

PENDEKATAN KODE RANTAI SEBAGAI DASAR PENGENALAN KARAKTER

Nur Yuliani¹, Lulu C Munggaran², Sarifudin Madenda³, Michel Paindavoine⁴

1,2,3 Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100 Pondok Cina, DEPOK

4 Le2i Universite De Bourgogne, Dijon, FRANCE

E-mail: {nryulia,lulu,sarif}@staff.gunadarma.ac.id, paindav@u-bourgogne.fr

ABSTRAK

Paper ini menggunakan kode rantai sebagai dasar pengenalan bentuk tulisan tangan secara online. Kode rantai banyak digunakan dalam pengolahan citra untuk merepresentasikan garis, kurva atau batas tepi dari suatu daerah. Kode rantai banyak digunakan karena menghemat memory. Kode rantai yang digunakan pada paper ini adalah kode rantai dengan 8 arah mata angin.

Kode rantai digunakan untuk memudahkan pengambilan ciri dari suatu karakter tulisan tangan yang dapat digunakan untuk tahapan pengenalan tulisan selanjutnya. Tahapan yang umum dilakukan pada sistem pengenalan tulisan tangan adalah sebagai berikut: *pre-processing*, *segmentasi*, *ekstraksi ciri* berdasarkan *chain kode*, *klasifikasi* dan *post-processing*. *Preprocessing* bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan beberapa variasi tulisan tangan yang mungkin ada dan tidak berguna untuk proses berikutnya. *Segmentasi* membagi karakter dalam beberapa bagian untuk mendapatkan ciri dari karakter tersebut dengan menggunakan kode rantai. Setiap elemen dari rantai dikodekan sebagai perbedaan sudut antara elemen tersebut dengan elemen sebelumnya. Setelah itu dapat dilakukan proses selanjutnya yaitu *klasifikasi*.

Paper ini juga membahas metode yang dapat menguji kembali hasil pengkodean kode rantai dengan melakukan *rekonstruksi ulang* kode tersebut. Hasil *ekstraksi ciri* ini diharapkan dapat mempermudah dalam proses pengenalan karakter tulisan tangan.

Kata Kunci: kode rantai, karakter, rekonstruksi, arah mata angin

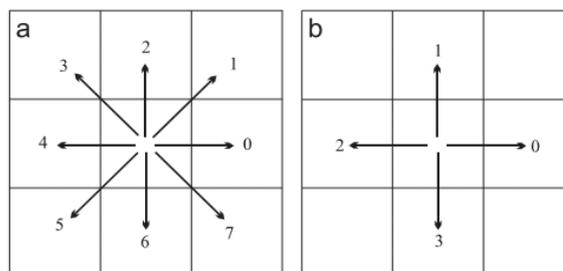
1. PENDAHULUAN

Kode rantai banyak digunakan dalam pengolahan citra untuk merepresentasikan garis, kurva atau batas tepi dari suatu daerah. Kode rantai banyak digunakan karena menghemat memory. Penelitian tentang aplikasi kode rantai telah banyak dilakukan, diantaranya Zingaretti (1998), yang mengusulkan algoritma yang dapat mengekspresikan suatu nilai bitmap yang multi value menggunakan kode rantai. yang digunakan pada paper ini adalah kode rantai dengan 8 arah mata angin. Koplowitz, (1995) memperkenalkan metode berdasarkan kode rantai untuk mendeteksi titik sudut suatu kurva.

Penelitian tentang kode rantai diperkenalkan oleh Freeman pada tahun 1961(Freeman, 1961) yang digunakan untuk merepresentasikan kurva digital, dan kode freeman kemudian merupakan teknik yang banyak digunakan oleh peneliti. Kode Freeman bergerak sepanjang kurva digital atau batas pixel yang berurutan berdasarkan 8 konektivitas. Arah dari setiap gerakan dikodekan dengan menggunakan skema nomor $\{i|i=0,1,2,\dots,7\}$ yang merupakan kelipatan sudut 45 derajat melawan arah jarum dari posisi sumbu x positif. Kadang kode freeman dengan 4 kode arah juga digunakan. Pada kode ini menggunakan skema nomor $\{i|i=0,1,2,3\}$ yang merupakan kelipatan sudut 90 derajat melawan arah jarum dari posisi sumbu x positif seperti terlihat pada Gambar 1.

