

# Pengenalan Ekspresi Wajah dalam Waktu Nyata Menggunakan Hausdorff Distance

Erick Paulus, S.Si, M.Kom<sup>1)</sup>, Dr. Setiawan hadi<sup>2)</sup>, Ino Suryana, M.Kom<sup>3)</sup>, Mayanatela Putri<sup>4)</sup>

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21 Jatinangor Sumedang 45363

Email : erick\_paulus@yahoo.com<sup>1)</sup>, shadi@gmail.com<sup>2)</sup>, inosur@gmail.com<sup>3)</sup>, mayanatela@gmail.com<sup>4)</sup>

## ABSTRACT

This paper presents the analysis of facial expression recognition using Hausdorff Distance to identify the expression of sad, happy and surprised. For Identification, it depends on the matching of bezier curves for each face components(left eye, right eye, and mouth). First, we build bezier curve using exact measurement and position crop(EMPC). Second, we use principal component analysis(PCA) to construct bezier curve. Application prototype is built using C#.Net dan Emgu CV and tested in real time case. The result shows that face component detection influence the expression recognition. Detection process with EMPC is more accurate in expression recognition than PCA. But EMPC method can works only in face perpendicular position, while Emgu CV can detect the position of the face oblique and perpendicular.

## Key words

Face Expression, Bezier Curve, Housdorff Distance, Emgu

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, komputer semakin diharapkan memiliki kecerdasan sosial. Kemampuan untuk mengerti serta mengelola sosial sinyal yang keluar pada seseorang yang sedang berkomunikasi adalah inti dari kecerdasan sosial [1]. Manusia mengharapkan komputer dapat mengerti sinyal sosial yang keluar dari diri manusia.

Sinyal sosial yang keluar dari dalam diri manusia dapat ditunjukkan melalui banyak hal, diantaranya ekspresi wajah. Komputer akan memproses isyarat yang ditunjukkan pada wajah untuk nantinya akan diklasifikasikan lebih lanjut sinyal sosial yang keluar pada diri manusia melalui wajah. Pada penelitian ini, wajah yang telah terdeteksi akan diambil mata dan mulutnya untuk didapatkan informasi didalamnya. Mata dan mulut didapatkan dengan menggunakan dua metode, yaitu

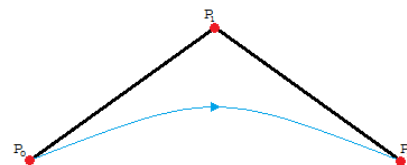
pemotongan posisi dan ukuran tertentu, dan yang kedua adalah emgu CV. Gambar mata dan mulut yang didapat akan dibentuk ulang menjadi kurva Bézier yang nantinya akan dihitung jaraknya dengan kurva Bézier *ground truth* menggunakan Hausdorff Distance. Kurva dengan jarak yang terkecil dianggap sinyal sosial yang dikeluarkan dari wajah manusia.

Metode kurva Bézier dan Hausdorff Distance sebelumnya pernah dilakukan oleh Yong Hwan Lee [2] dimana Yong Hwan Lee menggunakan feature map untuk pendeteksian mata dan mulut. Namun pengujian yang dilakukan Yong Hwan Lee hanya terbatas pada gambar, tidak *real time*. Makalah ini menggunakan pemotongan tertentu dan yang kedua adalah principal component analysis untuk mendeteksi mata dan mulut pada program pengenalan ekspresi wajah *real time*, serta didapatkan hasil pengenalan ekspresi wajahnya dengan menggunakan kurva Bézier dan Hausdorff Distance.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Kurva Bézier

Kurva Bézier dapat mempresentasikan kurva Bézier yang lebih tinggi derajatnya [3]. Penggambaran pada bagian mata dan mulut akan menggunakan kurva Bézier kuadratik dimana terdapat tiga titik yaitu  $P_0$ ,  $P_1$ ,  $P_2$  dimana  $P_0$  dengan  $P_1$  dan  $P_1$  dengan  $P_2$  membentuk kurva linear seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Pembuatan Kurva Bézier kuadratik

