

## PENDETEKSIAN FITUR WAJAH MENGGUNAKAN PULSE-COUPLED NEURAL NETWORK (PCNN) DAN ACTIVE CONTOUR

Teuku Novika Yunanda<sup>1</sup>, Retno Novi Dayawati<sup>2</sup>, Achmad Rizal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

### Abstrak

Computer Vision adalah salah satu bidang penelitian yang sedang berkembang sekarang ini. Inti dari Computer Vision adalah bagaimana sebuah mesin mampu mengenal suatu objek. Salah satu aplikasi praktis yang tengah giat dikembangkan dalam Computer Vision adalah pembangunan sistem pengenalan wajah waktu nyata (Real Time Face Recognition System). Sejauh ini, kendala utama yang dihadapi dalam sistem pengenalan wajah berkisar pada masalah variasi pose, orientasi wajah, variasi pencahayaan dan masalah komputasi ketika prosedur pengenalan dijalankan oleh komputer. Pada kondisi nyata, sistem pengenalan wajah dituntut juga untuk mampu mendeteksi keberadaan wajah dalam citra digital lalu mengekstraknya sebagai citra wajah yang akan dikenali.

Pulse-Coupled Neural Network (PCNN) adalah sebuah processing tool yang menjanjikan. Karena Pulse-Coupled Neural Network sangat tergantung pada bentuk gambar, hal ini sesuai untuk Automated Face Segmentation karena gambar muka memiliki bentuk yang serupa. Algoritma ini diimplementasikan untuk pendeteksian otomatis fitur-fitur wajah (mata, hidung dan mulut) pada gambar wajah yang memiliki perbedaan ekspresi berbasis pada model Active Contour (snakes) dengan bantuan PCNN.

Pengujian PCNN dan AC dilakukan pada dua kategori citra background dan non background yang masing-masing terdiri dari 30 citra input. Berdasarkan hasil pengujian, algoritma PCNN mampu menghasilkan tingkat akurasi yang baik yaitu berkisar antara 87-98% pada citra grayscale dan rgb. Dan metode Active Contour juga mampu melakukan pendeteksian otomatis fitur yang stabil dan akurat berdasarkan inisialisasi kurva setiap citranya.

**Kata Kunci :** Computer vision, Real Time Face Recognition System, pendeteksian fitur wajah, active contour, Pulse-coupled neural network.

### Abstract

Computer Vision is a research greatly developed today. The main idea is to solve how a machine be able to recognize an object. The practical application of Computer Vision for example is real time face recognition system. So far, there are many kinds of problems faced in face recognition technology, they are pose variations, face orientation, lighting and computational problems. In real world, face recognition system should be able to detect the presence of face and extract it to be recognized.

Pulse-Coupled Neural Network (PCNN) is a new promising image processing tool. Since the Pulse-Coupled Neural Network firing scheme depends mainly on the shapes of the image, it is suitable for automated face segmentation (AFC) because face images contains the same shape. In this paper, we present an algorithm for automatic facial features (eye, nose and mouth) detection in face images for different expressions based on PCNN-guided active contour models (snakes).

Based on test result, PCNN algorithm is able to produce a good accuracy between 87-98 percent on the grayscale and RGB images. And Active Contour method is also good enough to do segmentation for automatic features detection based on the curve initialization its image.

**Keywords :** Computer vision, Real Time Face Recognition System, facial features detection, active contour, Pulse-coupled neural network.

# 1. Pendahuluan

## 1.1 Latar Belakang

Manusia pada umumnya hanya perlu sedikit atau bahkan tanpa usaha sama sekali untuk dapat mengidentifikasi suatu wajah. Namun tidak demikian bagi sebuah komputer, mengenali wajah adalah kemampuan tingkat lanjut yang memerlukan kerja keras. Sudah semakin banyak teknologi pengenalan wajah yang dimanfaatkan, antara lain untuk sistem pengenalan biometrik (selain fitur biometrik yang lain seperti sidik jari dan suara), sistem pencarian dan pengindeksan database citra digital dan database video digital, sistem keamanan kontrol akses area terbatas, konferensi video, dan interaksi manusia dengan komputer.

