

---

# IMPLEMENTASI ALGORITMA CHAINCODE DALAM EKTRAKSI CIRI POLA ISYARAT TANGAN PADA CITRA DIGITAL

<sup>1</sup>Andri Dian Saca, <sup>2</sup>Ag Rudatyo.H S.Si, M.Kom, <sup>3</sup> Haeni Budi, S.Si. M.Kom

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Informatika, Fakultas Sains dan Komputer, Universitas Kristen Immanuel

Jalan Solo Km. 11 PO Box 4 YKAP Yogyakarta, ph: (0274) 496256-296247 fax: (0274) 496258

e-mail: \*<sup>1</sup> [andridiansaca07@gmail.com](mailto:andridiansaca07@gmail.com), \*<sup>2</sup> [rudatyo@university.ac.id](mailto:rudatyo@university.ac.id), \*<sup>3</sup> [heni@ukrimuniversity.ac.id](mailto:heni@ukrimuniversity.ac.id)

## Abstraksi

Salah satu alat komunikasi manusia adalah menggunakan isyarat tangan yang sering digunakan kehidupan sehari-hari untuk menyampaikan maksud. Teknologi masa depan memasuki perangkat antarmuka tanpa sentuhan telah mendorong ilmu komputer pada saat ini untuk mengembangkan sistem pengenalan isyarat tangan interaksi manusia dengan komputer.

Pengembangan ilmu di bidang komputer pada tugas kahir ini dengan mengimplementasikan algoritma chain-code untuk memproses citra statis pada program aplikasi. Pemrosesan tersebut dengan ekstraksi ciri dalam pola isyarat tangan. Pemrosesan tersebut dengan menemukan ciri ujung jari pada kode rantai yang merupakan presentasi kontur obyek jari pada tangan hasil segmentasi warna menggunakan thresholding.

Ekstraksi ciri yang mengimplementasikan Algoritma Chain-code pada program aplikasi telah berhasil mengekstraksi ciri dengan penelusuran kode rantai berdasarkan koordinat terjauh pada kode untuk menemukan ciri isyarat jari pada angka. Kelemahan ekstraksi ciri menggunakan algoritma Chaincode pada program aplikasi tidak dapat memproses kode rantai pada obyek dengan pose jari rapat, setengah terbuka dan saling menempel pada ujung jari. Proses segmentasi dalam menghasilkan obyek jari menjadi individu jari memegang peranan penting dalam ekstraksi ciri untuk memisahkan jari yang rapat, setengah terbuka dan saling menempel pada ujungnya. Pengenalan pola isyarat tangan memperoleh kualitas informasi pola isyarat dalam pemrosesan pada citra statis ditentukan oleh tiga pemrosesan utama yaitu segmentasi, ekstraksi ciri dan pengenalan pola.

Kata kunci : *segmentasi, ekstraksi ciri, thresholding, pola isyarat tangan.*

## Abstraction

*One of the means of human communication is using hand signals that are often used in everyday life to convey meaning. Future technology entering touchless interface devices has prompted current computer science to develop human-computer interaction hand sign recognition systems.*

*The development of computer science in this final task is by implementing a chain-code algorithm to process static images in application programs. The processing is done by feature extraction in a hand signal pattern. The processing is done by finding the finger tip characteristic on the chain code which is the presentation of the contour of the finger object on the hand resulting from color segmentation using thresholding.*

---

*Feature extraction that implements the Chain-code Algorithm in the application program has succeeded in extracting features by tracing the chain code based on the farthest coordinates in the code to find the feature of finger signals on numbers. The weakness of feature extraction using the Chaincode algorithm in the application program is that it cannot process chain codes on objects with fingers that are tight, half open and sticking to the fingertips. The segmentation process in producing finger objects into individual fingers plays an important role in feature extraction to separate fingers that are tight, half open and stick together at their ends. Hand gesture pattern recognition obtains the quality of signal pattern information in static image processing is determined by three main processes, namely segmentation, feature extraction and pattern recognition.*

*Keywords: segmentation, feature extraction, thresholding, hand signal patterns.*