Paper ini membahas tentang bagaimana merepresentasikan koordinat dari suatu karakter

tulisan tangan yang berasal dari gerakan pena digital ke dalam kode rantai dan mengukur tingkat keakuratan dari arah yang direpresentasikan dalam kode rantai. Pada paper ini kode rantai digunakan untuk memudahkan pengambilan ciri dari suatu karakter tulisan tangan yang diambil secara online dan dapat digunakan untuk tahapan pengenalan tulisan selanjutnya. Metode yang dikembangkan dapat diaplikasikan ke dalam hardware untuk membantu proses pengenalan tulisan tangan. Sehingga bisa didapatkan hasil analisis tulisan tangan secara online.

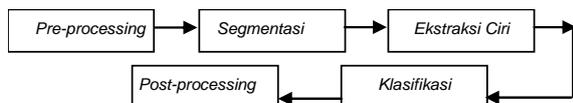


Gambar 1. Skema 8 arah mata angin (a) dan Skema 4-arah mata angin kode rantai Freeman (b)

2. MODEL, ANALYSIS, DESIGN, AND IMPLEMENTATION

Tahapan yang umum dilakukan pada sistem pengenalan tulisan tangan adalah sebagai berikut: *pre-processing*, *segmentasi*, *ekstraksi ciri* berdasarkan *chain kode*, *klasifikasi* dan *post-*

processing. Gambar 2 merupakan gambar tahapan umum.



Gambar 2. Tahapan pengenalan karakter tulisan tangan

2.1 Pengenalan Karakter Tulisan Tangan

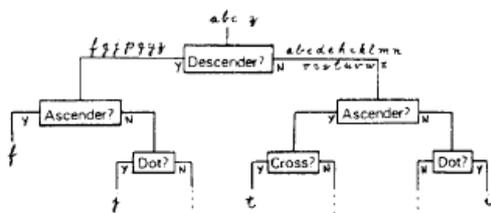
Terdapat beberapa metode yang ada untuk pengenalan karakter secara online. Metode-metode tersebut diantaranya adalah :

1. Analisis ciri

Karakter mempunyai sekumpulan ciri-ciri tertentu. Ciri-ciri tersebut berdasarkan pada properti tetap dari setiap karakter, properti dinamis dari setiap karakter atau keduanya. Ciri-ciri dapat berupa biner atau nonbiner. Ciri-ciri biner contohnya adalah, desender (seperti huruf p, g, q, f) atau tidak ada desender, titik (seperti huruf i,j) atau tidak ada titik. Menggunakan ciri-ciri biner, nama yang diberikan untuk sebuah karakter yang tidak diketahui seringkali ditentukan oleh pohon keputusan. Contoh untuk hal ini adalah untuk huruf kecil keberadaan desender mengurangi pemilihan huruf yaitu hanya untuk huruf f,g,j,p,q,y,dan z, kemudian jika ada sebuah titik maka pilihannya hanya huruf j. Gambaran dari contoh ini ditunjukkan pada Gambar 3.

Kekurangan dari metode ini adalah tidak dihasilkannya alternatif pilihan karakter, yang biasanya sangat diperlukan untuk pemrosesan selanjutnya. Perkembangan terakhir, pohon keputusan biner menggunakan ciri-ciri sederhana untuk mengurangi kumpulan kandidat karakter menjadi kumpulan yang lebih kecil untuk analisis selanjutnya dengan ciri-ciri yang lebih kompleks.

Ciri-ciri nonbiner diantaranya adalah pembagian ruang ciri menjadi daerah keputusan, sebagai contoh fungsi linier-diskriminan dapat membagi ruang ciri dari koefisien Fourier.