Pendeteksian wajah merupakan salah satu tahap awal yang sangat penting sebelum dilakukan proses pengenalan wajah. Pada kasus seperti pemotretan untuk pembuatan KTP, SIM, kartu kredit, citra yang didapatkan umumnya hanya berisi satu wajah dan memiliki latar belakang seragam dan kondisi pencahayaan yang telah diatur sebelumnya sehingga deteksi wajah dapat dilakukan dengan lebih mudah. Pendeteksian wajah ini telah lama dipelajari dan diteliti, sehingga telah banyak metode-metode yang digunakan untuk membantu pendeteksian wajah diantara dengan lokalisasi fitur-fitur wajah, template matching, jaringan saraf tiruan, dll. Namun, banyak dari metode tersebut sulit untuk mencapai kestabilan untuk terus dapat mendeteksi wajah saat terjadi perubahan-perubahan pada wajah, baik itu dari pencahayaan lingkungan, warna kulit, ekspresi.

Oleh karena itu muncul metode-metode baru yang salah satunya dengan menggunakan permodelan *Active Contour* yang digabungkan dengan *Pulse-Coupled Neural Network* (PCNN). Permodelan active contour merupakan metode pemetaan proyeksi linier yang mampu menangkap sisi-sisi (kontur) dari setiap fitur wajah yang sedang dideteksi dalam gambar biner yang dihasilkan oleh PCNN dan membatasi gambar 2D tersebut dengan garis. *Pulse-Coupled Neural Network* adalah sebuah algoritma jaringan saraf tiruan yang menghasilkan suatu rangkaian gambar *pulse* biner saat dipadukan dengan sebuah gambar yang bersifat kontras maupun berwarna[9]. Fungsi jaringan syaraf tiruan ini yaitu sebagai *classifier*, *recognition* dan *pre-processor*. Namun, dalam hal ini hanya menggunakan fungsi PCNN sebagai pre-processor yang bertujuan membentuk gambar baru dari hasil proses *preprocessing*, karena hasil gambar tersebut bersifat biner dan membentuk sisi-sisi objek atau fitur wajah pada setiap literasi. Ini sangat berguna untuk tahap selanjutnya dalam proses pendeteksian dan juga membantu *active contour* dalam pendeteksian otomatis fitur wajah dalam sebuah gambar.

Dalam tugas akhir ini penulis mengharapkan dengan penggabungan metode *Active Contour* dan *Pulse-coupled Neural Network* ini dapat berjalan dengan optimal dan efisien dalam pendeteksian fitur wajah. Dan dapat memberikan manfaat dan membantu untuk pengembangan sistem selanjutnya dalam pendeteksian wajah ini.

## 1.2 Perumusan Masalah

Adapun deskripsi sistem yang dibangun pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem mampu membaca inputan berupa gambar yang berformat JPEG, bmp dan PGM.

2. Sistem mampu melakukan proses preprocessing pada gambar inputan. Preprocessing merupakan tahap awal yang harus dilalui gambar sebelum menjadi inputan bagi metode Active Contour seperti merubah citra berformat warna RGB menjadi grayscale, PCNN *preprocessing*, dan lain sebagainya.
3. Sistem mampu melakukan proses deteksi wajah dan deteksi fitur dengan menggunakan PCNN dan *Active Contour* ditambah algoritma pembangun lainnya.
4. Sistem menentukan objek wajah sebagai output dari proses deteksi wajah dan menentukan fitur wajah sebagai output dari proses deteksi fitur.
5. Sistem mampu memberikan nilai performansi yang dicapai.

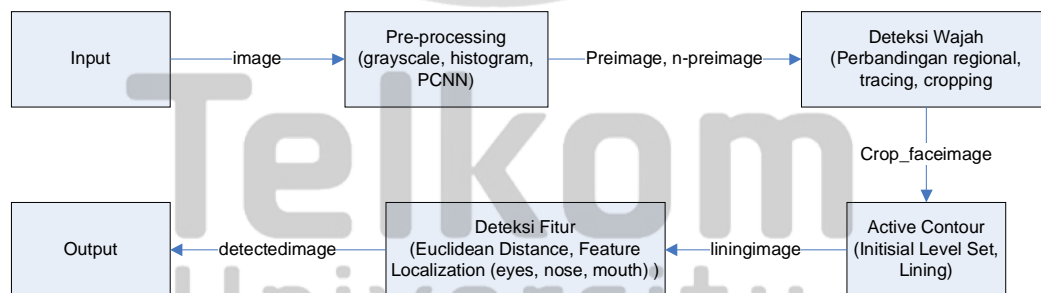
Adapun perumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan *pre-processing* terhadap gambar yang diproses.
2. Bagaimana mendapatkan posisi wajah dan fitur wajah pada gambar.
3. Bagaimana mengukur dan menganalisis performansi algoritma yang dibangun.