## **1. PENDAHULUAN**

Teknologi komputer telah mengalami perkembangan yang pesat. Berbagai fasilitas yang sarat muatan teknologi, komputer sekarang ini benar-benar mampu mempermudah pekerjaan manusia, serta menghemat waktu dan tenaga. Teknologi masa depan yang akan berkembang dalam penggunaannya tanpa sentuhan sebagai perangkat antarmuka. Teknologi ini menjadi populer karena telah memberikan kemampuan untuk berinteraksi dengan perangkat tanpa menyentuhnya secara fisik. Hal ini memberikan kenyamanan dan kemudahan dalam menggunakan komputer untuk menggantikan fungsi mouse dan keyboard. Teknologi tanpa sentuhan akan menjadi kebutuhan dalam tantangan metode interaksi dan komunikasi yang lebih alami antara pengguna dan computer.

Menurut Rustica Caprio dan Anaclea Encarnacion (2005) isyarat adalah gerakan yang bermakna dari beberapa bagian tertentu dari tubuh, bukan dari seluruh tubuh. Pada umumnya, isyarat itu dibuat oleh gerakan kepala, bahu, tangan dan kadang-kadang kaki. Isyarat tangan dalam kehidupan sehari-hari digunakan sebagai alat komunikasi untuk menyampaikan maksud. Isyarat tangan akan digunakan sebagai teknologi tanpa sentuhan dalam perangkat antar muka untuk mengontrol kondisi. Tangan dapat menghasilkan beragam pose sebagai isyarat. Penggunaan pose tangan akan lebih intuitif, cepat dan sejalan dengan fungsi natural anggota tubuh manusia. Setiap pose tangan memiliki maksud dan makna tersendiri sesuai dengan kesepakatan umum ataupun kesepakatan diantara yang melakukan komunikasi. Oleh karena itu pose tangan dapat digunakan untuk menggantikan fungsi mouse, untuk mengontrol gerak robot, dan sebagainya.

Komputer pada awalnya pernah dipergunakan untuk mendefinisikan orang yang melakukan perhitungan aritmatika kemudian diartikan sebagai alat yang dipakai untuk mengolah data menurut prosedur yang telah dirumuskan. Dalam bidang ilmu komputer (*computer science*), yang mengkaji komputasi, komputer dan pemrosesan informasi. Menurut Janer Simamarta (2010) bidang komputer melakukan pendekatan ilmu komputasi dapat memberikan berbagai pemahaman baru, melalui penerapan model-model matematika dalam program komputer berdasarkan landasan teori yang telah berkembang, untuk menyelesaikan masalah-masalah nyata dalam ilmu tersebut.

---

Komputasi dalam pengenalan pola isyarat tangan menjadi permasalahan penting dalam pendekatan menggunakan pengenalan pola terstruktur. Menurut Hanif Al Fatta (2009) penggunaan struktur dari pola yang menyediakan informasi fundamental untuk pengenalan pola. Pendekatan pengenalan pola statistik memiliki asumsi suatu basis statistik untuk algoritma klasifikasi. sekelompok pengukuran yang menunjukkan fitur diekstraksi dari data input menjadi kelas. Pendekatan dalam pengenalan pola ini membutuhkan kualitas dari informasi fitur atau ciri yang diproses oleh komputer menjadi keluaran.

Tahapan penting dalam pengenalan pola isyarat tangan adalah segmentasi, ekstraksi ciri dan pengenalan pola. Dalam proses pengenalan pola isyarat tangan secara statis, proses segmentasi memperoleh kelas obyek isyarat tangan merupakan pemisahan foreground dan background. Proses ekstraksi ciri mengalami kesalahan dalam menafsirkan informasi pada obyek isyarat tangan dapat terjadi apabila proses ekstraksi ciri tidak menyediakan kualitas informasi yang baik. Pengenalan pola isyarat tangan dalam menyampaikan maksud melalui isyarat tangan akan ditafsirkan berbeda oleh komputer pada suatu input isyarat tangan.