Gambar 3. Pohon keputusan

2. Urutan waktu dari zona, arah atau perbedaan yang besar (ekstrim)

Metode ini berdasarkan pada informasi dinamis yang didapat dari penggunaan peralatan online. Sebuah karakter dapat diwakilkan dengan urutan kode zona. Zona ditentukan oleh pembagian persegi

panjang yang mengelilingi karakter yang ditulis. Karakter tersebut diletakkan dalam persegi panjang, dan ditentukan urutan zona yang dilewati oleh ujung pena. Urutan atau urutan ciri-ciri yang saling berhubungan kemudian diberikan sebuah nama yaitu karakter yang belum diketahui, lalu dilakukan pencocokan yang tepat dengan melihat pada kamus urutan zona yang ada.

Metode yang serupa dengan metode urutan kode zona adalah urutan dari arah gerakan ujung pena selama penulisan sebuah karakter. Metode ini menggunakan empat arah dasar yaitu atas,bawah, kiri dan kanan. Sistem akan mengkodekan empat arah pertama dari urutan kemudian mengklasifikasikan karakter dengan menggunakan tabel yang memiliki 256 (4x 4x 4x4) masukan.

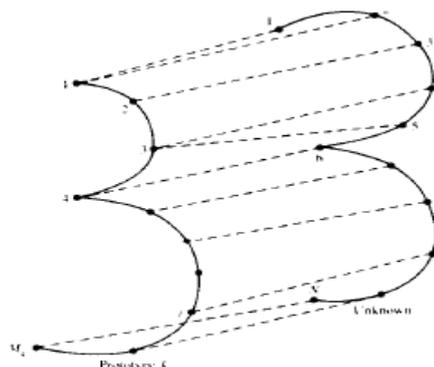
Metode lainnya menggambarkan sebuah karakter dalam urutan titik-titik dari ekstrim lokal (biasanya kiri,kanan,atas,bawah). Urutan seperti ini dikenal dengan kode rantai.

Arah dari representasi batas tepi obyek menggunakan skema 4-arah mata angin atau 8-arah mata angin yang telah diberi angka tertentu, seperti yang digambarkan pada skema arah mata angin pada gambar 1 di atas.

3. Pencocokan kurva

Pencocokan kurva merupakan metode pemrosesan sinyal yang populer. Kurva dari karakter masukan dicocokkan dengan karakter-karakter bentuk dasar kemudian nama dari bentuk dasar yang paling cocok akan diberikan kepada kurva masukan. Pencocokan kurva menggunakan fungsi waktu seperti nilai x dan y sebelum pemrosesan dan atau arah sudut tangen terhadap arah penulisan. Metode ini menggunakan kode dari 8 arah waktu atau 6 arah waktu.

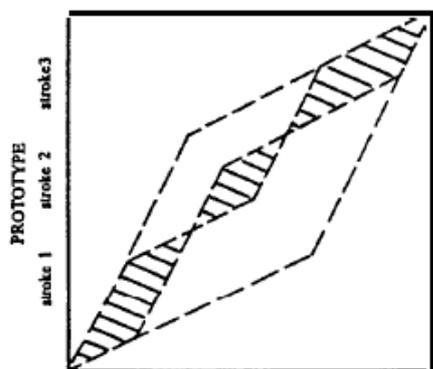
Alternatif dari fungsi pencocokan waktu adalah pencocokan koefisien Fourier yang didapat dari kurva x(t) dan y(t). Metode ini sesuai ketika karakter dapat diwakilkan dengan angka koefisien Fourier kecil yang layak. Metode ini sangat berguna untuk karakter yang terdiri dari gerakan kurva yang sangat banya, contohnya adalah karakter China. Gambar 4 menunjukkan metode-metode pencocokan kurva.



Gambar 4. Metode pencocokan kurva

4. Pengkodean gerakan

Metode pengkodean gerakan mengklasifikasi bagian-bagian dari karakter kemudian mengidentifikasi karakter dari urutan bagian yang terklasifikasi. Klasifikasi gerakan dapat menggunakan urutan sudut arah atau perbedaan lekukan. Gambar 5 menunjukkan contoh dari pengkodean gerakan.



