x, y) \otimes g(x, y) \cong \sum_{-\infty}^{\infty} \sum_{-\infty}^{\infty} f(a, b)g(x-a, y-b) \dots\dots\dots 4$$

Fungsi filter disebut juga filter konvolusi, mask konvolusi, kernel konvolusi, atau template [2].

2.2. Deteksi Wajah

Ada beberapa strategi yang telah dilakukan oleh beberapa para peneliti di dalam mengembangkan sistem pendeteksian wajah. Secara umum aturan yang diterapkan pada sistem pendeteksian wajah dapat diklasifikasikan menjadi :

1. *Knowledge-based method* Metode ini biasanya untuk lokalisasi wajah.
2. *Feature invariant approach* Metode ini biasanya untuk lokalisasi wajah.
3. *Template matching method*. Metode ini biasanya untuk lokalisasi wajah maupun deteksi wajah.
4. *Appearance-based method* . Metode ini biasanya digunakan untuk deteksi wajah[1][7].

2.3. Jaringan Adaline dan Madaline

Adaptive Linear Neuron (ADALINE) adalah threshold dalam melakukan proses penjumlahan linier seluruh masukan pada jaringannya. Pengklasifikasian bobot interkoneksi pada jaringan ADALINE dilakukan menggunakan Persamaan (5):

$$W_{k+1} = W_k + \sim(-\nabla_k) \dots\dots\dots 5$$

Gradien sesaat dihitung berdasarkan kuadrat error sesaat, dapat dilihat pada Persamaan (6):

$$\nabla_k = \frac{\partial V_k^2}{\partial W_k} = \begin{Bmatrix} \frac{\partial V_k^2}{\partial W_{0k}} \\ M \\ \frac{\partial V_k^2}{\partial W_{nk}} \end{Bmatrix}$$

$$W_{k+1} = W_k + \sim(-\nabla_k) = W_k - \sim \frac{\partial V_k^2}{\partial W_k}$$

$$W_{k+1} = W_k - 2\sim v_k \frac{\partial v_k}{\partial W_k} = W_k - 2\sim v_k \frac{\partial (d_k - W_k^T x_k)}{\partial W_k}$$

$$W_{k+1} = W_k + 2\sim v_k X_k$$

jika $2\sim = y$

$$W_{k+1} = W_k + yv_k X_k \dots\dots\dots 6$$

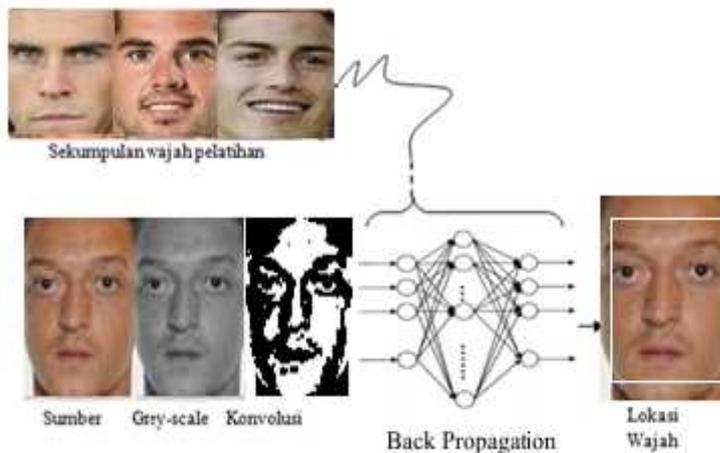
Keterangan:

- ~ merupakan konstanta belajar.
- v_k merupakan error pada iterasi ke-k.
- y merupakan konstanta belajar yang bernilai 2~ [2][3][8].

Pada setiap iterasi nilai error akan selalu berkurang, sehingga proses belajar yang seperti itu disebut juga sebagai proses belajar dengan algoritma gradient descent . Sistem MADALINE memiliki satu lapisan ADALINE yang dihubungkan dengan satu unit MADALINE. Jika lebih dari setengah keluaran ADALINE adalah +1, maka unit keluaran MADALINE ialah +1.

2.4. Skema Sistem

Skema sistem pendeteksi wajah yang dibangun dipenelitian ini diilustrasikan pada Gambar 1.