Adapun batasan masalah yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Input sistem adalah citra wajah manusia.
2. Citra input yang dapat diterima sebagai data uji adalah citra yang terdapat satu wajah manusia baik itu memiliki *background* maupun *non-background* dengan resolusi dalam range 384x286 piksel hingga 500x375 piksel.
3. Sistem hanya mendeteksi fitur pada satu wajah di setiap citra inputan.
4. Analisis performansi algoritma menggunakan parameter berikut: keakuratan dalam menentukan objek fitur wajah dan kecepatan pemrosesan sistem (berkaitan dengan waktu)
5. Database gambar berasal dari *BioID Face Database* dan *UPCFace Database*, yang memiliki beragam ekspresi, beragam warna kulit dan bentuk wajah, dan pencahayaan yang berbeda-beda.

Berikut adalah gambaran dari permasalahan yang diangkat:



Gambar 1-1 Gambaran Permasalahan dari Sistem pendeteksian fitur wajah

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun implementasi yang berfungsi untuk preprocessing, mensegmentasi wajah, mendeteksi wajah dan mendeteksi fitur wajah dengan menggunakan *Pulse-Coupled Neural Network* (PCNN) dan *active contour*.
2. Menganalisis performansi yang dicapai terhadap implementasi pendeteksian fitur wajah berdasarkan parameter berikut: keakuratan dalam mendeteksi objek wajah (berdasarkan fitur wajah yang terdeteksi); dan kecepatan pemrosesan (berkaitan dengan waktu).
3. Menguji kemampuan metode *active contour* dan *Pulse-Coupled Neural Network* (PCNN) terhadap akurasi dan efektifitas waktu pada setiap citra uji dari database yang telah disebutkan sebelumnya.

### 1.4 Metodologi Penyelesaian Masalah

Adapun metode penyelesaian masalah yang diterapkan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur  
Mempelajari referensi-referensi yang mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini khususnya yang berkaitan dengan *Active Contour* dan *PCNN*.
2. Pengumpulan data  
Mengumpulkan data-data yang akan digunakan dalam tugas akhir. Sumber data difokuskan berasal dari *BioID Face Database*.
3. Studi pengembangan aplikasi  
Bertujuan untuk menentukan metodologi pengembangan sistem yang dilakukan dengan pendekatan terstruktur dan melakukan perancangan model.
4. Perancangan Model  
Melakukan perancangan model sistem sesuai *requirement* awal.
5. Implementasi  
Implementasi hasil perancangan model ke dalam bentuk sistem. Bertujuan untuk melakukan implementasi metode ke dalam program aplikasi sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan.
6. Pengujian dan analisis hasil  
Bertujuan untuk melakukan analisa performansi pada pengujian penentuan letak dan deteksi fitur wajah.
7. Pengambilan kesimpulan dan penyelesaian laporan  
Bertujuan untuk menarik kesimpulan setelah melakukan penelitian penentuan letak dan deteksi fitur citra wajah.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini dibagi dalam beberapa topik bahasan yang disusun secara sistematis sebagai berikut :

1. Pendahuluan

Bab ini menguraikan tugas akhir secara umum, meliputi latar belakang, perumusan dan batasan masalah, tujuan, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.

2. Landasan Teori

Bab ini membahas uraian teori yang berhubungan dengan Citra Digital, *Face Detection*, *Preprocessing*, *Active Contour* dan PCNN (*Pulse-Coupled Neural Networks*).

3. Analisis dan Perancangan Sistem

Bab ini berisi analisis kebutuhan dari sistem dan masalah-masalah yang ada di dalamnya. Hasil analisis ini dituangkan ke dalam suatu sistem pemodelan secara terstruktur. Dari tahap analisis kemudian dilanjutkan ke tahap perancangan dan implementasi.

4. Implementasi dan Analisa Hasil Percobaan

Bab ini membahas pengujian hasil implementasi yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil implementasi dengan data aslinya. Tahap Pengujian dilanjutkan dengan tahap analisis hasil pengujian.