Gambar 5. Pengkodean gerakan

5. Analisis-by-Synthesis

Metode ini menggunakan gerakan dan aturan kemudian menghubungkan gerakan dengan aturan untuk membangun simbol-simbol. Simbol dibentuk dari inventaris gerakan yang merupakan representasi standar yang ideal dari simbol-simbol. Perkiraan terhadap simbol tulisan tangan asli dapat diperoleh dengan menentukan gerakan-gerakan menggunakan model matematis yang menggambarkan pergerakan dari ujung pena sebagai sebuah fungsi waktu. Selanjutnya, kata tulisan tangan dapat dibagi menjadi gerakan-gerakan. Gerakan tersebut diklasifikasi menggunakan parameter model sehingga urutan huruf dan kata dapat dikenali. Gambar 6 berikut mengilustrasikan metode *analysis-by-synthesis*.



Gambar 6. Ilustrasi metode *analysis-by-synthesis*

6. Perbedaan pasangan

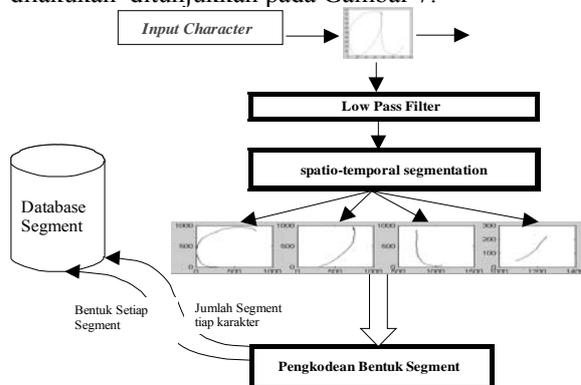
Studi perceptual merupakan instrumen dalam pengembangan metode perbedaan pasangan. Pada metode ini, prosedur khusus memisahkan setiap pasangan karakter yang memiliki kerancuan. Sebagai contoh, huruf c-o, memiliki perbedaan pada satu penutup (atau) dan v-y memiliki perbedaan satu

dari penambahan baris. Mempelajari cara manusia untuk membedakan antar pasangan seperti itu mengacu pada teori karakter berdasarkan pada atribut fungsional.

2.2 Metode Eksperimen

Data yang akan dijadikan sebagai obyek penelitian di peroleh dari peralatan masukan berupa tablet digitizer. Tulisan yang diambil mengikuti format yang telah ditentukan baik bentuk huruf dan arah menulis. Karakter yang digunakan adalah huruf a sampai dengan huruf z yang ditulis oleh 10 orang yang berbeda. Data yang dihasilkan dari tablet digitizer berupa koordinat X,Y dan tekanan.

Metode eksperimen terbagi dalam 3 tahap. Secara garis besar tahapan eksperimen yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 7:



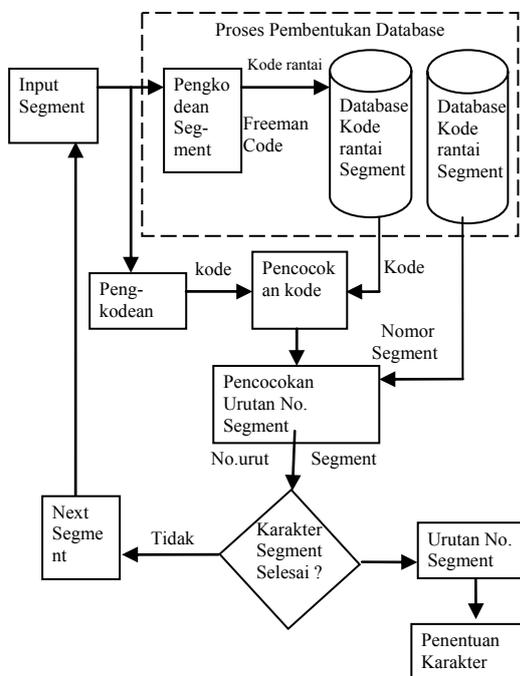
Gambar 7. Tahapan eksperimen

Tahapan dalam eksperimen adalah sebagai berikut:

