

**SISTEM PENDETEKSI SENYUM BERDASARKAN
METODE *EDGE DETECTION*, *HISTOGRAM
EQUALIZATION*, DAN *NEAREST NEIGHBOR***

Eduard Royce¹, Ivanna K. Timotius², Iwan Setyawan³

Program Studi Teknik Elektro,

Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,

Universitas Kristen Satya Wacana,

Email: edoroyce@gmail.com¹, ivanna_timotius@yahoo.com²,

iwana.setyawan@ieee.org³

INTISARI

Ekspresi wajah adalah salah satu cara komunikasi bagi manusia untuk mengungkapkan perasaan, maksud, tujuan, dan pendapatnya kepada orang lain. Senyum merupakan salah satu ekspresi yang mewakili momen, kejadian ataupun perasaan bahagia dan banyak orang berusaha mengabadikan ekspresi ini. Karena itu, suatu sistem yang mampu mendeteksi ekspresi senyum, kemudian memerintahkan sebuah kamera untuk mengambil gambar, akan mempermudah usaha mengabadikan momen tersebut.

Pada tulisan ini, penulis merancang sebuah sistem pendeteksi senyuman yang menggunakan kombinasi metode *histogram equalization*, *edge detection*, dan metode klasifikasi *nearest neighbor* dengan perhitungan jarak terdekat menggunakan metode *euclidean distance*. Untuk menilai performa dari sistem pendeteksi senyum, digunakan *3-cross fold validation*. Dari hasil percobaan, sistem mampu mendeteksi senyum dengan tingkat akurasi 39.99% untuk pengklasifikasian tiga kelas berdasarkan jenis senyum (senyum tipis, senyum lebar, dan bukan senyum) dan memiliki tingkat akurasi sebesar 56.67% untuk pembagian menjadi 2 kelas (senyum dan bukan senyum).

Kata kunci: *edge detection, nearest neighbor, smile detector, histogram equalization*

1. PENDAHULUAN

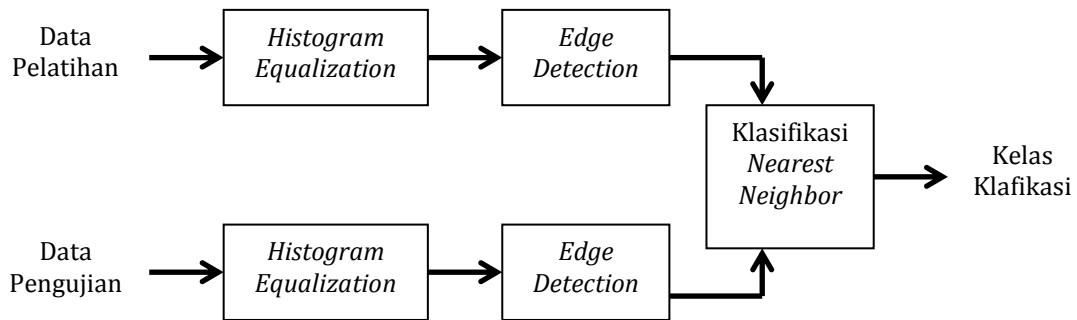
Manusia mampu menunjukkan berbagai macam ekspresi: marah, sedih, kecewa, senyum dan masih banyak lagi. Senyum merupakan salah satu ekspresi wajah manusia yang paling sederhana namun mempunyai banyak manfaat. Dari segi kesehatan, seperti dikutip dari tulisan Lee S. Berk yang dipresentasikan di sesi *American Physiological Society* pada konferensi *Experimental Biology* tahun 2006, senyum mampu menaikkan hormon *endorphin*, yaitu hormon yang menghilangkan rasa sakit dan menjadi obat penenang dan menambah konsentrasi IgA, yaitu zat yang berada di barisan pertahanan paling depan untuk melawan infeksi pernafasan bagian atas (*Upper Respiratory Infection*) [1][2]. Senyum juga mampu menghindarkan wajah dari kerutan keriput karena aliran darah di sekitar wajah menjadi lebih lancar dan ribuan syaraf di sekitar wajah mengalami pergerakan secara konstan sehingga otot wajah akan tetap kencang. Dari sisi psikologis, sebuah senyuman mampu memberikan semangat positif bagi diri sendiri maupun orang lain. Dari segi artistik, sebuah lukisan ataupun foto manusia yang menunjukkan ekspresi senyum memiliki nilai yang tinggi. Salah satu karya seni ekspresi manusia tersenyum yang sangat terkenal adalah lukisan Mona Lisa karya Leonardo Da Vinci.