Algoritma Chaincode adalah salah satu algoritma dalam ekstraksi ciri dengan mengkodekan obyek sesuai dengan arah mata angin. Topik dalam tugas akhir ini mengangkat topik permasalahan dalam mengimplementasikan Algoritma Chaincode pada pengolahan citra digital untuk ekstraksi ciri di dalam memberikan kualitas informasi obyek isyarat tangan. Judul dalam tugas akhir ini adalah “Implementasi Algoritma Chaincode dalam Ekstraksi Ciri Pola Isyarat Tangan pada Citra Digital”

## 2. MATERI DAN METODE PENELITIAN

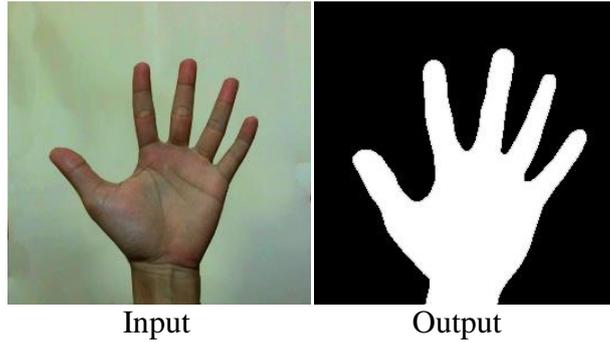
### 2.1. Pengolahan Citra

Pengolahan citra (*image Processing*) merupakan proses mengolah piksel-piksel di dalam citra digital untuk tujuan tertentu. Pada awalnya pengolahan citra ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra, namun dengan berkembangnya dunia komputasi yang ditandai dengan semakin meningkatnya kapasitas dan kecepatan proses komputer serta munculnya ilmu-ilmu komputasi yang memungkinkan manusia dapat mengambil informasi dari suatu citra.

### 2.2. Segmentasi Citra

Segmentasi adalah proses pemisahan objek yang satu dengan objek yang lain dalam suatu gambar (citra) menjadi objek-objek berdasarkan karakteristik tertentu. Proses segmentasi berhenti ketika obyek yang dicari telah ditemukan. Berdasarkan pengertiannya, segmentasi memiliki tujuan menemukan karakteristik khusus yang dimiliki suatu citra. Oleh karena itulah, segmentasi sangat diperlukan pada proses pengenalan pola. Semakin baik kualitas segmentasi maka semakin baik pula kualitas pengenalan polanya. Algoritma segmentasi citra umumnya didasarkan pada properti nilai intensitas yaitu similaritas akan memecah citra kedalam wilayah yang sama menurut beberapa kriteria yang telah ditentukan, antara lain seperti proses: *thresholding*, *region growing* dan *region splitting and merging*.

---



Gambar 2.1 Contoh segmentasi citra

#### 2.4. Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri merupakan tahapan yang sangat penting dalam pengenalan pola. Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh informasi yang terkandung dalam suatu citra untuk kemudian dijadikan sebagai acuan untuk membedakan antara citra yang satu dengan citra yang lain. Ekstraksi ciri dapat dilakukan setelah tahapan segmentasi citra (memisahkan antara objek dengan *background*) maupun tanpa segmentasi citra (obyek adalah *background* dan *background* adalah objek).

Menurut Pulung Andono (2017) ekstraksi ciri merupakan proses pengambilan ciri atau karakteristik objek yang dapat digunakan sebagai pembeda dari obyek-obyek lainnya. Karakteristik inilah yang dipakai sebagai parameter untuk menggambarkan sebuah obyek. nilai dari parameter tersebut kemudian dijadikan sebagai data masukan dalam proses klasifikasi.

Ekstraksi ciri citra merupakan tahapan yang sangat penting dalam sebuah sistem visi komputer. Tahapan ini menentukan baik tidaknya tingkat pengenalan objek yang dilakukan oleh komputer. Dalam pemilihan ciri hendaknya memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

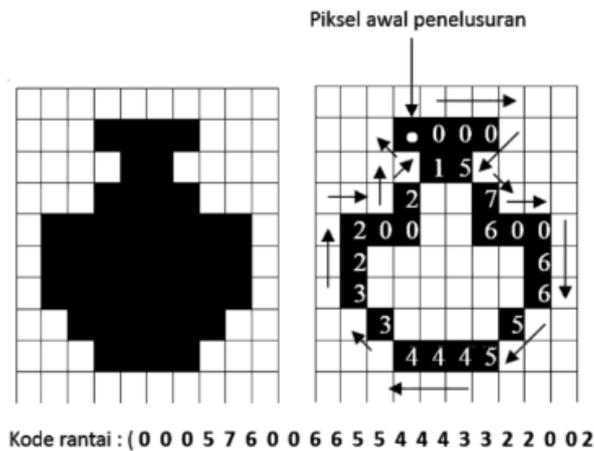
1. Secara visual, ciri apakah yang membedakan antara obyek satu dengan lainnya. Apakah bentuknya, warnanya, teksturnya, ukurannya, atau geometrinya.
2. Parameter apakah yang mewakili ciri tersebut. Misalnya secara visual antara objek satu dengan lainnya tampak berbeda ukurannya, maka parameter yang dapat digunakan untuk mengenali objek adalah luas.
3. Menentukan jumlah parameter yang akan digunakan. Semakin banyak parameter pada umumnya tingkat pengenalan semakin baik. Namun harus dipastikan bahwa parameter-parameter yang digunakan benar-benar dapat membedakan antar objek.