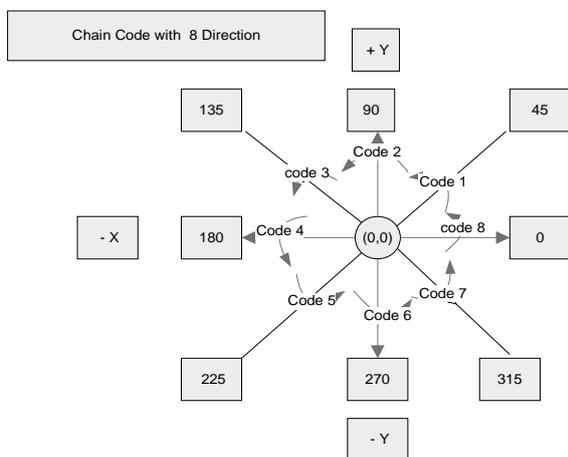
1. *Proses filterisasi dan segmentasi karakter input*
Karakter yang di masukkan melalui tablet digitizer memiliki noise yang dapat menyebabkan ketidakakuratan hasil yang diperoleh dari proses pengenalan tulisan tangan. Untuk itu perlu dilakukan filterisasi karakter input. Pada penelitian ini filter yang digunakan adalah metode filter madenda. Karakter yang telah difilter selanjutnya akan disegmentasi. Segmentasi menggunakan elemen kecepatan dan percepatan. Kecepatan dan percepatan didapatkan dari turunan data koordinat X dan Y. Proses segmentasi menghasilkan dua informasi untuk tiap karakter, yaitu: Jumlah Segmen dari tiap karakter dan Bentuk Segment dari tiap karakter. Proses filterisasi dan segmentasi dibuat menggunakan program Matlab.
2. *Pembentukan database*
Terdapat dua jenis database yang dibentuk dalam penelitian ini. Database yang pertama adalah database yang berdasarkan segmen berdasarkan pengkodean bentuk segment dari input karakter dapat dihasilkan beberapa bentuk

jenis segment. Database ini berisi nomor segment dan rangkaian Kode Rantai dari tiap segmen. Database kedua berupa untaian nomor segmen yang membentuk karakter.

Database tersebut akan digunakan untuk pengenalan karakter. Operasi pengenalan dimulai dengan membandingkan segment input dengan segment yang ada di dalam database. Jika suatu karakter memiliki lebih dari satu segmen, maka dibandingkan semua segment mulai dari segment pertama sampai dengan segmen terakhir. Dari proses awal ini akan didapatkan nomor urut segmen yang sesuai dengan database. Nomor urut tersebut dapat digunakan untuk pengenalan. Proses pembentukan database ditunjukkan oleh Gambar 8.



Gambar 8. Proses pembentukan database



Gambar 9. Penentuan kode rantai berdasarkan kecepatan sudut

3. Pengkodean menggunakan kode rantai

Pada penelitian ini, metode kode rantai dengan 8 arah mata angin dapat digunakan untuk memberi estimasi daerah dari suatu karakter tulisan tangan. Pada tahapan ini, setiap elemen dari kode rantai didapatkan dari pengukuran kecepatan sudut antara elemen yang satu dengan elemen sebelumnya. Kecepatan sudut digunakan untuk mengetahui arah dari suatu tulisan tangan.

Untuk mendapatkan kecepatan sudut digunakan fungsi "atan2". Atan2 adalah inverse tangent yang mempunyai empat kuadran. Nilai yang dihasilkan dari fungsi ini berada dalam interval $[-\pi, \pi]$. Atan2 menggunakan tanda positif dan negatif dari (Y) dan (X) untuk menentukan quadrant tertentu.

3. HASIL PEMBAHASAN

Pada bagian ini diuraikan hasil-hasil percobaan dan pembahasan dari metode yang telah diterangkan pada bagian 2. Percobaan dilakukan dengan menggunakan alat WACOM Tablet Digitizer yang digunakan untuk merekam tulisan tangan dan perangkat lunak MATLAB versi 7.

3.1 Proses Filter dan Segmentasi Data

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini setelah pengambilan input data adalah proses filtering data untuk mengilangkan noise. Dalam Penelitian ini menggunakan filter Madenda dengan berbagai nilai parameter α dan parameter β . Contoh proses filterisasi ditunjukkan pada Gambar 11.