Di kehidupan nyata, banyak orang berusaha mengabadikan ekspresi senyum karena ekspresi ini dianggap paling mewakili momen atau kejadian yang menyenangkan. Sistem yang mampu mendeteksi senyum akan membantu usaha orang untuk mengabadikan ekspresi senyum ini. Sistem yang dibangun pada tulisan ini bertujuan untuk mengklasifikasikan ekspresi wajah manusia ke dalam tiga kelas berdasarkan jenis senyuman maupun mengklasifikasikan menjadi dua kelas yaitu berdasarkan senyum dan bukan senyum.

Sistem pendeteksi senyum pada tulisan ini terdiri dari tahap pra proses menggunakan *histogram equalization*, metode *edge detection*, dan tahap klasifikasi menggunakan metode *nearest neighbor* dengan perhitungan jarak terdekat menggunakan metode *euclidean distance*. Blok diagram dari sistem diberikan oleh Gambar 1.

SISTEM PENDETEKSI SENYUM BERDASARKAN METODE *EDGE DETECTION*, *HISTOGRAM EQUALIZATION*, DAN *NEAREST NEIGHBOR*

Eduard Royce, Ivanna K. Timotius, Iwan Setyawan



Gambar 1. Blok diagram sistem

Bagian 2 tulisan ini membahas mengenai metode *histogram equalization*, bagian 3 membahas metode *edge detection*, bagian 4 membahas klasifikasi *nearest neighbor*, bagian 5 berisi hasil eksperimen, dan bagian 6 berisi kesimpulan dari tulisan ini.

2. HISTOGRAM EQUALIZATION

Histogram equalization bertujuan untuk meratakan distribusi nilai piksel sehingga kontras dari sebuah citra dapat diperbaiki [3]. Proses *histogram equalization* ditunjukkan dalam persamaan (1). Proses ekualisasi ini memanfaatkan *Cumulative Distribution Function (CDF)* dari nilai piksel pada sebuah citra yang dapat dilihat pada persamaan (2) [4]. *Histogram equalization* ini memperbaiki kontras sehingga berpotensi membantu proses klasifikasi. Contoh hasil dari suatu image yang mengalami *histogram equalization* diberikan pada Gambar 2.

$$s_k = T(r_k) = \text{round}\left(\frac{C(r_k) - 1}{n - 1} \times L\right) \quad (1)$$