#### 2.3. Algoritma Chain Code

Chaincode adalah metode pemisahan ciri dengan cara melakukan penelusuran piksel-piksel obyek dengan panduan arah mata angin. Pemilihan code didasari pada pertimbangan garis-garis tangan bersifat alami. Chaincode digunakan untuk menggambarkan batas obyek atau piksel yang berada dalam suatu obyek. Chaincode mendeskripsikan sebuah obyek dengan segmen garis berurutan berdasarkan arah prioritas penelusuran yang telah ditetapkan.

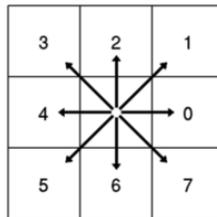
Menurut Pulung Andono (2017) kode rantai adalah suatu kode yang menunjukkan arah pergerakan dari perbatasan luar yang saling menyambung hingga membentuk

rantai. Hal ini dapat dilakukan dengan menelusuri piksel-piksel perbatasan dari suatu titik kembali ke titik semula. Berikut adalah gambaran bentuk dan kode rantai seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bentuk dan kode rantai

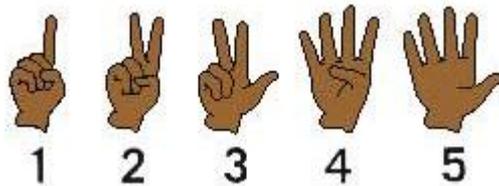
Beberapa arah mata angin yang digunakan dalam penelusuran adalah 8 arah atau 4 arah mata angin. Penelusuran tersebut presentasikan ulang menjadi data dalam bentuk kode rantai. Algoritma *Chain-code* merupakan salah satu algoritma ekstraksi ciri bentuk yang nilainya tidak berubah terhadap perlakuan rotasi, translasi, pencerminan, dan penskalaan. Arah piksel dari *Chain-Code* 8 connected metode ini menghasilkan delapan nilai yang menunjukkan arah piksel penyusun objek. Berikut adalah contoh *chain-code* 8 connected ditunjukkan pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 *Chain-Code* 8 Connected

## 2.4. Pola Isyarat Tangan

Isyarat tangan memiliki pola sebagai fungsi yang digunakan dalam mengembangkan HCI (*Human Computer Interface*). Pengembangan pengenalan pola isyarat tangan dapat mampuk menggantikan fungsi *keyboard* dan *mouse*. Berikut adalah isyarat angka pada tangan.