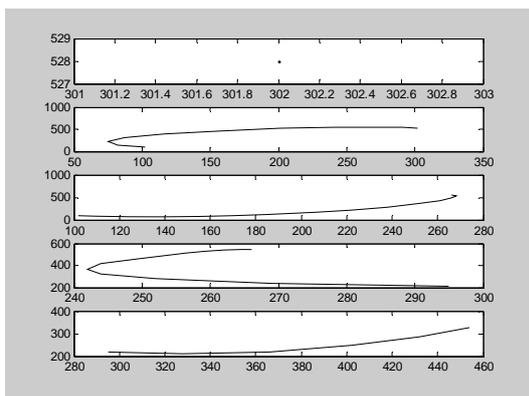
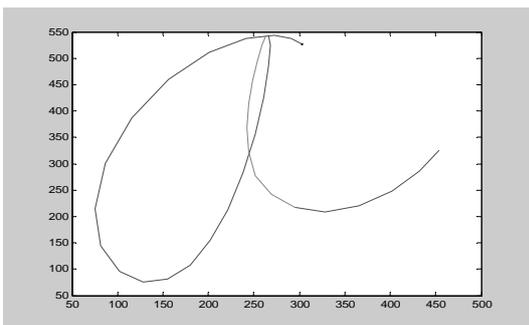
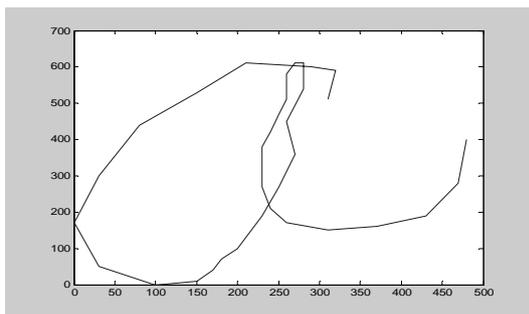
3.2 Ekstraksi Ciri berdasarkan Kode Rantai

Setelah proses filter, langkah berikutnya yang dilakukan adalah mengkonversi nilai koordinat karakter kedalam suatu kode rantai. Pada penelitian ini menggunakan kode rantai dengan delapan mata arah angin dan melawan arah jarum jam.

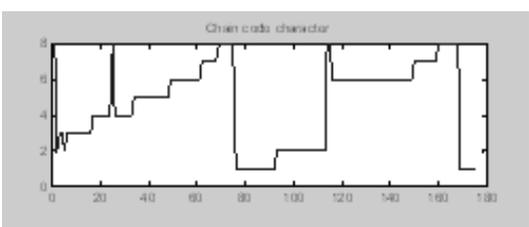
Pada tahapan ini, setiap elemen dari kode rantai didapatkan dari pengukuran kecepatan sudut antara elemen yang satu dengan elemen sebelumnya. Untuk mendapatkan kecepatan sudut digunakan fungsi "atan2" dari bahasa Pemrograman MATLAB. Atan2 is inverse tangent yang mempunyai empat kuadran. Variabel $\alpha = \text{atan2}(Y, X)$ menghasilkan suatu array α yang mempunyai ukuran yang sama dengan banyaknya koordinat X and Y yang terdapat dalam suatu karakter tulisan tangan. Hasil dari tahapan ini ditunjukkan oleh Gambar 12 dan Gambar 13.

Setelah proses konversi kode rantai, untuk mengetahui apakah kode yang didapatkan menyimpan informasi arah yang benar maka dilakukan rekonstruksi kode.

Dari gambar 13 dapat dilihat bahwa rekonstruksi kode rantai menghasilkan gambar yang mirip dengan gambar awal sebelum konversi ke dalam kode rantai, tetapi tidak sama persis. Sehingga perlu dilakukan suatu proses lain untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