$$C(r_k) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} \quad (2)$$

dengan

s_k = tingkat keabuan sebuah citra setelah ekualisasi

r_k = tingkat keabuan sebuah citra

$T(r_k)$ = transformasi dari ekualisasi

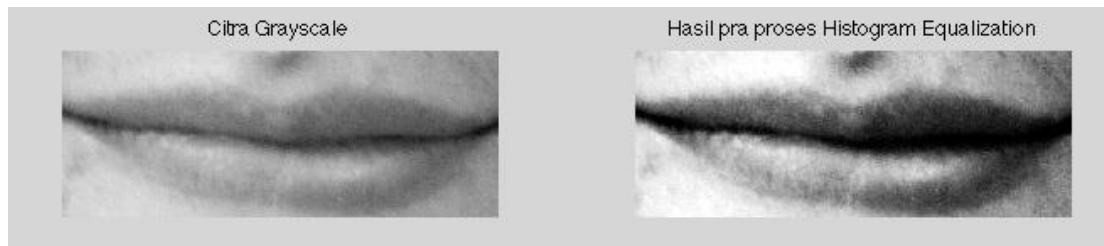
$C(r_k)$ = CDF dari r_k

n = jumlah piksel dari sebuah citra

L = rentang nilai tingkat keabuan

$k = 0, 1, 2, \dots, L-1$

n_j = jumlah piksel dengan tingkat keabuan r_k



Gambar 2. Hasil *Histogram Equalization*

3. EDGE DETECTION

Edge detection adalah salah satu proses ekstraksi fitur yang mengidentifikasi tepian citra, yaitu posisi dimana terjadi perubahan intensitas piksel secara tajam. Tepian dari suatu citra mengandung informasi penting dan mampu merepresentasikan objek-objek yang terkandung dalam citra tersebut meliputi bentuk, ukuran serta tekstur [5].

Pada perancangan kali ini digunakan operator Sobel karena mampu menghasilkan hasil ekstraksi paling halus dan memberikan kinerja paling baik dibandingkan operator Prewitt maupun operator Roberts [6][7]. Operator Sobel sensitif terhadap tepian diagonal daripada tepian vertikal dan horisontal, sehingga operator Sobel harus diterapkan secara terpisah untuk mendapatkan gradien horisontal dan gradien vertikalnya [8]. Operator Sobel diberikan oleh persamaan (3). Untuk mencari gradien gabungan dari operator Sobel digunakan persamaan (4). Contoh hasil *edge detection* menggunakan operator Sobel diberikan oleh Gambar 3.

$$S_v = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad S_h = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$S = \sqrt{S_v^2 + S_h^2} \quad (4)$$