5. Kesimpulan dan Saran

Bab ini memberikan kesimpulan hasil penelitian dan saran pengembangan penelitian ke depan.

## 5 Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian sistem pendeteksian fitur wajah dengan menggunakan *Pulse-Coupled Neural Network* dan *active contour* tidak membutuhkan komputasi waktu yang lama sebagaimana algoritma lainnya.
2. Variable parameter PCNN dapat ditentukan nilai optimalisasinya dengan cara *trial and error* yang memerlukan banyak percobaan dan memerlukan waktu *relative* lama.
3. Model *active contour* memiliki banyak keterbatasan, diantaranya: keterbatasan model dalam melakukan segmentasi beberapa objek secara simultan, inisialisasi awal pada *active contour* harus mempunyai bentuk yang mendekati kurva akhir, serta problem parametrisasi kurva yang sangat sulit. Namun, dalam batasan masalah dan permasalahan pada sistem ini *active contour* berjalan stabil dan efektif.
4. Tingkat akurasi pendeteksian regional wajah dengan menggunakan hasil *preprocessing* PCNN pada Citra *non-background* lebih baik (98,3%) dibandingkan dengan hasil *preprocessing* PCNN pada citra *background* (86,6%).

### 5.2 Saran

Tugas akhir ini diharapkan memberikan isu-isu praktis dalam membangun sistem *computer vision* yang handal. Beberapa hal yang disarankan untuk dilakukan di masa mendatang adalah sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan performansi sistem maka perlu dilakukan proses *Face Detection* yang cukup handal.
2. Sistem dapat dikembangkan untuk kasus pendeteksian atau pengenalan ekspresi dan juga kasus pendeteksian banyak wajah.
3. Sistem dapat dikembangkan menjadi *real-time face detection* atau biasa dikenal dengan istilah *face tracking*.
4. Pengkombinasian metode *Pulse-Coupled Neural Networks* dan model *active contour* dengan metode lain diharapkan dapat menghasilkan performansi yang jauh lebih baik.
5. Membutuhkan penelitian lebih detail dan mendalam untuk memaksimalkan fungsi otomatisasi *Active contour* secara simultan dan pemanfaatan fungsi-fungsi lain dari *Pulse-Coupled Neural Network* (PCNN).

## Referensi

- [1] Carandini, M., Ferster, D. (2000). Membrane Potential and Firing Rate in Cat Primary Visual Cortex. *Journal of Neuroscience* .
- [2] Caselles, V., Catta, F., Coll, T., et Dibos, F. (1993). A geometric model for active contours. *Numerische Mathematik* , 1-31.
- [3] Caselles, V., Kimmel, R., et Sapiro, G. (1993). On Geodesic active contours. *International Journal of Computer Vision* , 1-31.
- [4] *Euclidean\_distance*. (n.d.). Retrieved from <http://en.wikipedia.org/wiki>.
- [5] Johnson, J. (n.d.). Pulse-Coupled Neural Networks, Proceedings Adaptive Computing: Mathematics, Electronics and Optic. vol: CR55, 47-76.
- [6] Johnson, J. (n.d.). Pulse-Coupled Neural Networks: Translation, Rotation, Scale, Distortion and Intensity Signal Invariant for Images. Vol 33, No.26, 6239-6253.
- [7] Kass, M., Witkin, A., et Terzopoulos, D. (1988). Snakes : Active contour models. *International Journal of Computer Vision* , 321-332.
- [8] Li, Stan Z., and Anil, K. (2005). *Handbook of Face Recognition*. New York: Springer.
- [9] Lindblad, T., Klinsner, J.M. (2005). *Image Processing Using Pulse-Coupled Neural Networks*. Stockholm and Manassas: Springer.
- [10] Munir, R. (2004). *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika.
- [11] *Noise and Grayscale*. (n.d.). Retrieved from <http://dps.nurulfikri.org/sasuri/blogs/sps/?=85>.
- [12] Ranganath, H., Kuntimad, G., Johnson, J. L. (2006). A Neural Network for Image Understanding.
- [13] Waldermark, J. (2000). Implementation of a Pulse Coupled Neural Network in FPGA. *International Journal of Neural System* , vol 10, no 8.
- [14] Ynag, M.-h. (n.d.). Detecting Faces in Images: A survey. *IEEE Transactions On Pattern Analysis and Machine Intelligence* .

Telkom  
University