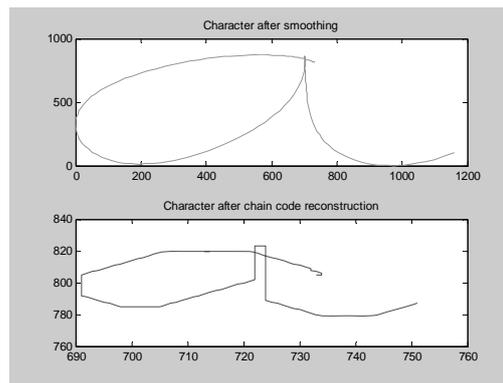


Gambar 11. Proses filter dan segmentasi

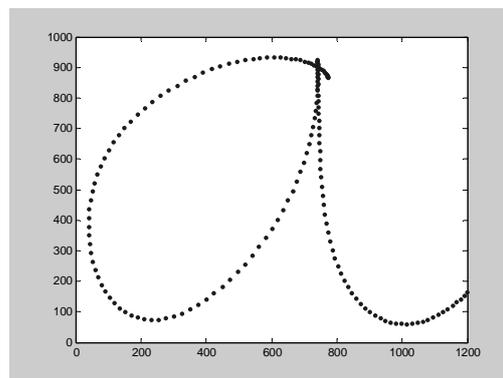


Gambar 12. Koordinat karakter setelah konversi ke dalam kode rantai

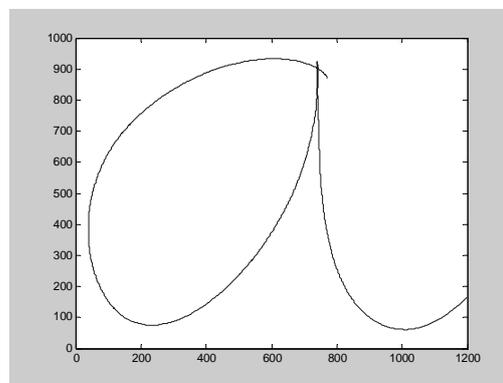
Berdasarkan Gambar 14 terlihat ada celah antara koordinat satu dengan yang lain sehingga jika langsung dilakukan konversi kode akan menghasilkan output seperti Gambar 14, sehingga perlu dilakukan suatu proses pembuatan koordinat dummy yang mengisi tempat yang kosong seperti yang terlihat pada Gambar 15.



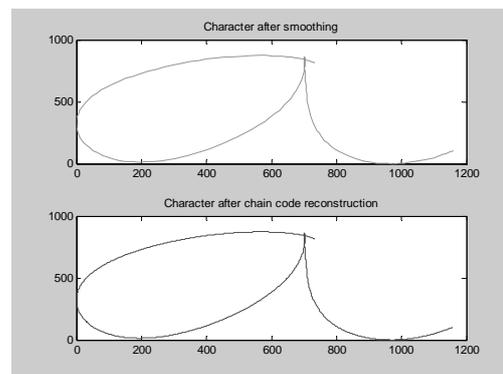
Gambar 13. Koordinat karakter setelah rekonstruksi dari kode rantai



Gambar 14. Koordinat karakter *smoothing* terdapat celah antara koordinat



Gambar 15. Koordinat karakter setelah pengisian koordinat yang kosong



Gambar 16. Karakter setelah proses rekonstruksi kode rantai

Setelah semua koordinat terisi, baru dilakukan proses rekonstruksi kode rantai dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 16.

Dari gambar 15 terlihat bahwa karakter setelah proses rekonstruksi kode rantai adalah mirip dengan karakter sebelum proses rekonstruksi kode rantai. Ini berarti bahwa kode yang dibuat telah menyimpan informasi arah yang benar.

Setelah proses konversi dari koordinat segmentasi menjadi kode rantai, langkah berikutnya adalah labeling setiap segmen sehingga memudahkan proses klasifikasi.

4. PENUTUP

Paper ini menggunakan kode rantai sebagai dasar pengenalan bentuk tulisan tangan secara online. Kode rantai banyak digunakan dalam pengolahan citra untuk merepresentasikan garis, kurva atau batas tepi dari suatu daerah. Kode rantai banyak digunakan karena menghemat memory. Kode rantai yang digunakan pada paper ini adalah kode rantai dengan 8 arah mata angin.

Kode rantai digunakan untuk memudahkan pengambilan ciri dari suatu karakter tulisan tangan yang dapat digunakan untuk tahapan pengenalan tulisan selanjutnya. Tahapan yang umum dilakukan pada sistem pengenalan tulisan tangan adalah sebagai berikut: *pre-processing*, segmentasi, ekstraksi ciri berdasarkan kode rantai, klasifikasi dan *post-processing*.