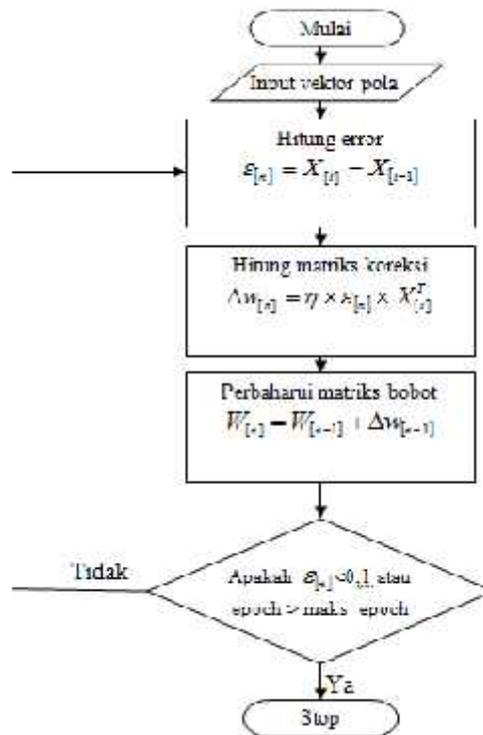


Gambar 1. Skema sistem pendeteksi wajah pada video.

Mengenai tahapan yang dilakukan sesudah sistem menerima input video adalah tahapan grey-scale, konvolusi, dan uji pengenalan pola wajah melalui jaringan *Backpropagation*. Dalam tahap *pre-processing*, video sumber yang menjadi inputan akan di-resize terlebih dahulu untuk menghemat waktu dan jumlah iterasi. Sesudah *resizing*, video akan direpresentasikan pada bentuk satu kanal, dan diakhiri dengan pendeteksian tepi melalui proses konvolusi. Pada proses utama, komputasi menggunakan jaringan *Backpropagation*, vektor pola wajah akan dilatih untuk mendapatkan sebuah matriks bobot, yang selanjutnya matriks bobot tersebut digunakan sebagai matriks pengujian.

2.5. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf yang digunakan pada sistem ini menggunakan jenis ADALINE dengan algoritma belajar Widrow-Hoff, dimana diagram alir dari algoritma belajar Widrow-Hoff ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 2 Skema algoritma Widrow-Hoff.

Dalam tahapan ini, jaringan menerima inputan struktur pola. Struktur pola inputan adalah sebarisan pola tepi-tepi objek yang potensial mengandung wajah atau bukan wajah, dan selanjutnya jaringan menjalankan perhitungan error. Setelah perhitungan error dijalankan, jaringan melakukan perhitungan matriks koreksi, dan diakhiri dengan pembaharuan matriks bobot. Langkah-langkah ini terus diulang sehingga tercapai error minimum atau sudah memenuhi batas iterasi maksimum.

2.6. Parameter Pengukuran Evaluasi Unjuk Kerja Sistem

Pengukuran evaluasi unjuk kerja sistem pendeteksi wajah rata-rata menggunakan dua parameter, yaitu *detection rate* dan *false positive rate* [6][8]. *Detection rate* adalah perbandingan atau prosentase jumlah wajah yang berhasil dideteksi per seluruh jumlah wajah yang diuji, sedangkan *false positive rate* merupakan jumlah objek bukan wajah yang dideteksi sebagai wajah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Deteksi Wajah

Pengujian sistem pendeteksi wajah dilakukan atas empat karakteristik citra. Karakteristik pertama merupakan citra yang memuat latar belakang yang sederhana dengan wajah tanpa orientasi, karakteristik kedua merupakan citra yang memuat latar belakang yang sederhana dengan wajah memiliki orientasi,

karakteristik ketiga merupakan citra yang memuat latar belakang yang kompleks dengan wajah tanpa orientasi, dan karakteristik keempat merupakan citra yang memuat latar belakang yang kompleks dengan wajah memiliki orientasi.

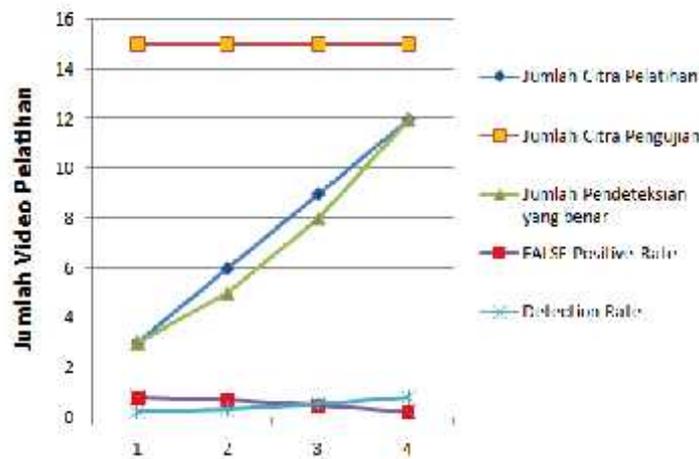
3.2. Pengukuran unjuk kerja sistem pendeteksi wajah