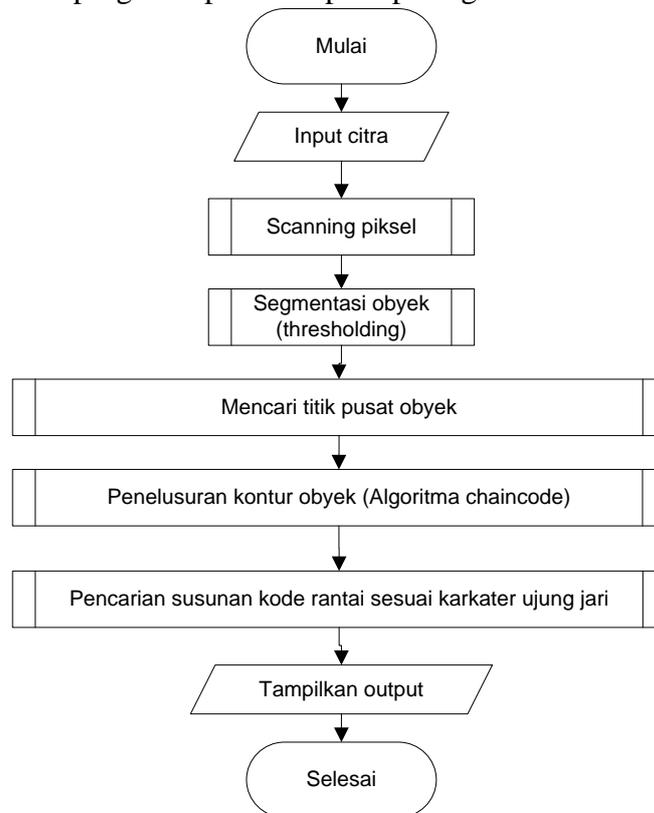


Gambar 2.6 Angka pada isyarat tangan

---

## 2.5. Perancangan Sistem Aplikasi

Gambar isyarat tangan yang dimasukkan pada program aplikasi diproses dengan scanning piksel untuk memperoleh data intensitas piksel dalam format berwarna. Data piksel tersebut diproses dengan grascalling untuk memperoleh gambar keabu-abuan. Proses *thresholding* adalah proses yang digunakan untuk segmentasi untuk memperoleh obyek tangan dan *background*. Proses berikutnya adalah *noise removal* untuk menghapus jenis noise berupa titik-titik piksel. Program aplikasi selanjutnya memproses obyek untuk mencari titik tengah dengan pendekatan pemingkaian obyek. Implementasi algoritma Chaincode digunakan untuk mengkodekan kontur obyek tangan. Pemrosesan selanjutnya mencari susunan kode rantai dengan koordinat yang menjauhi titik pusat seperti karakter ujung jari pada sebagai pola isyarat tangan. Adapun penjelasan pemrosesan program aplikasi seperti pada gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5 *Flowchart* pemrosesan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

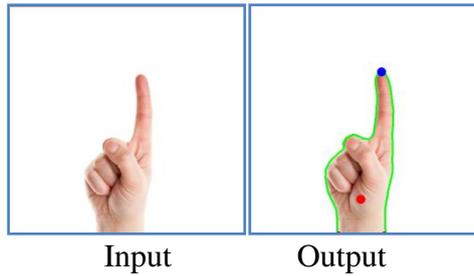
### 3.1. Uji Coba Program Aplikasi

#### 3.1.1. Pengujian Ekstraksi Ciri

Pengujian berikut dibedakan dalam pola isyarat angka. Adapun pengujian ekstraksi ciri untuk pola isyarat tangan adalah sebagai berikut.

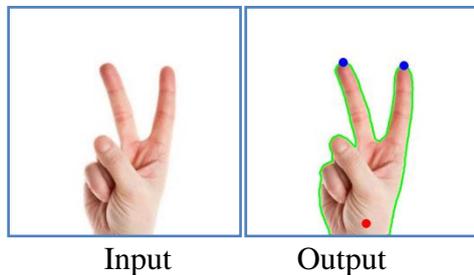
---

1. Pola isyarat tangan angka satu



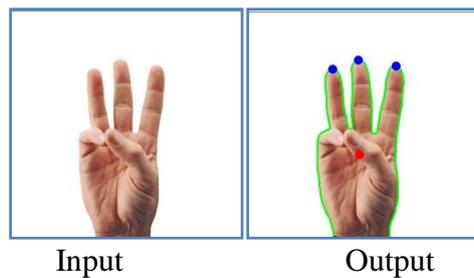
Gambar 4.15 Pengujian pola isyarat tangan angka satu

- a. Hasil ekstraksi ciri : satu jari
  - b. Analisa pengujian : Algoritma Chaincode dapat menelusuri obyek isyarat tangan satu jari telunjuk. Hasil ekstraksi ciri sesuai dengan input.
2. Pola isyarat tangan angka dua