Pada tahapan *Preprocessing* dilakukan filtering dengan menggunakan filter madenda untuk mengurangi atau menghilangkan beberapa variasi tulisan tangan yang mungkin ada dan tidak berguna untuk proses berikutnya. Nilai Parameter alpha yang semakin kecil membuat proses filter semakin rapat dan dapat menghapus bagian dari karakter karena menyaring noise dengan sangat halus dan dapat menghilangkan informasi yang terdapat karakter. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka parameter yang bisa di atur/ diubah cukup parameter betha saja.

Segmentasi membagi karakter dalam beberapa bagian untuk mendapatkan ciri dari karakter tersebut dengan menggunakan kode rantai. Setiap elemen dari rantai dikodekan sebagai perbedaan sudut antara elemen tersebut dengan elemen sebelumnya. Setelah itu dapat dilakukan proses selanjutnya yaitu klasifikasi.

Paper ini juga membahas metode yang dapat menguji kembali hasil pengkodean kode rantai dengan melakukan rekonstruksi ulang kode tersebut. Hasil ekstraksi ciri ini diharapkan dapat mempermudah dalam proses pengenalan karakter tulisan tangan.

PUSTAKA

Abdel-Badeeh M. Salem, et all. (2005). *A Vertex Chain Code Approach for Image Recognition*.

JOURNAL ICGST International Journal on Graphics, Vision and Image Processing. Vol. 5, issue .

atan2, *The Mathworks, Accelerating the pace of engineering and science*. Diakses pada 12 November 2008 dari <http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/index.html>.

C. C. Tappert, C.Y. Sun and T. Wakahara. (1990). "The State of The Art in On-line Handwriting Recognition". *IEEE Transaction on Pattern and Machine Intelligenc*. Vol 17, No. 8

Ernesto Bribiesca. (1999). *A new chain code, Pattern Recognition Society*. Published by Pergamon

G. Ananthakrishnan, Amrik Sen, etc. (2007). *Dynamic Space Warping of Sub-strokes for Recognition of Online Handwritten Characters*. *Proceeding IGS 2007*. Australia

J.Koplowitz, S.Plante. (1995). *Corner detection of chain code curves*. *Pattern Recognition* 28 (6) (1995) 843–852.

L.A. Wulandhari and H. Haron. (2008). *The Evolution and Trend of Chain Code Scheme*. *ICGST-GVI*, ISSN 1687-398X. Vol. 8, issue 3.

L.W. Chang and K.L. Leu. (1992). *A New Method to Obtain Chain Codes from Y-axis Representation of a Region in a Binary Image*, *Multidimensional Systems and Signal Processing* 3. 79-87. Kluwer Academic Publishers, Boston.

Lalu Muhammad Jaelani, ST. (1990), *Bab X. Sudut, Arah, Dan Azimut*, Modul Diklat

Liu Yong Kui, W. Wei, and Wang P Jie. (2007). *Compressed Vertex Chain Codes*. *Pattern Recognition Society*. Published By Elsevier Ltd

M.Maragoudakis, et all. (2006). *How Conditional Independence Assumption affects Handwritten Character Segmentation*.

Madenda, s., R. Missaoui, J. Vailancourt & M. Paindavoine. (2006). *An optimal Edge Detector for Automatic Shape Extraction*, *SITIS*

P.Zingaretti, M.Gasparroni, L.Vecchi. (1998). *Fast chain coding of region boundaries*, *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* 20 (4) (1998) 407–414.

Radiant measure. Diakses pada 22 Oktober 2008 dari <http://www.themathpage.com/aTrig/radian-measure.htm>.

Vinter, A. & Chartrel, E. (2007). *The impact of spatio-temporal constraints on cursive letter handwriting in young children*. *Proc. Of IGS 2007*.

Xavier Trouillot, Michel Jourlin and Jean-Charles Pinoli. (2007). *Geometric Parameters Computation With Freeman Code, Image anal stereol*.