dengan

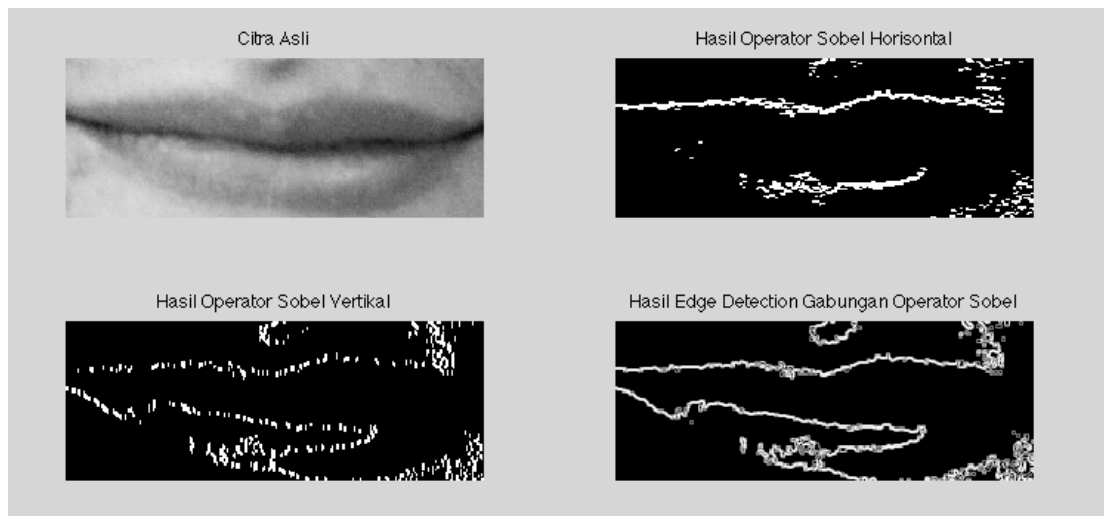
S_v = matrix operator Sobel vertikal

S_h = matrix operator Sobel horisontal

S = gradien gabungan dari operator Sobel vertikal dengan Sobel horisontal

SISTEM PENDETEKSI SENYUM BERDASARKAN METODE EDGE DETECTION, HISTOGRAM EQUALIZATION, DAN NEAREST NEIGHBOR

Eduard Royce, Ivanna K. Timotius, Iwan Setyawan



Gambar 3. Hasil *edge detection* menggunakan operator Sobel

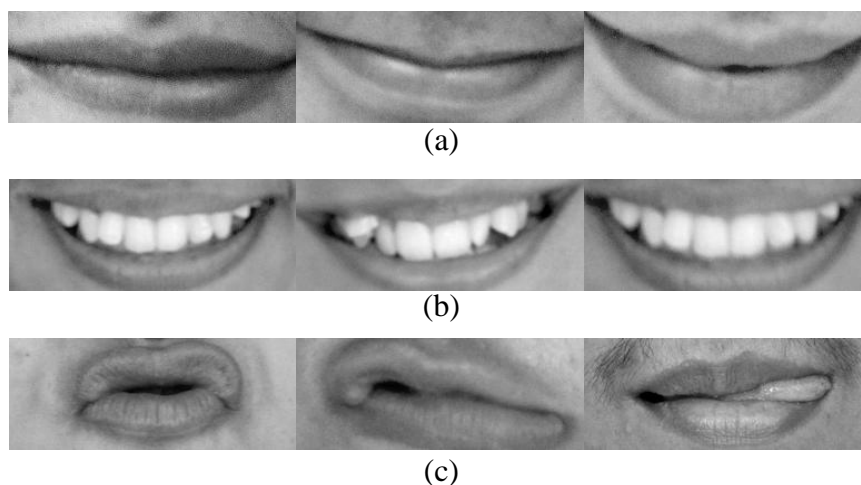
4. KLASIFIKASI DENGAN *NEAREST NEIGHBOR*

Nearest neighbor adalah metode klasifikasi yang mengelompokkan objek uji ke kelas yang memiliki sifat ketetanggaan (*neighborhood*) yang paling dekat terhadap objek latih [9]. Pada tulisan ini, klasifikasi *nearest neighbor* menggunakan perhitungan jarak terdekat dengan metode *Euclidean distance*. Klasifikasi dengan *nearest neighbor* bertujuan untuk memilih citra pelatihan dengan jarak terkecil terhadap citra yang diuji.

5. EKSPERIMEN DAN HASIL

Data yang digunakan dalam perancangan adalah citra yang diambil menggunakan kamera DSLR Canon 500D dengan *image quality small* yang berukuran awal 2352×1568 piksel. Citra ini kemudian di-*crop* secara manual di daerah bibir dengan ukuran 260×100 piksel. Sebelum diproses oleh sistem lebih lanjut, citra di *resize* menjadi berukuran 65×25 piksel lalu diubah ke citra *grayscale*. *Database* berasal dari 25 responden dan masing-masing responden diminta untuk berekspresi tersenyum tipis, tersenyum lebar, dan berekspresi sembarang selain tersenyum sebanyak 2 kali. Pembuatan *database* dilakukan dalam kondisi pencahayaan yang cukup. Total citra pada *database* untuk tulisan ini adalah 25 responden × 3 ekspresi × 2 kali = 150 citra. Masing-masing citra memiliki 65×25 piksel. Untuk dapat diproses oleh metode *nearest neighbor*, citra yang berukuran

65×25 piksel, diubah menjadi vektor kolom dengan dimensi 1625. Contoh citra dalam *database* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kelas-Kelas Klasifikasi

Gambar 4(a) adalah ekspresi senyum tipis, gambar 4(b) adalah ekspresi senyum lebar, gambar 4(c) bukan termasuk 2 kelas sebelumnya.

Proses perancangan dalam tulisan ini terdiri dari tiga tahap, tahap pertama adalah pra proses dengan menggunakan metode *histogram equalization*, tahap kedua adalah metode *edge detection*, dan tahap ketiga adalah klasifikasi menggunakan *nearest neighbor*.