Maka  $P(t)$  dimana  $t \in [0,1]$  dapat ditulis sebagai berikut:

$$P(t) = (1-t)^2 \cdot P_0 + 2 \cdot (1-t) \cdot t \cdot P_1 + t^2 \cdot P_2 \quad \dots(1)$$

## 2.2 Hausdorff Distance

Hausdorff *Distance* digunakan untuk mendapatkan nilai jarak maksimum dari dua buah kurva. Semakin mendekati angka nol, maka kedua buah kurva dinilai semakin mirip. Pada pengenalan ekspresi wajah, metode ini dapat digunakan untuk menghitung jarak antara kurva Bézier mata kanan, mata kiri, dan mulut yang berada di *database*. Data rekaman yang dibandingkan dengan data *database* yang memiliki jarak terkecil akan diasumsikan memiliki emosi yang sama dengan yang berada di dalam *database*.

Hausdorff *Distance*, dinotasikan  $d_H(p,q)$ , diantara dua buah kurva  $p$  dan  $q$ , dimana  $a \in p$ ,  $b \in q$  dan nilai  $d(a,b) = \sqrt{(X_a - X_b)^2 + (Y_a - Y_b)^2}$  dapat dituliskan sebagai berikut:

$$d_h(p,q) = \max\{ \max_{a \in p} \min_{b \in q} d(a,b), \max_{b \in q} \min_{a \in p} d(a,b) \} \quad \dots(2)$$

## 2.3 Emgu CV

OpenCV adalah seperangkat pustaka visi komputer berbasis *open source*. EmguCV adalah lintas platform .Net yang dipaketkan kedalam OpenCV pada proses pengolahan citra. Dengan EmguCV, fungsi-fungsi pada OpenCV dapat dipanggil dengan bahasa pemrograman yang kompatibel dengan .NET seperti C#, VB, VC++, IronPython dan lainnya [4]. OpenCV menggunakan algoritma pembelajaran oleh mesin untuk mencari suatu gambar. Algoritma akan memecah tugas untuk mengidentifikasi wajah menjadi ribuan tugas yang lebih kecil. Tugas tersebut dinamakan *classifier*. Namun, apabila terdapat banyak *classifier* membuat komputer melakukan banyak perhitungan. Untuk mengatasi hal tersebut, openCV menggunakan *cascades*. OpenCV *cascade* memecahkan masalah dalam mendeteksi wajah menjadi beberapa tahapan. Dalam pendeteksian wajah dan komponen wajah, openCV menggunakan face detector yang disebut Haar-cascade classifier. Classifier menggunakan data yang disimpan pada XML yang nantinya akan dipanggil pada saat dibutuhkan. Principal Component Analysis digunakan Emgu CV untuk mendeteksi wajah dan komponen wajah.

## 3. Hasil Percobaan

### 3.1 Deteksi Wajah menggunakan Emgu CV

Pada saat tombol aktifkan kamera ditekan, secara otomatis kamera merekam adegan dimana resolusi yang digunakan adalah 320 x 240. Apabila terdeteksi wajah, gambar wajah akan dikotakan seperti pada gambar 2. Citra wajah yang akan diuji harus jelas mata dan mulutnya serta tidak terdapat aksesoris pada wajahnya.



Gambar 2. Tampilan Saat Wajah Terdeteksi

### 3.2 Deteksi Komponen wajah

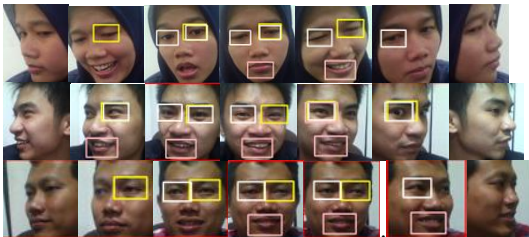
- Pemotongan dengan posisi dan ukuran tertentu  
Pemotongan ini merupakan deteksi komponen wajah untuk mata kiri, mata kanan dan mulut pada posisi yang telah diukur. Apabila wajah telah terdeteksi, maka posisi mata dan mulut dapat langsung ditentukan. Namun kelemahan pada metode ini adalah apabila posisi wajah yang terdeteksi tidak tegak lurus maka mata dan mulut yang terdeteksi akan menjadi tidak tepat. Gambar 3 menggambarkan salah satu contoh saat pendeteksian komponen wajah dengan menggunakan pemotongan posisi dan ukuran tertentu.