Tabel 1, mengilustrasikan beberapa hasil pengukuran unjuk kerja sistem pendeteksian wajah (a_1). Hasil evaluasi sistem membuktikan bahwa kenaikan detection rate sangat terkait dengan penambahan jumlah pelatihan.

Tabel 1. Hasil unjuk kerja sistem pendeteksi wajah (a_1).

Jumlah Citra Pelatihan	Jumlah Citra Pengujian	Jumlah Pendeteksian yang benar	False Positive Rate	Detection Rate
3	15	3	0,80	0,20
6	15	5	0,67	0,33
9	15	8	0,47	0,53
10	15	12	0,20	0,80

Grafik Unjuk Kerja Sistem Deteksi Wajah



Gambar 3. Grafik unjuk kerja sistem pendeteksi wajah (a_1).

Keterangan:

a_1 : Citra yang memuat latar belakang sederhana dengan wajah yang tanpa orientasi

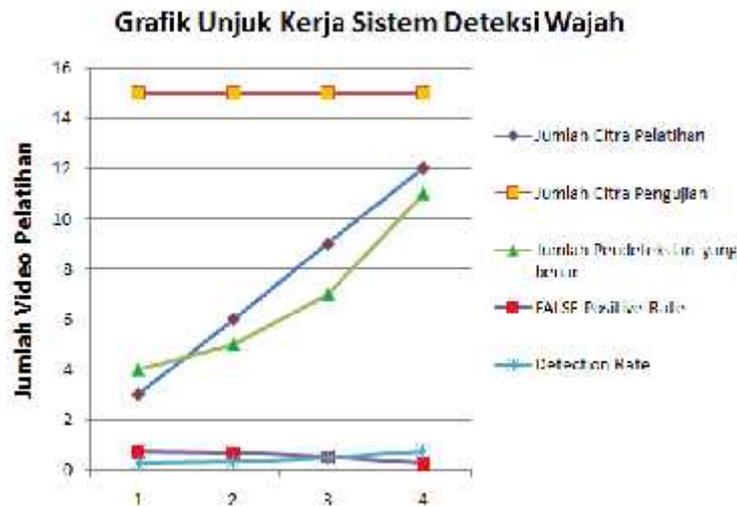
Pada Gambar 3, grafik mengilustrasikan pengujian dan pengukuran unjuk kerja dilakukan setelah 3 vektor pola wajah dalam video dilatih untuk keseluruhan karakteristik citra (a_1). Jumlah citra pengujian adalah sebanyak 15 vektor pola wajah dalam video, untuk seluruh tahap pelatihan. Pada tahap awal pengujian dilakukan pada sistem yang telah dilatih 3 vektor pola wajah, dan diperoleh nilai detection rate untuk $a_1 = 0,27$ atau 27%.

Pada tahap kedua pengujian dilakukan pada sistem yang telah dilatih 6 vektor pola wajah, dan diperoleh nilai detection rate untuk $a_1 = 0,33$ atau 33%. Pada tahap ketiga pengujian dilakukan pada sistem yang telah dilatih 9 vektor pola wajah, dan diperoleh berturut-turut nilai detection rate untuk $a_1 = 0,53$ atau 53%. Dan Pada tahap akhir pengujian dilakukan pada sistem yang telah dilatih 12 vektor pola wajah, dan diperoleh berturut-turut nilai detection rate untuk $a_1 = 0,80$ atau 80%. Pada citra yang memuat latar belakang sederhana dengan wajah memiliki orientasi (a_2), sistem pendeteksi wajah memiliki tingkat keakuratan sebesar 73%. Tabel 2 mengilustrasikan beberapa hasil pengukuran unjuk kerja sistem pendeteksian wajah (a_2).

Tabel 2. Hasil unjuk kerja sistem pendeteksi wajah (a_2).