Gambar 4.16 Pengujian pola isyarat tangan angka dua

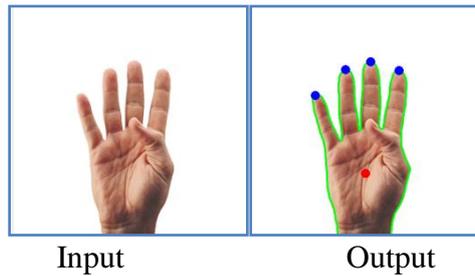
- a. Hasil ekstraksi ciri : dua jari
  - b. Analisa pengujian : Algoritma Chaincode dapat menelusuri obyek isyarat tangan jari telunjuk dan jari tengah yang mewakili angka dua. Hasil ekstraksi ciri sesuai dengan input.
3. Pola isyarat tangan angka tiga



Gambar 4.17 Pengujian pola isyarat tangan angka tiga

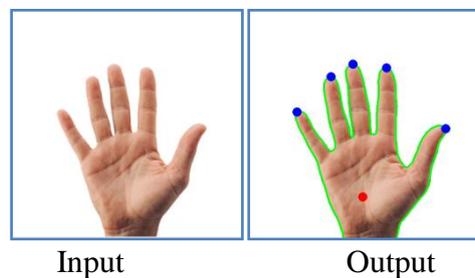
- a. Hasil ekstraksi ciri : tiga jari
  - b. Analisa pengujian : Algoritma Chaincode dapat menelusuri obyek isyarat tangan jari telunjuk, jari tengah dan jari manis yang mewakili angka tiga. Hasil ekstraksi ciri sesuai dengan input.
-

#### 4. Pola isyarat tangan angka empat



Gambar 4.18 Pengujian pola isyarat tangan angka empat

- Hasil ekstraksi ciri : empat jari
  - Analisa pengujian : Algoritma Chaincode dapat menelusuri obyek isyarat tangan jari telunjuk, jari tengah, jari manis dan kelingking yang mewakili angka empat. Hasil ekstraksi ciri sesuai dengan input.
5. Pola isyarat tangan angka lima



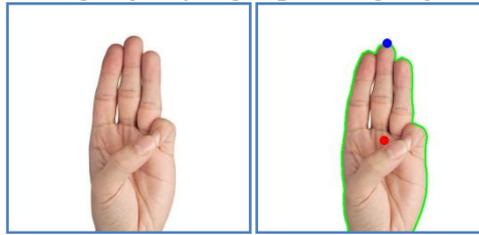
Gambar 4.19 Pengujian pola isyarat tangan angka empat

- Hasil ekstraksi ciri : lima jari
  - Analisa pengujian : Algoritma Chaincode dapat menelusuri obyek isyarat tangan jari telunjuk, jari tengah, jari manis, jari kelingking dan jari jempol yang mewakili angka lima. Hasil ekstraksi ciri sesuai dengan input.
- Analisis dari hasil ekstraksi ciri dalam mencari ciri jari dengan menelusuri kode rantai untuk menghitung jari pada pola isyarat tangan adalah sebagai berikut.
- Diperoleh hasil pengujian dalam mengimplementasikan Algoritma Chain-code untuk memproses citra isyarat tangan adalah aplikasi telah berhasil membentuk kode rantai pada obyek hasil segmentasi dengan pose jari terbuka yang mewakili isyarat angka.
  - Proses ekstraksi ciri dengan menelusuri kode rantai menggunakan pola koordinat pada kode dengan jarak terjauh setelah kode-kode mendekati titik pusat telah berhasil memperoleh kualitas jumlah jari hasil pemrosesan sama dengan jumlah jari pada citra input.

#### 3.1.2. Analisis Kegagalan Algoritma dalam Ekstraksi ciri

Adapun pengujian berikut adalah kegagalan algoritma chain-code dalam ekstraksi ciri pada pola isyarat tangan. Kegagalan algoritma tersebut dalam proses menelusuri kode rantai pada kontur obyek isyarat tangan tidak dapat menunjukkan kontur sebagai ciri jari yang merupakan pola isyarat tangan. Adapun kriteria pengujian sebagai berikut.

- 
1. Pose isyarat tangan dengan jari yang rapat dengan jari lainnya.