Gambar 3 Deteksi Komponen Wajah dengan pemotongan posisi dan ukuran tertentu

- EmguCV  
Deteksi komponen wajah dengan menggunakan EmguCV tidak bergantung pada wajah yang telah terdeteksi. Setiap mata dan mulut memiliki xml tersendiri. Mata dan mulut yang dideteksi langsung diberikan kotak seperti pada gambar 3. Kelemahan yang ada pada metode ini adalah mata dan mulut tidak terdeteksi pada saat yang bersamaan dan ada kemungkinan mulut tidak terdeteksi apabila tertutup

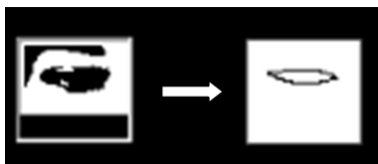
oleh jenggot atau kumis. Namun dengan menggunakan EmguCV, posisi wajah tidak harus tegak lurus pada saat pengujian. Gambar 4 menampilkan hasil deteksi komponen wajah berupa mata kiri, mata kanan dan mulut berdasarkan beberapa arah wajah.



Gambar 4 Deteksi Komponen Wajah dengan Emgu CV

### 3.3 Pembuatan Kurva Bézier

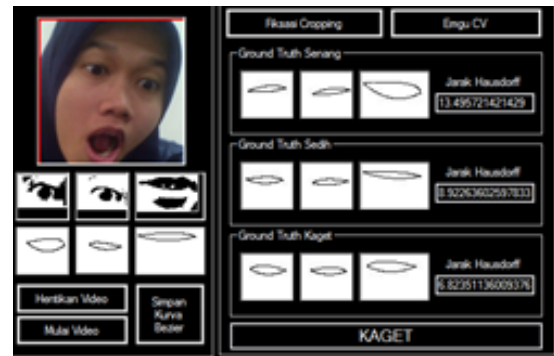
Dari hasil mata dan mulut yang didapat, gambar mata dan mulut menjadi biner dan dilakukan operasi untuk menghilangkan *noise* yang bukan bagian dari mata dan mulut. Komputer mencari posisi empat titik pada mata dan mulut, yaitu titik paling atas, paling kiri, paling kanan, dan paling bawah. Setelah empat posisi titik diketahui, dibuatlah dua buah kurva Bézier kuadratik berdasarkan titik-titik yang telah diketahui. Kurva Bézier kuadratik pertama merupakan kurva yang terbentuk dari titik paling kiri, paling atas dan paling kanan. Sedangkan kurva Bézier kedua merupakan kurva yang terbentuk dari titik paling kanan, paling bawah dan paling kiri. Kedua gambar kurva Bézier kuadratik digabungkan, hasilnya akan seperti yang digambarkan pada gambar 5.



Gambar 5. Pembuatan Kurva Bézier

### 3.4 Klasifikasi menggunakan Hausdorff Distance

Kurva Bézier yang telah terbentuk dihitung jaraknya dengan kurva Bézier *ground truth* dengan menggunakan Hausdorff Distance. Jarak terkecil merupakan kunci untuk menentukan sinyal sosial apa yang akan ditampilkan pada aplikasi pengenalan ekspresi wajah, lihat gambar 5.



Gambar 5 Analisa Ekspresi Wajah

Uji coba program dilakukan dengan melakukan 5 kali percobaan untuk setiap ekspresi, dimana ekspresi secara acak dimunculkan. Uji coba program dijalankan kepada 10 orang pengguna.