Jumlah Citra Pelatihan	Jumlah Citra Pengujian	Jumlah Pendeteksian yang benar	False Positive Rate	Detection Rate
3	15	4	0,73	0,27
6	15	5	0,67	0,33
9	15	7	0,53	0,47
12	15	11	0,27	0,73

Tampak pada gambar dibawah, menunjukkan grafik hasil unjuk kerja sistem pendeteksi wajah (a_2).



Gambar 4. Grafik unjuk kerja sistem pendeteksi wajah (a_2)

a_2 : Citra yang memuat latar belakang sederhana dengan wajah yang memiliki orientasi

Pada Gambar 4, grafik mengilustrasikan pengujian dan pengukuran unjuk kerja dilakukan setelah 3 vektor pola wajah dalam video dilatih untuk keseluruhan karakteristik citra (a_2). Jumlah citra pengujian adalah sebanyak 15 vektor pola wajah dalam video, untuk seluruh tahap pelatihan. Pada tahap awal pengujian dilakukan pada sistem yang telah dilatih 3 vektor pola wajah, dan diperoleh nilai detection rate untuk $a_2 = 0,27$ atau 27%.

Pada tahap kedua pengujian dilakukan pada sistem yang telah dilatih 6 vektor pola wajah, dan diperoleh nilai detection rate untuk $a_2 = 0,33$ atau 33%. Pada tahap ketiga pengujian dilakukan pada sistem yang telah dilatih 9 vektor pola wajah, dan diperoleh berturut-turut nilai detection rate untuk $a_2 = 0,47$ atau 47%. Dan Pada tahap akhir pengujian dilakukan pada sistem yang telah dilatih 12 vektor pola wajah, dan diperoleh berturut-turut nilai detection rate untuk $a_2 = 0,73$ atau 73%.

Hasil percobaan untuk (a_1) dan (a_2) menunjukkan bahwa detection rate sangat dipengaruhi oleh kekomplesitasan citra. Selama jumlah citra pelatihan yang sama, maka hasil unjuk kerja detection rate yang didapat adalah (a_1) > (a_2).

4. SIMPULAN

Hasil penelitian membuktikan bahwa sistem pendeteksi wajah menggunakan pendekatan jaringan Backpropagation memiliki detection rate berkisar dari 70% hingga 85%. *Persentase detection rate* tersebut membuktikan bahwa jaringan *Backpropagation* dapat digunakan sebagai salah satu pendekatan untuk pendeteksian wajah pada video.

Keunggulan jaringan backpropagation adalah kemampuan pengenalan pola wajah dengan jumlah data pelatihan yang tidak terlalu besar, dan sangat tepat untuk diterapkan pada sistem biometriks yang membutuhkan proses pendeteksi wajah.

Sistem pendeteksian wajah menggunakan *Backpropagation* mampu bekerja dengan baik pada citra yang memiliki latar belakang yang tidak memiliki orientasi wajah, sebaliknya pada citra yang memuat latar

belakang yang memiliki orientasi wajah yang beragam, system pendeteksian wajah menggunakan pendekatan *backpropagation* memiliki *false positive rate* yang tinggi, atau memiliki peluang error berkisar 30%.

REFERENCES

- [1] Anila, S dan Devarajan, N. 2010. Simple and Fast Face Detection System Based on Edges. *International Journal of Universal Computer Sciences* (Vol.1-2010/Iss.2), pp. 54-58.
- [2] Fadlisyah dan Rizal. 2011. *Pemrograman Computer Vision pada Video*, Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [3] Haykin, Simon. 1999. *Neural Networks : A Comprehensive Foundation*. Prentice Hall, New Jersey United States of America.
- [4] Heeger, David. 2000. *Handout Signals, Linear Systems, and Convolution*. Center for Neural Science, New York University.
- [5] Huiyu, Z., Wu, J & Zhang, J. 2010. Digital Image Processing, Part I. bookboon.com The Ebook Company.
- [6] Kadir, Abdul. 2013. *DasarPengolahan Citra dengan Delphi.*, Andi Yogyakarta, ISBN 978-979-29-3508-0.
- [7] Nugroho, Setyo. 2004. Sistem Pendeteksi Wajah Manusia pada Citra Digital. *Tesis S2 Ilmu Komputer Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada* Jogjakarta.
- [8] Prakash N, Kalavdekar. 2010. Face Detection Using Neural Network. *International Journal of Computer Applications* (0975 - 8887) Volume 1 – No. 16 2010.
- [9] W. Pandjaitan, Lanny. 2007. *Dasar-dasar Komputasi Cerdas*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.