Untuk menghitung keakuratan dalam sistem pendeteksi senyum ini digunakan metode *cross validation*. *Cross validation* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui rata-rata keberhasilan dari suatu sistem dengan cara melakukan perulangan (*run*) dengan mengacak variabel *input* sehingga sistem tersebut teruji untuk beberapa variabel *input* yang acak [10]. *Cross validation* dimulai dengan mengacak *database* dan membagi *database* sejumlah *fold* yang diinginkan. Pada perancangan ini dipakai *3-fold cross validation* dan dilakukan tes pengujian akurasi sebanyak 10 *run*.

Dari hasil eksperimen dengan sistem pendeteksi senyum, diperoleh rata-rata akurasi dari klasifikasi 3 kelas adalah sebesar 39.99%. Sedangkan rata-rata akurasi dari klasifikasi 2 kelas adalah sebesar 56.67%. Dengan mengimplementasikan sistem pada sebuah laptop dengan prosesor Intel Core 2 Duo 2.26 Ghz dengan kapasitas RAM DDR3 sebesar 8GB 1333 MHz, waktu yang diperlukan untuk memproses sebuah citra masukan adalah sekitar 0.03 detik.

6. KESIMPULAN

Pada tulisan ini telah dibahas sebuah sistem pendeteksi senyum yang memanfaatkan metode *histogram equalization* sebagai tahap praproses, metode *edge detection* sebagai tahap ekstraksi fitur dan metode *nearest neighbor* (dengan kriteria *Euclidian distance*) sebagai pengklasifikasi. Sistem pendeteksi senyum yang dirancang ini menghasilkan rata-rata akurasi sebesar 39.99% jika sistem dioperasikan sebagai sistem klasifikasi 3 kelas dan rata-rata akurasi 56.67% jika sistem dioperasikan sebagai sistem klasifikasi 2 kelas. Sistem yang diimplementasikan membutuhkan waktu komputasi sebesar 0.03 detik untuk mengolah setiap citra masukan.

Pada penelitian selanjutnya, peneliti akan mengembangkan sistem ini agar dapat mendeteksi senyum pada sebuah *image sequence*. Akurasi sistem pendeteksi akan diusahakan untuk ditingkatkan dengan cara meneliti penggunaan kombinasi metode-metode lainnya. Selain itu, sistem ini akan dikembangkan agar dapat digunakan untuk *men-trigger shutter* kamera pada saat subjek yang difoto tersenyum.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Live Life in the Positive! Scientific Studies: Positive Healing of Laughter**, <http://laughingrx.com/15.html>.
2. Davidson, Dr Karina, “**Don’t worry, be happy: positive affect and reduced 10-year incident coronary heart disease: The Canadian Nova Scotia Health Survey**”, *European Heart Journal*, 2010, London.
3. H. Yoon, Y. Han and H. Hahn, “**Image Contrast Enhancement based Sub-histogram Equalization Technique without Over-equalization Noise**”, *World Academy of Science, Engineering and Technology* 50, 2009.
4. R. C. Gonzales and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 3rd edition, Prentice Hall, 2010.
5. Putra, Darma, *Pengolahan Citra Digital*, ANDI Jogjakarta, 2010.
6. Setyawan, Iwan, *Dasar-dasar Machine Vision*, Widya Sari, 2012.
7. Sobel Edge Detector, <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/sobel.htm>.

8. Operator Sobel, http://en.wikipedia.org/wiki/Sobel_operator.
9. D. S. Dhaliwal, P.S. Sandhu, S. N. Panda, “**Enhanced K-Nearest Neighbor Algorithm**”, *World Academy of Science, Engineering and Technology* 73, 2011.
10. Cross Validation, [http://en.wikipedia.org/wiki/Cross-validation_\(statistics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Cross-validation_(statistics)).