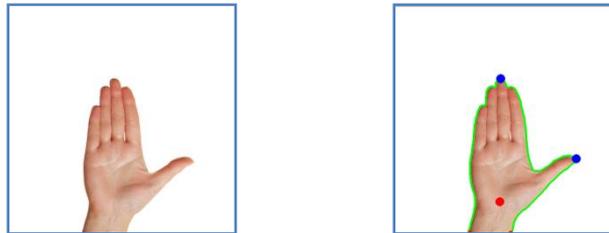


Input : tiga jari

Output : satu jari

Gambar 4.20 Pengujian pola isyarat tangan angka empat

- a. Isyarat tangan input : tiga jari sedangkan hasil ekstraksi ciri : satu jari. Algoritma Chaincode gagal dalam ekstraksi ciri.
- b. Analisa hasil pengujian adalah proses segmentasi tidak dapat memisahkan pose jari yang rapat dalam memberi isyarat angka sehingga hasil penelusuran pada kode rantai hanya memperoleh satu kode dengan jarak terjauh pada titik pusat.

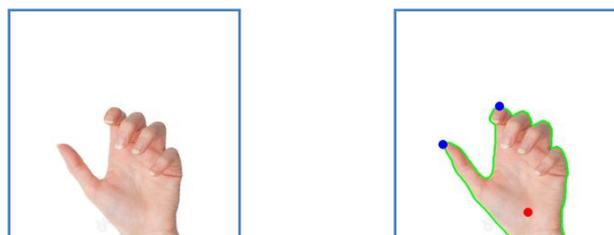


Input : lima jari

Output : dua jari

Gambar 4.21 Pengujian pola isyarat tangan angka empat

- a. Input isyarat jari lima dan hasil ekstraksi ciri dua jari.
  - b. Analisa hasil pengujian adalah segmentasi tidak dapat memisahkan empat jari kelingking, jari manis, jari tengah dan jari telunjuk. Sehingga masih dihitung dalam hasil penelusuran adalah satu jari. Sedangkan jari jempol berhasil ditelusuri sebagai titik kode dengan koordinat paling jauh setelah koordinat pada kode mendekati titik pusat.
2. Pose isyarat tangan dengan jari yang tidak terbuka



Input : lima jari

Output : dua jari

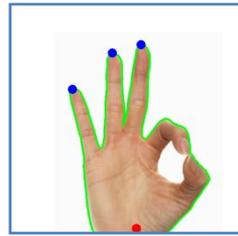
Gambar 4.22 Pengujian pola isyarat tangan angka empat

- a. Isyarat tangan input lima jari dan hasil ekstraksi ciri dua jari
  - b. Analisa hasil pengujian adalah jari yang setengah menekuk pada gambar tidak dalam pose terbuka secara maksimal sehingga proses segmentasi tidak dapat memisahkan obyek jari secara terpisah menjadi individu. Jari jempol pada citra input dapat ditelusuri pada kode rantai secara terpisah pada jari yang lain.
-

- 
3. Pose isyarat tangan dengan jari ujung menempel jari lainnya.



Input : lima jari



Output : tiga jari

Gambar 4.23 Pengujian pola isyarat tangan angka empat

- Input lima jari yang terbuka dan hasil ekstraksi ciri tiga jari
- Analisa hasil pengujian adalah jari yang terbuka yaitu jari kelingking, jari manis dan jari tengah telah dapat dipisahkan menjadi individu pada kode rantai sedangkan jari telunjuk dan jempol yang menempel pada ujungnya tidak dapat dipisahkan menjadi individu jari sehingga kode rantai yang menelusuri obyek tidak ditemukan pada titik terjauh pada ujung jari telunjuk dan jempol.

Analisis dari kelemahan hasil ekstraksi ciri pola isyarat tangan yang mengimplementasikan algoritma Chaincode adalah sebagai berikut.

- Diperoleh hasil pengujian pada ekstraksi ciri dengan menelusuri kode rantai dengan isyarat angka melalui titik kode yang memiliki jarak terjauh setelah jarak mendekat pada titik pusat pada pose jari yang saling menempel, setengah jari terbuka, ujung jari saling menempel.
- Proses segmentasi yang memisahkan obyek dengan background tidak dapat memisahkan jari yang saling menempel menjadi individu sehingga kode rantai tidak terdapat ciri pada ujung jari yang terbuka. Hal ini menyebabkan ekstraksi ciri tidak efektif pada pose jari tersebut.