- Dengan pemotongan posisi dan ukuran tertentu (EMPC) Hasil pengujian dengan pendeteksian mata dan mulut menggunakan EMPC dapat dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Percobaan Berhasil EMPC

Pengguna	Jumlah Percobaan Berhasil		
	Senang	Sedih	Kaget
1	4	3	4
2	3	3	4
3	3	4	2
4	5	2	3
5	5	1	4
6	2	3	4
7	6	1	3
8	4	2	3
9	5	4	0
10	4	4	0
Total	41	27	27

Dari tabel 1, didapat tingkat keberhasilan EMPC adalah sebagai berikut

$$\frac{41 + 27 + 27}{50 + 50 + 50} * 100\% = \frac{95}{150} * 100\% = 63.33\%$$

- Dengan EmguCV (menggunakan PCA) Hasil pengujian dengan pendeteksian mata dan mulut menggunakan EmguCV dapat dijelaskan pada tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Percobaan Berhasil EmguCV

Pengguna	Jumlah Percobaan Berhasil		
	Senang	Sedih	Kaget
1	3	5	0
2	2	4	5
3	5	2	3
4	3	2	5
5	5	0	4
6	5	1	2
7	4	2	4
8	5	5	0
9	4	1	3
10	5	1	0
Total	41	23	26

Dari tabel 2, didapat tingkat keberhasilan EMPC adalah sebagai berikut:

$$\frac{41 + 23 + 26}{50 + 50 + 50} * 100\% = \frac{90}{150} * 100\% = 60\%$$

Aplikasi yang dibangun masih rentan terhadap cahaya terang yang ada di depan atau di belakang objek serta cahaya yang terpantul dari objek sekitarnya.

#### 4. Kesimpulan

1. Pemotongan posisi dan ukuran tertentu (EMPC) memiliki kelemahan pada posisi wajah yang terdeteksi harus tegak lurus. Namun, kelebihan adalah apabila wajah terdeteksi, secara otomatis mata dan mulut terdeteksi.
2. PCA dalam EmguCV memiliki kelemahan pada pendeteksiannya, terkadang mulut tidak terdeteksi saat terdapat wajah. Namun, kelebihan emguCV, tidak harus perekaman tegak lurus.
3. Tingkat keberhasilan EMPC sebesar 63,33% dan PCA adalah sebesar 60%

#### REFERENSI

- [1] Vinciarelli A., Pantic M., and Bourlard H., 2009, "Social signal processing : Survey of an emerging domain.", *Image and Vision Computing*, hal 1743-1759.
- [2] Lee Y., 2013, "Detection and Recognition of Facial Emotion using Bezier Curves.", Dankook University, Gyeonggi-d.
- [3] Siahposhha, Hossein S.A, 2012, "Approximation Methods for Quadratic Bézier Curve, by Circular Arcs within a Tolerance Band", SE Seminar aus Informatik, Salzburg.
- [4] Santoso H., Harjoko A., 2013, "Haar Cascade Classifier dan Algoritma Adaboost untuk Deteksi Banyak Wajah dalam Ruang Kelas", *Jurnal Teknologi*, Vol. 6, No.2, Yogyakarta.

**Erick Paulus**, memperoleh gelar Sarjana Matematika dari Universitas Padjadjaran, Indonesia tahun 2004. Kemudian tahun 2006 memperoleh gelar Master Ilmu Komputer dari Universitas Gadjah Mada, Indonesia. Saat ini sebagai Staf Pengajar program studi Teknik Informatika Universitas Padjadjaran.

**Setiawan Hadi**, memperoleh gelar Sarjana Matematika dari Universitas Padjadjaran, Indonesia tahun 1991. Kemudian tahun 1996 memperoleh gelar Master dalam Computer Science UNB, Kanada. Lalu tahun 2008 memperoleh gelar Doktor Informatika dari Institut Teknologi Bandung. Saat ini sebagai Staf Pengajar program studi Teknik Informatika Universitas Padjadjaran.

**Ino Suryana**, memperoleh gelar Sarjana Matematika dari Universitas Padjadjaran, Indonesia tahun 1986. Kemudian tahun 1998 memperoleh gelar Master Ilmu Komputer dari Universitas Indonesia. Saat ini sebagai Staf Pengajar program studi Teknik Informatika Universitas Padjadjaran.

**Mayanatela Putri**, merupakan mahasiswa Sarjana Matematika dari Universitas Padjadjaran, Indonesia tahun 2010. Saat ini sebagai Asisten Laboratorium RAID Program Studi Teknik Informatika Universitas Padjadjaran.