---

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Ekstraksi ciri yang mengimplementasikan Algoritma Chain-code pada program aplikasi telah berhasil mengekstraksi ciri dengan penelusuran kode rantai berdasarkan koordinat terjauh pada kode untuk menemukan ciri isyarat jari pada angka.
2. Kelemahan ekstraksi ciri menggunakan algoritma Chaincode pada program aplikasi tidak dapat memproses kode rantai pada obyek dengan pose jari rapat, setengah terbuka dan saling menempel pada ujung jari.
3. Proses segmentasi dalam menghasilkan obyek jari menjadi individu jari memegang peranan penting dalam ekstraksi ciri untuk memisahkan jari yang rapat, setengah terbuka dan saling menempel pada ujungnya.

### 5.2. Saran

Pengenalan pola isyarat tangan memperoleh kualitas informasi pola isyarat dalam pemrosesan pada citra statis ditentukan oleh tiga pemrosesan utama yaitu segmentasi, ekstraksi ciri dan pengenalan pola. Kajian mengenai pengenalan pola isyarat tangan masih perlu pengembangan yang lebih lanjut pada bidang segmentasi, metode ekstraksi ciri dan pengenalan pola untuk memperoleh kualitas informasi pola isyarat yang efektif.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustian, Ryan. Nugroho Agus H. Junius Karel. 2016. *Implementasi Metode Modified Chaincode untuk Pengenalan Rambu Lalu lintas*. Jurnal Informatika Vol. 12, No. 1 . Yogyakarta : Universitas Kristen Duta Wacana
  - [2] Asriani, Farida. Hesti Susilawati. 2010. *Pengenalan Isyarat Tangan Statis pada Sistem Isyarat Bahasa Indonesia Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik*. Jurnal Makara Teknologi VOL. 14, NO. 2. Purwokerto : Universitas Jenderal Soedirman
  - [3] Andono, Pulung. 2017. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Andi Offset.
  - [4] Asmara, Rosa Andrie, ST., MT., Dr. Eng. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Malang : Polinema Press.
  - [5] Carpio, Rustica C. Anacleto Encarnacion. 2005. *Private and Public Speaking*. Jakarta : Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
  - [6] Fadillah, Nurul. Rita Susanti. 2019. *Deteksi Wajah Secara Real Time Menggunakan Metode Camshirt*. Jurnal Media Informatika Vol 3. No 2. Hal 134.
  - [7] Fatta, Hanif Al. 2009. *Rekayasa Sistem Pengenalan Wajah*. Yogyakarta : Andi Offset.
  - [8] Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Andi offset
-

- 
- [9] Rasul, Juharis. Abdul Hamid. 2007. *Teknologi Informasi & Komunikasi 1*. Bogor : Yudhistira.
- [10] Rahman, Sayuti. Muzdalifah Ulfayani T. 2017. *Perancangan Aplikasi Identifikasi Biometrika Telapak Tangan Menggunakan Metode Freeman Chaincode*. Jurnal CESS (Journal of Computer Engineering System and Science) Vol. 2 No. 2. Medan : *Program Studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknik Harapan*
- [11] Simamarta, Janer. 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta : Andi Offset.
- [12] Utami , Dina Budhi, Muhammad Ichwan. 2017. *Pengenalan Pose Tangan Menggunakan HuMoment* . Bandung: Jurnal Infotel.
- [13] Utami, Dina Budhi. Muhammad Ichwan. 2017. *Pengenalan Pose Tangan Menggunakan HuMoment*. Dalam Jurnal Infotel : Informatika - Telekomunikasi – Elektronika Vol 9. Bandung : Institut Teknologi Nasional
- [14] Widyarini , Sekaring Tyas. 2015. *Pemrograman Matlab Untuk Pengolahan Citra Digital*. Malang : UB press .
- [15] Wanto, Anjar. 2020. *Biometrika : Teknologi Identifikasi*. Medan : Yayasan Kita Menulis.
- [16] Yuliana, Nina. Ken ratri Retno Wardani . *Metode Convex Hull dan Convexity Defects untuk Pengenalan Isyarat Tangan*. Jurnal Telematika Vol 11 no 2. Bandung : Isntitut Teknologi Harapan Bangsa
- [17] Yuda, Suviati Evagustina. 2018. *Pengenalan Citra Digital Hand Gesture*. Fakultas Sains dan Komputer. Teknik Informatika. Universitas Kristen Immanuel. Yogyakarta.